

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR

VIDA NUEVA



CARRERA:

TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:

**CONSTRUCCIÓN DE UNA IMPRESORA 3D PARA LA ELABORACIÓN DE
PIEZAS MEDIANTE EL MÉTODO DE EXTRUSIÓN**

AUTOR:

DELGADO INGA LUIS GABRIEL

TUTOR:

MSC. TITUAÑA DÍAZ DARWIN VINICIO

FECHA:

MAYO 2021

QUITO – ECUADOR

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **DELGADO INGA LUIS GABRIEL** portador/a de la cédula de ciudadanía **1003981725**, facultado/a de la carrera **TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA**, autor/a de esta obra certifico y proveo al Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, usar plenamente el contenido del informe con el tema “**CONSTRUCCIÓN DE UNA IMPRESORA 3D PARA LA ELABORACIÓN DE PIEZAS MEDIANTE EL MÉTODO DE EXTRUSIÓN**”, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto de titulación en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2021.

DELGADO INGA LUIS GABRIEL

C.I.: 1003981725

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto: “**CONSTRUCCIÓN DE UNA IMPRESORA 3D PARA LA ELABORACIÓN DE PIEZAS MEDIANTE EL MÉTODO DE EXTRUSIÓN**” en la ciudad de Quito, presentado *por el/la ciudadano/a* **DELGADO INGA LUIS GABRIEL**, para optar por el título de Tecnólogo en Electromecánica, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2021.

TUTOR: MSc. TITUAÑA DÍAZ DARWIN VINICIO

C.I.: 1716233539

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“CONSTRUCCIÓN DE UNA IMPRESORA 3D PARA LA ELABORACIÓN DE PIEZAS MEDIANTE EL MÉTODO DE EXTRUSIÓN”** en la ciudad de Quito, *del/la estudiante:* **DELGADO INGA LUIS GABRIEL** de la Carrera en Tecnología Electromecánica.

Para constancia firman:

C.I.:

C.I.:

C.I.:

C.I.:

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **DELGADO INGA LUIS GABRIEL** con cédula de ciudadanía **1003981725**, estudiante del Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, declaro que he realizado este proyecto de titulación tomando en consideración citas bibliográficas que se nombran en este texto.

El Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva puede utilizar este proyecto de titulación como una ayuda bibliográfica.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2021.

DELGADO INGA LUIS GABRIEL

C.I.: 1003981725

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, extiendo mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva y a los distinguidos docentes quienes con su profesionalismo y ética puesta de manifiesto en las aulas; enrumban a cada uno de los que acudimos a ellas, con sus conocimientos que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

A mi Tutor MSc. Darwin Tituaña, quien con su experiencia como docente ha sido la guía idónea, durante el proceso que ha llevado el realizar este proyecto; me ha brindado el tiempo necesario, y sus valiosas sugerencias para que este anhelo llegue a ser felizmente culminado.

Luis Gabriel Delgado Inga

DEDICATORIA

A mi familia por ser los promotores, por cada día darme la confianza y el apoyo para seguir adelante, a mi madre que a pesar de que ya no está junto a mí, sé que ella estaría muy orgullosa de saber que ya soy un profesional.

Toda esta etapa que estoy por culminar no ha sido muy sencilla hasta ahora, pero gracias a mi amada novia que ha estado a mi lado dándome cariño, confianza y apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir otra etapa en mi vida, todo lo que ha hecho por mí me ha hecho una mejor persona y me enseñó a nunca dejarme vencer.

Luis Gabriel Delgado Inga

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE FIGURAS	xi
ÍNDICE TABLAS	xiv
ÍNDICE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
PALABRAS CLAVE	xvii
ABSTRACT	xviii
KEY WORDS	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
CAPÍTULO II	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Marco Teórico – Conceptual	7
2.1.1.1. Impresión 3D	7
2.1.1.2. Tipos de impresoras 3D	7
2.1.1.3. Técnicas de impresión	11
2.1.1.4. Modelado por deposición fundida, MDF	11
2.1.1.5. Moldeado 3D por estereolitografía SLA	12
2.1.1.6. Sinterizado selectivo por láser o SLS	12
2.1.1.7. Software	13

2.1.1.8. Cura Ultimaker	13
2.1.1.9. Materiales	14
2.1.1.10. Componentes	16
2.1.1.11. Display lcd	16
2.1.1.12. Motor paso a paso	17
2.1.1.13. Anet 3D V1.5	17
2.1.1.14. Módulo mosfet de cama caliente HA210N06 130A	18
2.1.1.15. Cama Caliente (Hot Bed)	19
2.1.1.16. MK2	19
2.1.1.17. De silicona.....	20
2.1.1.18. Fuente de alimentación	21
2.1.1.19. Extrusor (HotEnd).....	21
2.1.1.20. Motor paso a paso	21
2.1.1.21. Rodamiento de presión.....	22
2.1.1.22. Engranaje de tracción	23
2.1.1.23. Hotend.....	23
2.1.1.24. Termistor	24
2.1.1.25. Boquilla de salida.....	24
2.1.1.26. Tipos de extrusor.....	25
2.1.1.27. Extrusor directo	25
2.1.1.28. Extrusor indirecto o Bowden	26
2.1.1.29. Husillo de rosca trapecial	27
2.1.1.30. Tipos de husillos	27
2.1.1.31. Husillos de bolas	27
2.1.1.32. Husillos de recirculación de bolas.	27
2.1.1.33. Husillos de recirculación de bolas con tuercas dobles.	27
2.1.1.34. Husillos de recirculación de bolas con tuercas rotativas	28
CAPÍTULO III	29
METODOLOGÍA.....	29
3.1. Tipo de investigación	29
3.2. Método de investigación.....	29
3.2.1. Investigación Exploratoria.....	29
3.2.2. Investigación Bibliográfica.....	29

CAPÍTULO IV	30
4.1. DISEÑO	30
4.2. Diseño mecánico.....	31
4.2.1. Estructura del eje X.....	31
4.2.2. Estructura del eje Y.....	32
4.2.3. Estructura del eje Z.	33
4.2.4. Sistema de transmisión de movimientos.	33
4.3. Cinemática del robot cartesiano.	39
4.4. Sistema electrónico.....	39
4.4.1. Anet 3D V1.5.	39
4.4.2. Driver pololu A4988.	40
4.4.3. Display lcd.....	42
4.4.4. Módulo mosfet de cama caliente HA210N06 130A.	43
4.4.5. Cama Caliente (Hot Bed).....	44
4.4.6. Extrusor (HotEnd).	44
4.4.7. Motor paso a paso.	44
4.4.8. Hotend.	45
4.4.9. Sensor final de carrera.	45
4.4.10. Fuente de poder.	46
4.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA IMPRESORA 3D ANET A8.	47
4.5.1. Ensamblaje de la estructura.	47
4.5.1.1. Ensamblaje eje Y.	48
4.5.1.2. Ensamblaje Eje Z.	51
4.5.1.2. Ensamblaje Eje X.....	52
4.5.1.3. Montaje de la tarjeta de control Anet 3D V1.5.	53
4.5.1.4. Ensamblaje del extrusor.	54
4.5.1.5. Montaje de la Pantalla lcd.	55
4.5.1.6. Conexión y cableado.	55
4.5.1.7. Nivelación.	58
4.5.2. Puesta en marcha.	59
4.5.2.1. Diagrama de bloques del proceso de impresión.	59
4.5.2.2. Software de conversión.....	60
CONCLUSIONES	71

RECOMENDACIONES	72
FUENTES	73
ANEXOS.....	76

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Desktop Printer.	8
Figura 2: Gigabot Printer.....	9
Figura 3: Bigrep Printer.....	9
Figura 4: Cincinnati Printer.	10
Figura 5: Prusa I3.	10
Figura 6: Anet A8.....	11
Figura 7: Modelado por deposición fundida.	11
Figura 8: Estereolitografía SLA.	12
Figura 9: Sinterizado selectivo por láser.	13
Figura 10: Cura Ultimaker.	14
Figura 11: Plástico ABS impreso sobre cama caliente.....	15
Figura 12: PLA en bobina.	16
Figura 13: Display LCD.	16
Figura 14: Motor paso a paso.	17
Figura 15: Anet 3D V1.5.	18
Figura 16: Módulo mosfet.....	19
Figura 17: Cama caliente tipo MK2.	20
Figura 18: Cama caliente de silicona.	20
Figura 19: Fuente de alimentación.	21
Figura 20: Motor paso a paso.	22
Figura 21: Rodamiento de presión.....	22
Figura 22: Engranaje de tracción.	23
Figura 23: Hotend.	23
Figura 24: Termistor.	24
Figura 25: Boquilla de salida.	24
Figura 26: Extrusor directo.	25
Figura 27: Extrusor indirecto o bowden	26
Figura 28: Husillo de rosca trapecial.....	28
Figura 29: Mapa conceptual del Robot Cartesiano Aplicado para la impresión 3D.	30
Figura 30: Estructura del eje X.....	32
Figura 31: Estructura del eje Y.....	32
Figura 32: Estructura del eje Z.	33
Figura 33: Motor paso a paso.	34
Figura 34: Acople flexible.	35
Figura 35: Husillo.	36
Figura 36: Tuerca de cobre	36
Figura 37: Varilla de acero inoxidable.....	37
Figura 38: Rodamiento lineal	38
Figura 39: Tarjeta Electrónica Anet 3D V1.5	40
Figura 40: Driver pololu A4988	41

Figura 41: Pantalla LCD.....	42
Figura 42: Módulo Mosfet	43
Figura 43: Cama Caliente	44
Figura 44: Extrusor. Fuente	45
Figura 45: Nozzle Fuente	45
Figura 46: Fin de carrera.	46
Figura 47: Fuente de Poder.	46
Figura 48: Diseño dela impresora 3D en Software Fusion 360	47
Figura 49 : Piezas de la estructura de acrílico.	48
Figura 50: Estructura de acrílico. Fuente	48
Figura 51: Colocación del Motor Paso a Paso en el Soporte.	49
Figura 52: Colocación de las varillas redondas.	49
Figura 53: Colocación de base de aluminio y correa dentada.....	50
Figura 54: Colocación de la cama caliente.	50
Figura 55: Colocación de uno de los dos motores paso a paso.	51
Figura 56: Colocación de las varillas y husillo.....	51
Figura 57: Colocación del soporte de plástico.....	52
Figura 58: Colocación de las varillas eje X.	52
Figura 59: Colocación del extrusor.....	54
Figura 60: Tarjeta de control.	53
Figura 61: Montaje de la tarjeta de control	54
Figura 62: Montaje del display.....	55
Figura 63: Vista posterior pantalla LCD.	55
Figura 64: Conexión de componentes	56
Figura 65: Cableado tarjeta de control.....	56
Figura 66: Cableado Módulo mosfet.	57
Figura 67: Conexiones Tarjeta de Control	57
Figura 68: Conexiones fuente de poder.	58
Figura 69: Nivelación del área de impresión.	58
Figura 70: Diagrama de bloques proceso de impresión	59
Figura 71: Pantalla principal de la interfaz.	60
Figura 72: Interfaz principal de CURA 4.6.1	61
Figura 73: Tarjeta MicroSD insertada	62
Figura 74: Impresora ensamblada y lista para trabajar.....	62
Figura 75: Impresiones exitosas con diferentes configuraciones.	63
Figura 76: Soporte cableado inicial eje Y.	64
Figura 77: Soporte cableado móvil ejes X, Y.	64
Figura 78: Soporte cableado final eje Y.	65
Figura 79: Soporte cableado inicial eje X	65
Figura 80: Soporte cableado final eje X	66
Figura 81: Soporte tornillo del PLA.	66
Figura 82: Tuerca del tornillo de soporte PLA.	67
Figura 83: Soporte ejes X,Z	67

Figura 84: Soporte tornillo carrete.....	68
Figura 85: Soporte de módulos Mosfet.....	68
Figura 86: Soporte de del carrete de PLA.	69
Figura 87: Soporte cableado eje X.....	69
Figura 88: Soporte cableado eje Y.	70
Figura 89: Fuente de poder modificada	70

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones técnicas motor paso a paso	34
Tabla 2: Especificaciones técnicas acople motor paso a paso.	35
Tabla 3: Especificaciones técnicas del husillo eje Z.	36
Tabla 4: Especificaciones técnicas de la tuerca de cobre	37
Tabla 5: Especificaciones técnicas de la tuerca de cobre.....	38
Tabla 6: Especificaciones técnicas del rodamiento lineal.	38
Tabla 7: Especificaciones técnicas del Anet 3D V1.5.	40
Tabla 8: Especificaciones técnicas del driver pololu A4988.	41
Tabla 9: Resoluciones driver pololu A4988.	42
Tabla 10: Especificaciones técnicas Pantalla LCD.	42
Tabla 11: Especificaciones técnicas Módulo mosfet de cama caliente HA210N06 130A.....	43
Tabla 12: Especificaciones técnicas fuente de poder.	47

ÍNDICE ANEXOS

Diagrama eléctrico pantalla lcd.....	76
Diagrama electrónico conexiones microcontrolador.....	77
Diagrama electrónico fines de carrera.....	78
Conexiones driver motores paso a paso.....	79
Conexión módulos mosfet.....	80
Soporte módulos mosfet.....	81
Soporte eje Z.....	82
Soporte motor paso a paso eje Z.....	83
Soporte superior eje Z.....	84
Protector posterior display.....	85
Soporte delantero sujeción barrillas de desplazamiento eje Y.....	86
Soporte posterior sujeción barrillas de desplazamiento eje Y.....	87
Soporte medio principal.....	88
Soporte frontal pantalla display.....	89
Soporte lateral principal.....	90
Tensor de correa eje Y.....	91
Topes de barrilla de desplazamiento.....	92
Soporte de correa eje Y.....	93
Soporte fin de carrera eje Z.....	94
Soporte fin de carrera.....	95
Cadena porta cable.....	96
Soporte inicial de cadena eje Y.....	97
Soporte final de cadena eje Y.....	98
Base A eje filamento.....	99
Base B eje filamento.....	100
Refuerzo chasis.....	101
Tuerca eje filamento.....	102
Eje roscado filamento.....	103
Soporte final cadena eje X.....	104
Soporte inicial cadena eje X.....	105
Soporte motor eje Y.....	106

RESUMEN

Hoy en día la impresión 3D es una de las tecnologías más revolucionarias del siglo XXI. Doctores, ingenieros, amantes de las manualidades y dueños de pequeñas empresas han utilizado la impresión 3D, que le permite convertir una idea virtual en un objeto físico, ahora somos capaces de apreciar de cómo esta tecnología está revolucionando la manera de ver el mundo y de hacer las cosas de una manera más óptima y automática.

La impresora 3D permite realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por un ordenador o software. Su estructura en gran mayoría es de acrílico, funcionalmente consta de 5 motores paso a paso para su movimiento cartesiano junto con las barras y los rieles, una placa de control, una fuente de la alimentación de 12v que alimentará tanto a la placa de control como a todos los motores.

Para la puesta en marcha de la impresora 3D utiliza una placa basada en un microcontrolador ATMEGA la máquina recibe instrucciones de la computadora (en forma de códigos G) por medio de un cable USB y mediante su propio software convierte esas instrucciones en señales eléctricas para la puesta en marcha de los motores ubicados en cada uno de los ejes X, Y, Z, de la misma manera activando el motor del extrusor que por medio del mismo se inserta el material PLA o ABS a una temperatura de 190 pc a 235 °C .

PALABRAS CLAVE

Impresión 3D, PLA Ácido poli láctico, ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable.

ABSTRACT

3D printing nowadays is considered one of the most revolutionary technologies from XXI century. Doctors, engineers, craft lovers and small business owners have used 3D printing that allows to transform a virtual idea into a physical object. Now, we are able to appreciate how this technology is revolutionizing the way of seeing the world and of doing things in a more optimal and automatic way.

The 3D printer allows you to make 3D designs replicas, create volumetric pieces or models from a design made by computer or software. Its structure is mostly acrylic; functionally, it consists of five engines step by step for its Cartesian motion along with bars and rails, a control board, 12 V power supply that is going to power both the control board and all the engines.

To start up the 3D printer, we use a board based on an ATMEL microcontroller. The machine gets instructions from the computer (shaped like G codes) by means of a USB cable. In addition, through its own software turns that instructions into electrical signals for the engines starting placed in each of the X, Y, Z axes. At the same time and in the same way, the extruder engine is active and, through it, the PLA or ABS is inserted at 190°C to 235°C.

KEY WORDS

3D printing, Polylactic acid (PLA), Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), Arduino.



By Eng. Michelle Jácome Fonseca

INTRODUCCIÓN

La impresión 3D surgió como una tecnología emergente orientada a reducir los costos de mano de obra y materiales que se generan utilizando métodos de manufactura tradicionales. Las primeras investigaciones en este campo se realizaron hace ya más de 20 años, sin embargo, esta tecnología no había visto la luz debido a complicaciones relacionadas con liberación de patentes e intereses de grandes grupos económicos que impidieron su masificación e ingreso en el mercado. Una vez se ha superado la mayoría de obstáculos que mantenían a la impresión 3D entre las sombras, en la actualidad somos testigos de cómo esta tecnología está revolucionando la manera de ver el mundo y de hacer las cosas. La versatilidad de la impresión 3D permite que seamos capaces de diseñar y construir desde el más simple de los objetos cotidianos, pasando por puentes, casas, comida, hasta tejido humano.

La importancia de la impresión 3D implica un proceso de manufactura aditiva, lo que lo diferencia de los demás ya que las piezas que se construyen no se elaboran retirando material de un bloque grande, sino que se van extruyendo el material capa a capa de material que se endurece a temperatura ambiente. Esta característica permite que seamos capaces de realizar diseños sencillos o complejos según la necesidad, teniendo las imitaciones únicamente en cuanto a estructuras y materiales. En el mundo de la impresión 3D encontramos diversos tipos de máquinas que funcionan de diferentes maneras.

El presente documento se centra en la construcción de una impresora 3D modelo Anet A8, cualquier profesional, estudiante o aficionado de la Electrónica y moldeado y diseño de piezas en algún momento de su vida tendrá que diseñar sistemas que deberá incorporar en una tarjeta electrónica y a su vez deberá incorporarse en un compartimento. Las opciones comerciales por lo general están estandarizadas, por lo que el proyecto que se desarrolla se ve obligado a cumplir con las características definidas por fabricantes y asimilar otros proyectos de gama alta. Muchas veces esto limita la creatividad y obliga a que la persona que lleva a cabo el trabajo tenga que adaptar el mismo según el hardware que tiene disponible.

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La impresión 3D es un grupo de tecnologías de fabricación por adición donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de capas sucesivas de material. Por lo general son más rápidas, más baratas y más fáciles de usar que otras tecnologías de fabricación por adición, aunque como cualquier proceso industrial, estarán sometidas a un compromiso entre su precio de adquisición y la tolerancia en las medidas de los objetos a producirse.

La impresora 3D ofrece a los desarrolladores la capacidad de imprimir partes y montajes hechos de diferentes materiales, ya sea en ABS, PLA, NAILON, con diferentes propiedades físicas y mecánicas.

En Ecuador, existen apenas 6 tópicos en el foro oficial de RepRap para el país. No se han documentado más de 10 casos de personas que hayan logrado ensamblar una impresora del proyecto. Los precios locales por una impresora ensamblada sobrepasan los \$800 y llegan hasta los \$12000.

Debido a esto surge la necesidad de implementar un sistema de auto-replicación que inicialmente sirva para el desarrollo e investigación de nuevos e innovadores prototipos; y posteriormente una impresora de alta calidad.

Es por eso que, a la falta de un sistema de este tipo, los estudiantes de la carrera de Electromecánica se ven directamente afectados cuando es necesaria la construcción de piezas para los proyectos que se generan, ya que, en el país, tanto la impresión 3D como otros tipos tradicionales de maquinado tienen costos muy elevados.

Con la implementación de la impresora, los estudiantes de cualquier carrera pueden acceder a la misma, y solicitar impresiones cuando desarrollen planes donde se necesiten partes o piezas plásticas.

Adicionalmente, con el uso de la impresora los estudiantes adquirirán conocimientos útiles para el manejo de software de diseño, entornos de programación, modelado e impresión 3D, que son actualmente muy valorados por las empresas al momento de contratar personal, ya que son herramientas imprescindibles en el diario desarrollo de la industria.

1.2.JUSTIFICACIÓN

La construcción de una impresora 3D para la elaboración de piezas mediante el método de extrusión enfocado en el kit de la impresora Anet A8 a través de un prototipo se evaluará el comportamiento de determinado elemento dentro del funcionamiento general de la máquina y modificar cualquier característica en el mismo antes de construir una pieza final. Para este proyecto se incluirá realizar una mejora adecuando componentes tanto mecánicos, eléctricos y electrónicos, para perfeccionar el tipo de acabado en impresión tridimensional convirtiéndola en una de alta gama al igual que una impresora Prusa I3.

Este proyecto surge en base a la necesidad de poder contar con una impresora 3D de bajo costo y modificarla para dar competencia a otras impresoras existentes en el mercado nacional e internacional que son de alto costo y no muy accesible para talleres que comienzan en el ámbito de impresión 3D.

Se justifica la realización de este proyecto por el impacto que tiene la impresión 3D en la elaboración de objetos tridimensionales de alta calidad, el proyecto RepRap, no solamente puede imprimir infinidad de piezas plásticas en los dos materiales más comunes, ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) y PLA (Poli Ácido Láctico), sino que está orientado a convertirse en un estandarte de la evolución de las máquinas auto-replicas. Puede replicarse a sí misma, imprimiendo las piezas que están hechas de plástico; estas piezas, junto a otros componentes, pueden ser ensambladas por

cualquier persona que cuente con los materiales necesarios, a su vez permite el aprendizaje, investigación e innovación lo que conlleva a comprender su funcionamiento, ensamblado, calibración y construcción de prototipos de forma versátil y óptima.

En el Instituto las posibilidades de uso son muy variadas, como:

- Creación de piezas para robots y otros mecanismos
- Construcción de repuestos y piezas de refacción
- Impresión de envases, avisos, letreros

Por lo tanto, los alumnos son directamente beneficiados ya que los trabajos que en la mayoría de las ocasiones son realizados en talleres externos, se los puede realizar sin ningún inconveniente dentro del Instituto permitiendo, por una parte, enriquecer los conocimientos en Diseño e Impresión 3D de los estudiantes, y aliviando su economía a la vez que están en contacto con este tipo de tecnología.

Se espera que, a futuro, en el área de Electromecánica, se pueda llegar a incorporar el Diseño e Impresión, siendo la impresora 3D que se construirá la que inicie una tradición de Tecnólogos capaces de construir este tipo de máquinas auto replicantes para generar y probar sus propios prototipos.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Construir una impresora 3D utilizando el método de extrusión para la elaboración de piezas a base de PLA (Poli Ácido Láctico).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar información bibliográfica de impresión 3D mediante libros, artículos de revista, sitios web, para seleccionar un modelo de impresora a ensamblar y desarrollar el proyecto.
- Armar la impresora 3D utilizando los manuales y datos del fabricante para la modificación de sus componentes eléctricos y mecánicos.
- Validar el funcionamiento de la impresora 3D fabricando piezas plásticas basadas en PLA (Poli Ácido Láctico), para la comprobación del acabado final de piezas según las mejoras aplicadas a la máquina.

CAPÍTULO II

2.1. Antecedentes

La impresión 3D es una de las tecnologías revolucionarias del siglo XXI capaz de ofrecer a ingenieros, doctores hasta entusiastas del bricolaje y propietarios de pequeñas empresas la capacidad de fabricar sus propias piezas de plástico en tres dimensiones, para la utilización en las diferentes áreas de la industria.

En el Instituto de Investigación Industrial Municipal de Nagoya. Kodama (1980), describe un prototipo rápido de fotopolímeros, esta idea consiste en utilizar una tina de fotopolímero expuesto a la luz ultravioleta para endurecer una pieza.

En el desarrollo de las impresoras 3D. Hull (1986), patentó el aparato de estereolitografía (SLA), esta técnica de impresión 3D se refiere a un método de objetos capa por capa mediante un proceso en el que los láseres provocan que las cadenas de moléculas se unan, formando polímeros.

En la universidad de Texas. Deckard (1987), fue pionero en un método alternativo de impresión 3D, el cual convierte el polvo suelto en un sólido, en lugar del proceso de resina líquida de Chuck Hull. Este enfoque requiere de un láser para unir el polvo y solidificarlo.

Un nuevo método de Crup (1989), asegura que la fabricación aditiva llamado FMD (Fused Deposition Modeling), implica fundir filamentos de polímero y depositarlo en un sustrato capa por capa para crear un objeto, la idea de esta nueva tecnología llegó a Crump quién usando una pistola de pegamento caliente cargada con

una mezcla de polietileno y cera para velas, idea automatizar el proceso mediante la creación de una serie de capas delgadas apiladas una encima de la otra.

En la Universidad de Bath. Bowyer (2004), profesor de ingeniería mecánica propone y funda el proyecto RepRap, un plan de código abierto que tiene como objetivo fabricar una impresora 3D que pueda elaborar la mayoría de sus propios componentes, esta idea democratiza la impresión expandiendo la tecnología a personas de todo el mundo. El diseño del tipo RepRap se lanzó unos años después en marzo de 2007, a su vez le siguen otras versiones, incluyendo Mendel Prusa Mendel y Huxley (Bowyer, 2004).

En Holanda se lanza el proyecto RepRap Shapeways hace que la impresión 3D esté disponible para un público más amplio, sin embargo, en lugar de darles a las personas sus propias impresoras, Shapeways permite a los usuarios enviar sus propios archivos, que luego la compañía imprime en 3D y envía de vuelta.

También crea el código abierto D.I.Y. kits para personas que desean fabricar sus propias impresoras o productos impresos en 3D, la compañía también crea la biblioteca de archivos online Thingiverse, lo que permite a los usuarios enviar y descargar archivos imprimibles.

En el tema ensamblaje e implementación de una impresora 3d tipo RepRap para el Instituto Tecnológico Superior Sucre. Donoso (2015), sugiere que este tipo de maquina es la primera auto-replicable de uso general en el planeta, tiene la forma de una impresora 3D capaz de imprimir objetos plásticos. En Ecuador, existen apenas 6 tópicos en el foro oficial para el país. No se han documentado más de 10 casos de personas que hayan logrado ensamblar una impresora del proyecto.

En un emprendimiento se implementa un proyecto para la fabricación de máquinas CNC (Control Numérico Computarizado) como: impresoras 3D, cortadoras láser y router se desarrolla en la Ciudad del Conocimiento Yachay. La iniciativa es una propuesta del ecuatoriano Rodrigo Vaca, ganador del banco de ideas, quien eligió a Yachay como incubadora de su empresa. Este emprendimiento comprende la implementación de un 3D Printer Farm para establecer una línea de producción de máquinas CNC que fabrican máquinas CNC. Además, está próximo a adquirir una

máquina para inyectar polímeros, con lo que potencializará su empresa con un mayor grado de diferenciación (Vaca, 2017).

Hoy en la actualidad, ya sea que se trate de objetos pequeños, casas, bioimpresión o prótesis, la impresión en 3D está llegando a un público cada vez más grande, y con más impresoras disponibles.

2.1.1. Marco Teórico – Conceptual

2.1.1.1. Impresión 3D

La impresión 3D, o manufactura aditiva, es un grupo de tecnologías de fabricación que, partiendo de un modelo digital, permiten manipular de manera automática distintos materiales y agregarlos capa a capa de forma muy precisa para construir un objeto en tres dimensiones.

Según Mathilde Berchon y Bertier Luyt (2014), la impresión 3D funciona de modo completamente distinto: la pieza se crea en un solo paso, capa por capa, a un ritmo medio de unos dos centímetros de altura por hora. El objeto creado puede constar de mecanismos internos (como un rodamiento de bolas), formas tejidas y entrelazadas, o incluso de huecos y curvas.

Además, las autoras anteriores mencionan que la impresión 3D se lleva a cabo con la ayuda de una máquina 3D. Esta máquina puede tener tamaños y aspectos variados, y siempre está vinculada a diversos programas informáticos que son fundamentales para el proceso, pues permiten preparar el archivo 3D del objeto que se va a fabricar y controlar después la máquina durante la impresión. Una impresora 3D, por lo tanto, es una máquina capaz de fabricar un objeto físico a partir de un modelo 3D.

2.1.1.2 Tipos de impresoras 3D

Según Flynt (2018), la naciente creación de impresoras 3D para la elaboración de objetos tridimensionales a través de técnicas aditivas capa por capa supera el desarrollo de productos mediante el empleo de extrusión de material bruto.

La amplia gama de impresoras 3D que se encuentran en el mercado se podrían clasificar según su tamaño de impresión: como se indica en la figura 1 la impresora Desktop Printer posee 20 x 20 x 20 cm de capacidad de impresión y unos 1000 euros de coste de compra e instalación, a comparación de otras impresoras este tipo de máquina es hermética.

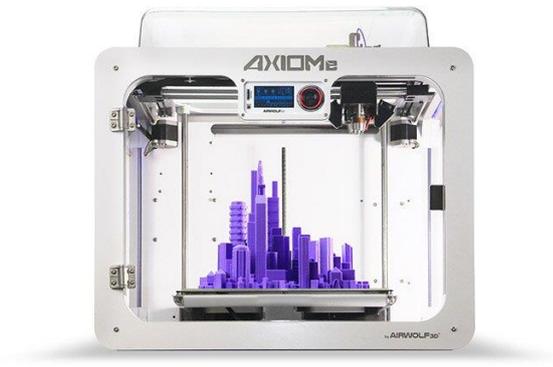


Figura 1. Desktop Printer.

Fuente. Por 3D insider (2018)

Por otra parte, el mundo de las impresoras 3D es muy amplio y existe la Gigabot Printer, unos 60 x 60 x 60 cm de capacidad de impresión y entre 4000 y 6000 euros de coste de compra e instalación. Como se observa en la figura 2, este tipo de impresora se puede trasladar de un lugar a otro sin problema ya que su estructura posee ruedas.



Figura 2. Gigabot Printer.

Fuente. Por Direct Industry (2020)

Según Josh Snider (2019), la impresora 3D Bigrep Printer imprime hasta 1,80 metros aproximadamente y coste de compra e instalación de unos 40.000 o 50.000 euros. La Bigrep Printer todavía se ubica como una de las máquinas con el precio por volumen más bajo disponible como se muestra en la figura 3, su estructura es más compacta.

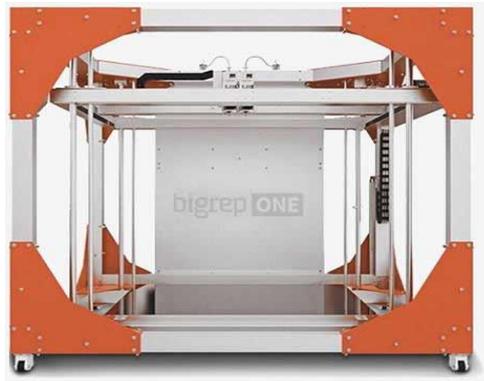


Figura 3. Bigrep Printer.

Fuente. Por Josh Snider (2019)

Según Cincinnati (2019), las impresoras de alta gama e impresión a gran dimensión, como se indica en la figura 4, Cincinnati Printer posee un volumen de impresión a gran escala y tamaños reales con un coste de unos 100.000 euros, su estructura y sus componentes son de alta calidad.



Figura 4. Cincinnati Printer.

Fuente. Por Visión Miner (2019)

Según Prusa3D (2020), las impresoras de dimensiones pequeñas como la Prusa I3 con un volumen de impresión 215 x 210 x 80 mm lo cual la hace muy accesible por su costo y tamaño para emprendedores que recién empiezan en el ámbito de impresión 3D. Se la puede observar en diferentes presentaciones como indica la figura 5.

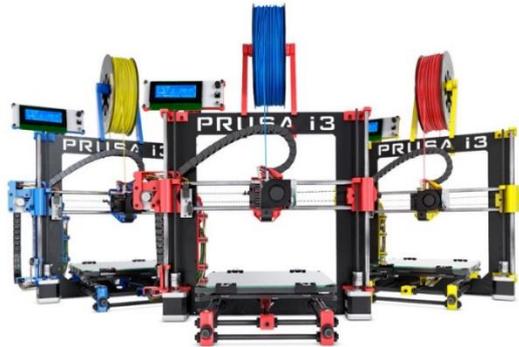


Figura 5. Prusa I3.

Fuente. Por Prusa 3D (2020)

Según ALL3DP (2018), una impresora 3D muy similar a la Prusa I3 como se observa en la figura 6, cuenta con una estructura acrílica cortada con láser y su volumen de impresión es de 220 x 220 x 240 mm. También es compatible con muchos materiales, entre los que se incluyen el ABS, el PLA, el PVA, el nailon, el polipropileno, los filamentos de madera.

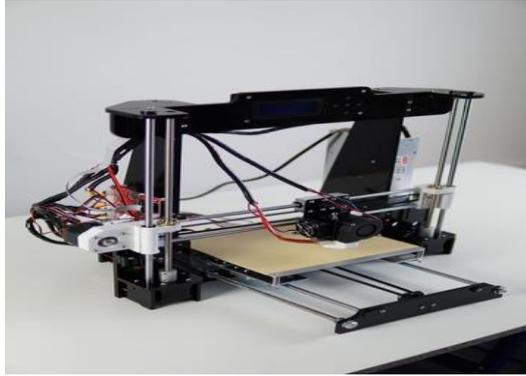


Figura 6. Anet A8.

Fuente. Por ALL3DP (2018)

2.1.1.3. Técnicas de impresión.

2.1.1.4. Modelado por deposición fundida, MDF.

Según Gil (2015), esta técnica fue desarrollada por la compañía norteamericana Stratasys al principio de la década de los noventa. Se trata de crear objetos mediante la adición pura de material sin emplear ningún tipo de aglutinado o curado más que la propia disposición sobre la capa anterior. Las limitaciones de este proceso vienen definidas por la metodología empleada ya que la impresión de cada capa como se muestra en la figura 7, se realiza empezando por el contorno y rellenando.

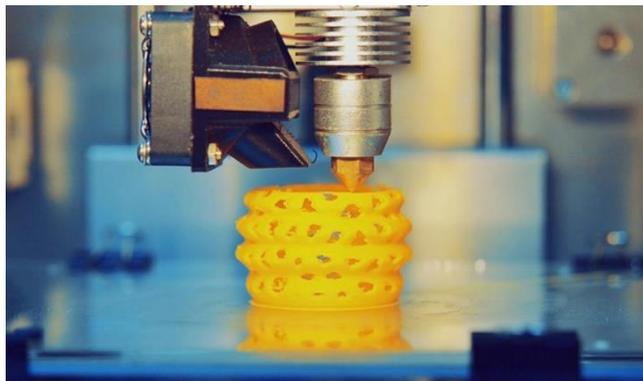


Figura 7. Modelado por deposición fundida.

Fuente. Por 3D Natives (2017)

2.1.1.5. Moldeado 3D por estereolitografía SLA

La estereolitografía se considera como el origen de los procesos de impresión 3D, con el primer equipo patentado en 1984 por Charles Hull y la primera máquina comercial desarrollada por 3D Systems en 1988. Este proceso como podemos ver en la figura 8, conocido como SLA (estereolitografía), utiliza el principio de foto polimerización para crear modelos 3D a partir de resinas sensibles a los rayos UV, se solidifica mediante el paso de una láser capa por capa, dotando con esto de mayor calidad a los modelos.

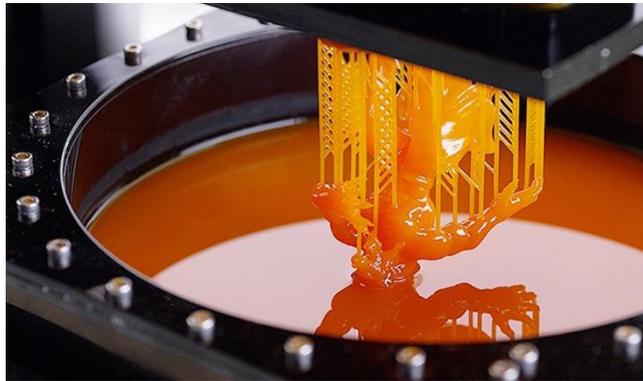


Figura 8. Estereolitografía SLA.

Fuente. Por 3D Natives (2017)

2.1.1.6. Sinterizado selectivo por láser o SLS

Según 100CIA (2018), el sinterizado selectivo por láser como se muestra en la figura 9, permite imprimir objetos funcionales sin recurrir a un aglutinante intermedio o a una eventual etapa de ensamble. Antes de la impresión, la concepción del objeto es realizada a partir de un software de CAD (CATIA, SolidWorks, ProEngineer). Este modelo será posteriormente enviado a una impresora en formato numérico. Luego, la impresión se realiza capa por capa, a partir de polvos fusionados, gracias a la temperatura generada por un láser CO₂.

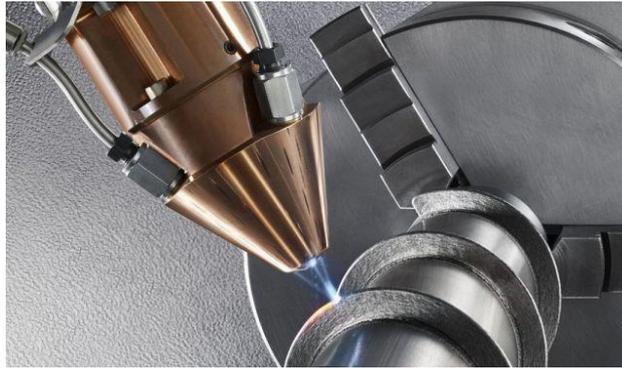


Figura 9. Sinterizado selectivo por láser.

Fuente. Por 100CIA (2018)

2.1.1.7. Software

Para que una impresora 3D funcione de un manera optima resulta fundamental que reciba datos precisos sobre cómo debe desarrollar el modelo. Una impresora 3D con un error en la información que recibe puede no realizar el modelo o realizarlo mal y que no sirva para su propósito. Por esto los técnicos empiezan a advertir la importancia de concebir, desde el inicio del diseño, un modelo tridimensional teniendo en cuenta el hecho de que se vaya a imprimir en 3D para luego no tener que rediseñar todo el archivo con el fin de adaptarlo a la impresora.

Para el campo de la impresión tridimensional el STL (Standard Tessellation Lenguaje), es un formato de archivo nativo de la plataforma de software CAD de estereolitografía desarrollada por 3D Systems. Siendo uno de los formatos de archivo 3D más antiguos, STL fue desarrollado en los años 80 como una forma de transferir datos desde modelos CAD 3D a una impresora 3D.

2.1.1.8. Cura Ultimaker

Según TR3SDLAND (2014), este tipo de software se emplea en el ámbito de la fabricación aditiva para traducir los modelos digitales 3D en formato STL, al código máquina (GCODE) que saben interpretar las impresoras. Se le denomina laminador a este tipo de programas, ya que va a trocear por láminas de un determinado grosor la figura diseñada en 3D. Posteriormente se van a ir imprimiendo por capas de abajo hacia arriba, de una en una.

Mediante las coordenadas X, Y, Z que CURA incorpora a cada una de esas laminas dentro del código que genera, la impresora ira leyendo estas coordenadas e ira sincronizando los motores para lograr que el HotEnd se sitúe todo el rato en el punto exacto donde debe posar el material, seguidamente tendremos un primer contacto con el software CURA y veremos con detalle todas sus opciones y configuraciones previas a la impresión. También veremos con más detalle y de manera más visual el proceso que sufre el archivo 3D (.stl) cuando lo convertimos a código GCODE con CURA, según su versión de software su vista se muestra como lo indica la figura 10.

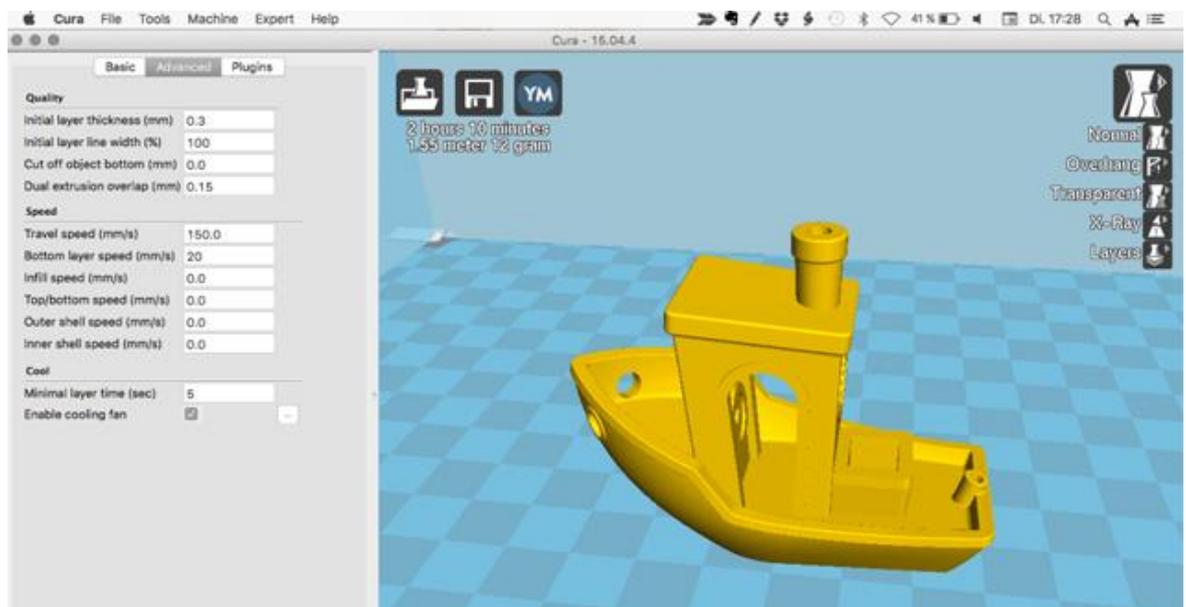


Figura 10. Cura Ultimaker.

Fuente. Por TR3SDLAND (2014)

2.1.1.9. Materiales

Una vez diseñado el modelo en algún tipo de software 3D y transformado para que una impresora pueda leerlo con su software correspondiente llega el momento de analizar los materiales que se pueden emplear para desarrollar el modelo, hasta ahora, las impresoras 3D han empleado principalmente plásticos, metales, cerámicas,

preparados comestibles semisólidos, hormigones o vidrios. Todos ellos se han comercializado ya en forma de polvo, líquido, gel, filamentos vendidos en bobinas al peso.

Según Gil (2015), el ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno), es el plástico más común en las impresoras domésticas de adición a través de un cabezal. Se trata de un termoplástico sensible al calor que a través de un proceso de fusión se extrude y se solidifica como indica la figura 11. Tiene un punto de fusión elevado y en el proceso de extrusión alcanza los 230 - 260 grados antes de ser depositado en las llamadas “camas calientes”, soporte calentado a través de unas resistencias. Sin embargo, el ABS tiene alguna notable desventaja como es el hecho de que durante el proceso de impresión pueda desprender gases que en concentraciones altas podrían llegar a ser dañinos para el ser humano.

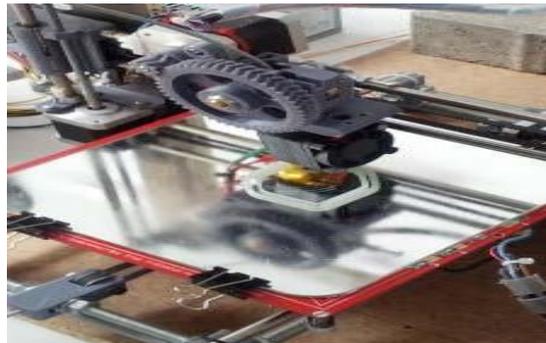


Figura 11. Plástico ABS impreso sobre cama caliente.

Fuente. Por Gil (2015)

Además, existe el PLA (Poli Ácido Láctico) es un material plástico que compite con el citado ABS. Suele denominársele como natural por proceder de plantas como el maíz, sin embargo de momento se han desarrollado algunas recicladoras de material que generan nuevas bobinas de plástico como se ve en la figura 12, el PLA tiene ciertas ventajas frente al ABS como el hecho de que expulsar gases nocivos para la salud, la mayor amplia gama de colores en la que se encuentra en el mercado, el no necesitar un soporte caliente sobre el cual ser depositado lo que hace que pueda utilizarse en más impresoras que el ABS.

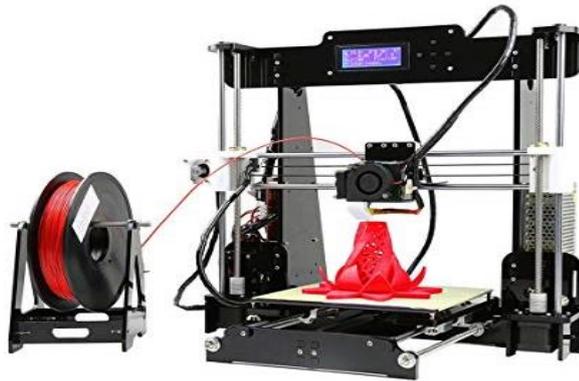


Figura 12. PLA en bobina.

Fuente. Por 3D Maker Now (2020)

2.1.1.10. Componentes

2.1.1.11. Display lcd

Las siglas LCD significan “Liquid Cristal Display” o pantalla de cristal líquido. Es una pantalla plana basada en el uso de una sustancia líquida atrapada entre dos placas de vidrio, haciendo pasar por este una corriente eléctrica a una zona específica, para que así esta se vuelva opaca, como indica la figura 13, cada pixel individual se divide en tres cédulas o sub pixeles con los colores RGB (Rojo, Verde y Azul) respectivamente, y así cada pixel puede controlarse para producir una gran variedad de colores distintos.

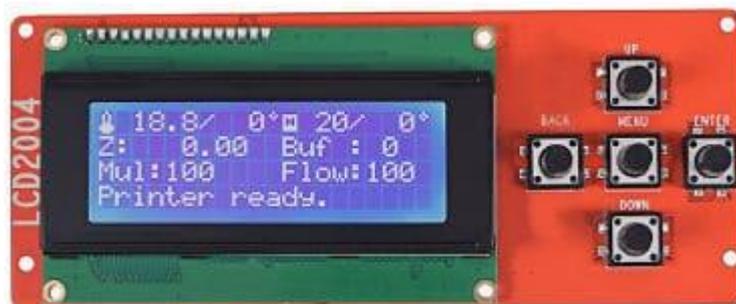


Figura 13. Display LCD.

Fuente. Por Aliexpress (2020)

2.1.1.12. Motor paso a paso

Según Ingeniería Mecafenix (2017), un motor paso a paso como se muestra en la figura 14, es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados, dependiendo de sus entradas de control, los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de 1.8° , Es por eso que ese tipo de motores son muy utilizados, ya que pueden moverse a deseo del usuario según la secuencia que se les indique a través de un microcontrolador.



Figura 14. Motor paso a paso.

Fuente. Por Ingeniería Mecafenix (2017)

2.1.1.13. Anet 3D V1.5

Es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa, el microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al

microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores, también cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores.

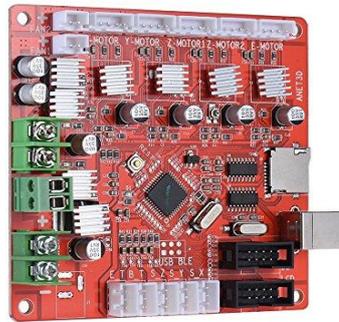


Figura 15. Anet 3D V1.5.

Fuente. Por AliExpress (2020)

2.1.1.14. Módulo mosfet de cama caliente HA210N06 130A

Son dispositivos de tres terminales: FUENTE (Source), DRENAJE (Drain) y PUERTA (Gate) que trabajan controlando la corriente entre drenaje y fuente a través del campo eléctrico establecido mediante la tensión aplicada al terminal de puerta. El terminal de puerta, que funciona como terminal de control, no maneja virtualmente corriente, salvo alguna corriente de fuga. El dispositivo como se ve en la figura 16, sirve para una elevada impedancia de entrada (puede llegar a valores del orden de 10 M Ω que resulta esencial en variadas aplicaciones como ser: llaves analógicas, amplificadores de muy alta impedancia de entrada, etc. Son muy utilizados, también, como resistencias controladas por tensión y fuentes de corriente.



Figura 16. Módulo mosfet.

Fuente. Por Maetrónica (2018)

2.1.1.15. Cama Caliente (Hot Bed)

Según Diosdado (2018), se la conoce como Heated Bed en inglés. Suele ser una plancha calefactora que se pone junto a la superficie de impresión para que el filamento se adhiera a ella. Por eso, lo normal es poner esta plancha sobre la superficie en la que se imprime, y encima de esta se coloca un cristal o una plancha de aluminio, o una pegatina imantada para poder remover fácilmente las piezas recién impresas, El funcionamiento de las camas calientes se pasa en el principio de Joule. Al pasar una corriente eléctrica a través de un conductor este se calienta debido a que los electrones que circulan por el no dejan de «chocarse» con los átomos del material conductor, actualmente se suele hablar de 2 tipos de cama caliente para impresoras 3D:

2.1.1.16. MK2

Son placas de aluminio o baquelita que tienen un circuito eléctrico en el interior que cubre toda la superficie de la cama caliente. Suelen utilizar corriente continua, y las puedes encontrar de 12V o 24V. Como se muestra en la figura17, este tipo de cama caliente es más eficiente y se calientan más rápido.



Figura 17. Cama caliente tipo MK2.

Fuente. Por Zona Maker (2018)

2.1.1.17. De silicona

Estas camas están hechas de silicona como se puede observar en la figura 18, son flexibles y con un adhesivo en una de las caras. Normalmente, este tipo de camas, se pegan a una plancha plana de aluminio. Y sobre el aluminio un cristal en el que se imprime la pieza. No obstante, la principal diferencia con el tipo PCB es que para calentarse utilizan hilo de nicrón en el interior, consiguiendo así llegar a la temperatura objetivo muchísimo más rápido que las anteriores, como desventaja al momento de su funcionamiento, consume mucha más electricidad a diferencia de la MK2. Hoy en día se puede encontrar camas de silicona de 300, 600 e incluso 1200W.

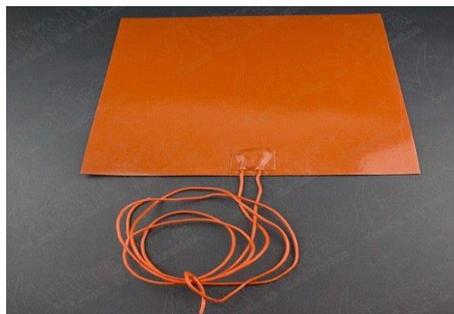


Figura 18. Cama caliente de silicona.

Fuente. Por Vistronica (2016)

2.1.1.18. Fuente de alimentación

La fuente de poder o de alimentación es el dispositivo que se encarga de transformar la corriente alterna de la línea eléctrica comercial que se recibe en los domicilios en corriente continua o directa; que es la que utilizan los dispositivos electrónicos tales como televisores y computadoras, suministrando los diferentes voltajes requeridos por los componentes, incluyendo usualmente protección frente a eventuales inconvenientes en el suministro eléctrico, como la sobretensión, las fuentes de alimentación pueden ser lineales o conmutativas:



Figura 19. Fuente de alimentación.

Fuente. Por Barcelona led (2020)

2.1.1.19. Extrusor (HotEnd)

Es la parte de la impresora 3D que va arrastrando el filamento o material de impresión 3D que estemos usando, para luego fundirlo y depositarlo en la cama caliente y crear nuestra impresión en 3D, a continuación, describiremos cada una de los elementos que lo componen:

2.1.1.20. Motor paso a paso

Realiza el trabajo para empujar el filamento hasta la boquilla mediante el engranaje de tracción. Se puede visualizar en la figura 20.

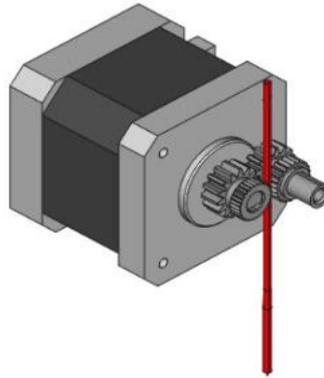


Figura 20. Motor paso a paso.

Fuente. Por 3DNatives (2020)

2.1.1.21. Rodamiento de presión

El rodamiento de presión como observa en la figura 21, se encarga de hacer presión al filamento contra el engranaje de tracción para que el filamento entre de manera continua directamente en el Nozzle.

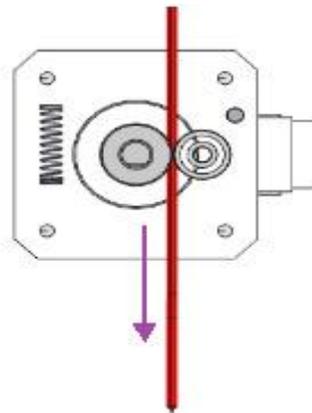


Figura 21. Rodamiento de presión.

Fuente. Por 3DNatives (2020)

2.1.1.22. Engranaje de tracción

Este elemento como se observa su sistema en la figura 22, posee una rueda dentada de 36 o 40 dientes, que es el encargado de empujar el filamento a medida que el motor gira según la cantidad de material a utilizarse.

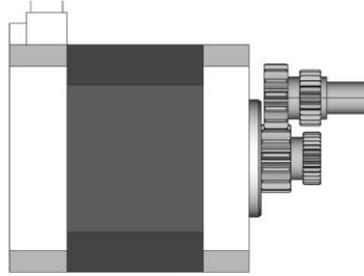


Figura 22. Engranaje de tracción.

Fuente. Por 3DNatives (2020)

2.1.1.23. Hotend

Esta pieza como indica la figura 23, se encarga de fundir el plástico a 190 grados centígrados para que salga por la boquilla o Nozzle, a través de un tubo por donde pasa el filamento de 1.75 mm para ser depositado capa por capa de la pieza a imprimir.



Figura 23: Hotend.

Fuente. Por 3DNatives (2020)

2.1.1.24. Termistor

Los termistores de impresoras 3D como se muestra en la figura 24, son unos pequeños componentes electrónicos capaces de medir la temperatura de manera muy precisa. En las impresoras 3D se utilizan para conocer en todo momento la temperatura del hotend y de la cama.



Figura 24. Termistor.

Fuente. Por DEIMPRESORAS3D (2018)

2.1.1.25. Boquilla de salida

Es por donde sale el filamento fundido, hay que decir que puede tener varias medidas en función del tamaño de la salida (0,5 mm-0,4 mm-etc.), como indica la figura 25, el agujero de salida se llama NOZZLE, además se pueden adquirir boquillas de distintos tamaños, pues del tamaño del Nozzle dependerá una parte de la resolución y calidad de la impresión

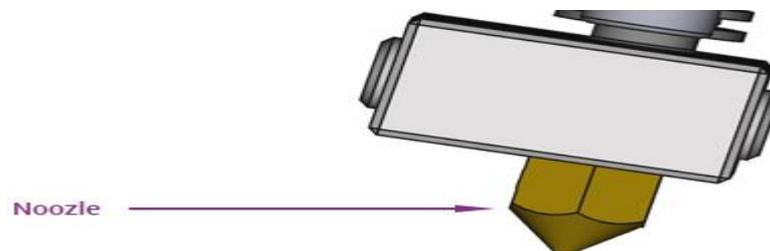


Figura 25. Boquilla de salida.

Fuente. Por 3DNatives (2018)

2.1.1.26. Tipos de extrusor

2.1.1.27. Extrusor directo

La extrusión directa consiste en situar el motor que empuja el filamento directamente sobre el hot-end en la propia pieza móvil de la impresora. Como se muestra en la figura 26, este sistema es usado comúnmente en la mayoría de las impresoras al ser de los primeros que se desarrolló junto a las impresoras Rep-Rap.

Las desventajas de este tipo de extrusor son las siguientes:

- Una sola Pieza.
- Desmontable.
- Fácil a la hora de atascos o averías.
- Para todo tipo de filamentos

Al ser un sistema de los primeros que se desarrolló posee este tipo de desventajas

- Dificulta el movimiento de los ejes X y Z, pues añade un peso considerable
- Impresiones a menos velocidad.

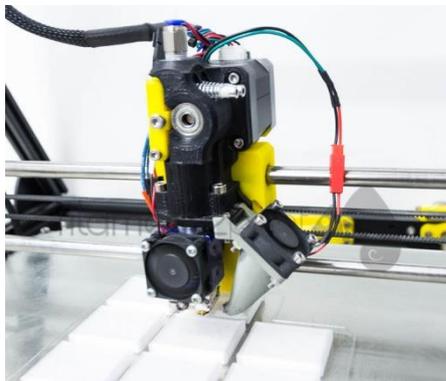


Figura 26. Extrusor directo.

Fuente. Por filament2print (2018)

2.1.1.28. Extrusor indirecto o Bowden

Consiste en sacar el motor de empuje de filamento de las partes móviles y situarlo en la estructura de la impresora como indica la figura 27. De esta forma guiaremos el filamento hasta el hot-end mediante un tubo de PTFE. Este tubo suele tener un diámetro interno mayor al del filamento para compensar las tolerancias de fabricación que pueda tener el filamento y que no se produzcan atascos.

El desarrollo del extrusor bowden posee estas ventajas:

- Los ejes X y Z, no tienen peso añadido.
- Puede llegar a tener más calidad de impresión pues el eje X no tiene peso añadido
- Impresiones más rápidas

Al imprimir con este tipo de extrusor posee estas desventajas:

- No puede imprimir con material flexible.
- Sufre más averías.
- El tubo de teflón hay que cambiarlo con el uso.



Figura 27. Extrusor indirecto o bowden.

Fuente. Por filament2print (2018)

2.1.1.29. Husillo de rosca trapecial

La tuerca intercambiable es un husillo de paso deslizante con un ángulo de 45° que resulta fácil de obtener mediante mecanizado. Su gran ángulo de paso resulta muy adecuado para obtener un mecanismo transversal rápido a bajas revoluciones, Este modelo como se observa en la figura 28 permite convertir fácilmente el movimiento lineal en movimiento rotativo y viceversa con una eficacia del 70%. Puesto que el paso es grande, es óptimo para la construcción de un mecanismo de alimentación rápida con rotación a velocidad reducida.

2.1.1.30. Tipos de husillos

2.1.1.31. Husillos de bolas

Es un husillo que cuenta con un sistema de rodamiento de bolas. Según Norelem (2020), menciona que el movimiento se realiza por rotación, no por deslizamiento, por lo que el rozamiento es menor y la fricción es más baja. Este tipo de husillos reparte el esfuerzo entre varias bolas, por lo que resiste (o ejerce) altas cargas de empuje, los husillos de bolas están presentes, entre otros, en los sistemas de apertura de puertas de los aviones y en la dirección asistida de los volantes de los automóviles.

2.1.1.32. Husillos de recirculación de bolas.

La transmisión de husillo de bolas es un conjunto que convierte el movimiento giratorio en movimiento lineal. Comprende un husillo de bolas y una tuerca de bolas empaquetados en un conjunto con rodamientos de bolas recirculantes. La interfaz entre el husillo de bolas y la tuerca de bolas se realiza mediante rodamientos de bolas que ruedan en hormas que concuerdan con las bolas.

2.1.1.33. Husillos de recirculación de bolas con tuercas dobles.

Según Salazar (2017), sugiere que para disminuir el juego axial y aumentar la rigidez es necesario que haya una precarga en el interior de la tuerca y sobre los elementos de rodadura. Para ello se utiliza el husillo de tuerca doble, compuesto por dos tuercas simples entre las cuales se inserta un espaciador, que ejerce una precarga a tensión.

2.1.1.34. Husillos de recirculación de bolas con tuercas rotativas

En un husillo de recirculación de bolas, lo que gira es el eje, mientras que la tuerca permanece inmóvil. En cambio, si tiene tuercas rotativas, lo que se mueve es la tuerca, y el tornillo permanece fijo. Este tipo de husillos se utilizan en casos en los que hay riesgo de que el eje se desestabilice, por montaje o velocidad.

Ventajas de los husillos

- Gran capacidad de carga
- Compacto
- Fácil de diseñar
- Fácil de fabricar
- Movimiento lineal preciso
- Silencioso
- No requiere de gran mantenimiento
- Consta de pocas piezas, simple

Desventajas de los husillos

- Riesgo de desgaste de los filetes por fricción excesiva

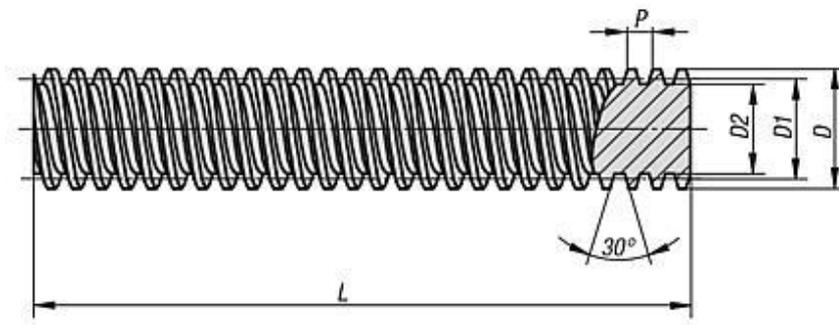


Figura 28. Husillo de rosca trapecial.

Fuente. Por Norelem (2020)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

Para este estudio se aplicará una metodología exploratoria, con la cual se busca una solución a la ausencia de conocimiento de impresión 3D y la utilidad que puede tener esta en la elaboración de piezas a base de PLA (Poli Ácido Láctico), con medidas máximas de 22mm x 22mm x 24mm.

Mediante esta metodología, se calificará los resultados obtenidos en base a ensayos de impresiones en 3D el cual aportaran al desarrollo e innovación en elaboración del producto final que propone este proyecto.

3.2. Método de investigación

3.2.1. Investigación Exploratoria

Nos permite sondear el problema en un contexto particular, así obtener mayor información. La investigación se inicia en el nivel exploratorio debido a que el investigador se involucra, conoce el problema, tiene una visión clara y directa.

3.2.2. Investigación Bibliográfica

Este proyecto se fundamenta en la modalidad de investigación documental puesto que se realiza con la información de documentos como libros, parte de textos, artículos o informes técnicos, fotocopias, monografías, tesis, memorias, folletos, etc. En esta investigación es importante elegir los documentos fundamentales para su realización.

CAPÍTULO IV

4.1. DISEÑO

Las expectativas sobre las tecnologías de fabricación aditiva, conocidas también como impresión 3D, son muy altas en el momento actual. Por otra parte, las tecnologías de fabricación que se consideran tradicionales y prescindibles seguirán siendo durante un tiempo y los materiales utilizados serán cada vez más variados.

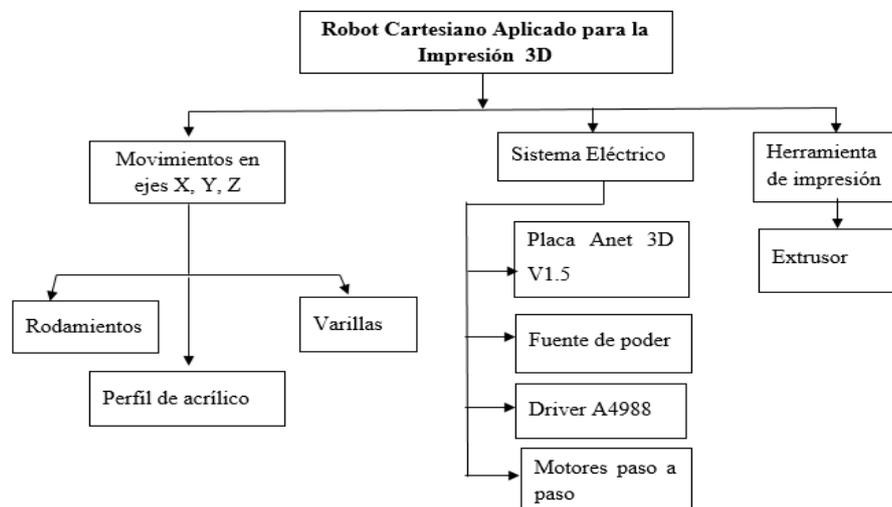


Figura 29. Mapa conceptual del Robot Cartesiano Aplicado para la impresión 3D.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la figura 29 se representa el sistema de funcionamiento de la impresora Anet A8, con respecto a los mecanismos que la componen y las funciones que cumplen. El sistema mecánico se divide en dos componentes fundamentales, que son la estructura de los movimientos en los tres ejes vectoriales (x, y, z) y la herramienta de extrusión accionada por un motor paso a paso. Las funciones de ambos mecanismos vienen a su vez controladas por el sistema eléctrico, que abarca elementos como el software controlador y los motores paso a paso, además de la correcta implementación y configuración de este último depende el accionar preciso y eficiente de los otros mecanismos, que son los encargados de ejecutar la impresión.

4.2. Diseño mecánico.

El sistema mecánico de la impresora Anet A8 está elaborado por estructuras de acrílico, como guías para los movimientos en los tres ejes vectoriales. Con este material es más fácil de ensamblar y modificar la estructura del producto. Además, este material es uno de los más utilizados para la instalación de cualquier elemento o estructura para prototipos automatizados, gracias a sus propiedades físicas, como la resistencia a la corrosión, ligereza y durabilidad. Esta estructura sirve como guía, por la cual se desplazan piezas de varilla redonda para generar los movimientos lineales a través de los tres ejes vectoriales.

Esta estructura de los ejes adquiere movimiento por medio del sistema de transmisión de movimientos. Este utiliza motores paso a paso, que se conectan a los ejes de movimiento mediante poleas las cuales son utilizadas para transformar el movimiento rotatorio de los motores en el movimiento lineal de los ejes.

4.2.1. Estructura del eje X.

El movimiento en el eje X está delimitado por la estructura de acrílico como se exhibe en la figura 30. Las aristas sobresalientes se asientan sobre el motor paso a paso, mientras el marco que se forma en la parte superior funciona como estructura para la colocación de las guías de movimiento. Estas se colocan horizontalmente, en dirección paralela al piso, y permiten un desplazamiento lateral del mecanismo en donde se sujeta el extrusor, lo que genera desplazamientos en el eje de las X.

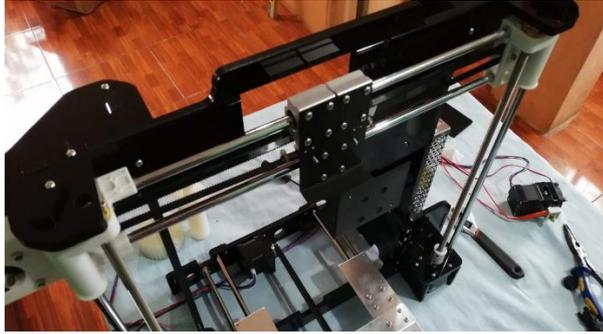


Figura 30. Estructura del eje X.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.2.2. Estructura del eje Y.

Para generar movimientos en este eje se utiliza un perfil de acrílico con la estructura que se muestra la figura 31. Esta estructura se coloca en la parte inferior del mecanismo, como base respecto de la estructura previamente mencionada, y soporta los ejes para el desplazamiento mediante la correa dentada, que se colocan en sentido transversal, perpendicular al de los que corresponden al eje X. En esta estructura se ancla una base en donde se asienta la cama caliente, la cual a su vez se desplaza en sentido transversal al de la estructura anterior, lo que da movimiento en el eje Y.

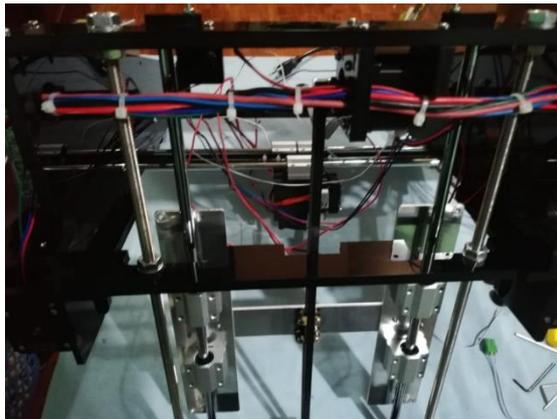


Figura 31. Estructura del eje Y.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.2.3. Estructura del eje Z.

Para generar movimiento en el eje Z se requiere, además del mecanismo general de los otros dos ejes, una estructura vertical cuyo diseño se puede apreciar en la figura 32. Esta estructura consiste en dos partes, una que sirve de soporte para los rieles que dirigen el movimiento, en un mecanismo similar al de los otros ejes, y otra que sirve como base para el eje x, y que a su vez se desplaza a través de los rieles, en un movimiento vertical que corresponde al eje Z.



Figura 32. Estructura del eje Z.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.2.4. Sistema de transmisión de movimientos.

Una vez desarrollada la estructura de los tres desplazamientos vectoriales, se establece un sistema de transmisión de movimientos, que es el encargado de transmitir la energía necesaria para realizar los desplazamientos requeridos en impresión de la pieza. Dicho sistema tiene varios componentes, de los cuales, el primero a mencionar y el más importante para su funcionamiento, es el motor paso a paso, se muestra en la figura 33.

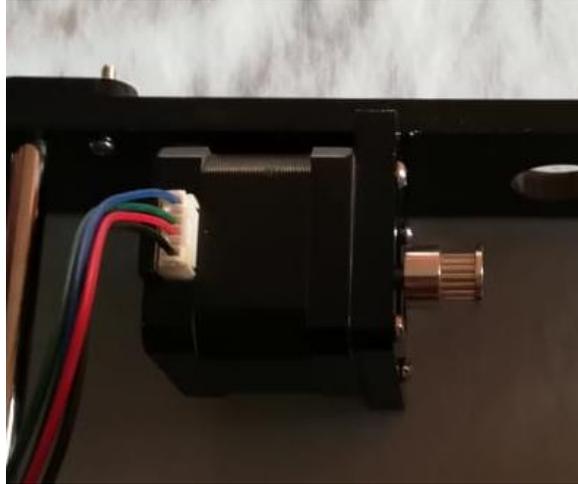


Figura 33. Motor paso a paso.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

La principal importancia de estos dispositivos es que generan la energía utilizada para ejecutar los desplazamientos que se realizan a través de los ejes vectoriales. A su vez, su utilidad radica en que se puede controlar electrónicamente su funcionamiento, control que se traslada consecuentemente al desplazamiento a través de los ejes. En la tabla 1 se observa cada una de las características técnicas del motor utilizado en la impresora 3D.

Tabla 1

Especificaciones técnicas motor paso a paso

Especificación	Detalle
Dimensiones	4.2*4.2*3.4cm
Longitud de línea	Acerca de 31cm
Modelo del motor	17H S1352-P4130
Ángulo de paso:	1.8 grados
Voltaje	12v – 24V
Corriente /fase	1.33A
Resistencia/fase	2.1Ω
Inductancia / fase	2.5mh
Par estático	2.2kg-cm
Toma de corriente	4-lineas
Inercia	35g-cm ²
Par de ubicación	120kg-cm

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Sin embargo, para generar estos desplazamientos en los tres ejes vectoriales, se requiere de algunos otros elementos, puesto que los motores no generan el movimiento lineal que se necesita. Uno de estos elementos es el acople para motores paso a paso, como el que se puede visualizar en la figura 34. Este mecanismo es el encargado de transferir el movimiento del motor hacia otro elemento clave, el husillo, pieza que se encarga de convertir el movimiento circular proveniente del motor, a movimiento lineal.

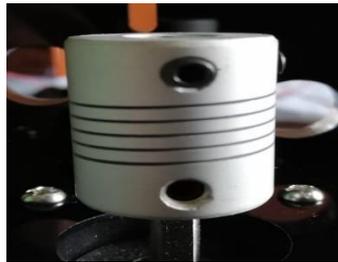


Figura 34. Acople flexible.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la tabla 2 se describe cada una de las características técnicas del acople del motor paso a paso utilizado en el prototipo robótico.

Tabla 2

Especificaciones técnicas acople motor paso a paso.

Especificación	Detalle
Diámetro	5mm a 8mm
Longitud	25mm
Material	Aluminio

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Por su parte, los husillos son tornillos largos de amplio diámetro, se puede apreciar en la figura 35, que se utilizan en este prototipo para transformar sentido y la dirección del movimiento circular realizado por el motor paso a paso, hacia un movimiento lineal que se desplaza por el eje vectorial correspondiente. De esta manera, el mecanismo conformado por el husillo y el acople flexible transfiere la energía generada por el motor paso a paso hacia su correspondiente eje Z.



Figura 35. Husillo.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Tabla 3

Especificaciones técnicas del husillo eje Z.

Especificación	Detalle
Diámetro	8mm
Longitud	345 mm
Material	Acero Inoxidable

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Otro elemento del sistema de transmisión a considerar es la tuerca de cobre, como la que se visualiza en la figura 36.



Figura 36. Tuerca de cobre.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la tabla 4 se muestra cada una de las características técnicas de la tuerca de cobre utilizada para generar el movimiento lineal utilizado.

Tabla 4

Especificaciones técnicas de la tuerca de cobre

Especificación	Detalle
Diámetro	8mm
Longitud	15mm
Material	Cobre

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Para desplazar el eje Z de la impresora 3D se ha utilizado varillas y rodamientos lineales como se ha descrito previamente. Estas varillas se anclan en las diferentes estructuras de perfil de acrílico, y sirven como rieles para direccionar la parte respectiva de la máquina en su desplazamiento a través del eje vectorial correspondiente. En la figura 37 se puede apreciar una muestra del tipo de varilla que se utilizó en la elaboración de este mecanismo.



Figura 37. Varilla de acero inoxidable.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la tabla 5 se describe cada una de las características técnicas de las varillas que fueron utilizadas para el desplazamiento de los ejes de la impresora 3D.

Tabla 5

Especificaciones técnicas de la tuerca de cobre

Varillas	Longitud	Diámetro	Material
Varilla eje X	430mm	8mm	Acero inoxidable
Varilla eje Y	380mm	8mm	Acero inoxidable
Varilla eje Z	380mm	8mm	Acero inoxidable

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Por otra parte, la multiplicidad de movimientos en distintas orientaciones que realiza la máquina, requiere de rodamientos para su ejecución. En este caso, se ha utilizado rodamientos de tipo lineales, para permitir al mecanismo los desplazamientos que se requiere por los tres ejes vectoriales, los cuales se pueden apreciar en la figura 38.



Figura 38. Rodamiento lineal.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la Tabla 6 se muestra cada una de las características técnicas del rodamiento lineal de utilizado para desplazamientos de la impresora 3D.

Tabla 6

Especificaciones técnicas del rodamiento lineal.

Especificación	Detalle
Diámetro interno	10mm
Diámetro externo	17mm
Longitud	24mm
Peso	13g

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.3. Cinemática del robot cartesiano.

El robot tiene una configuración cartesiana ya que los movimientos que realiza son basados en interpolaciones lineales a través de los ejes coordenados del plano cartesiano, debido a que el manipulador se desplaza de un punto y otro. Los desplazamientos que posee este robot son aplicados para el desbaste de placas de baquelita. Para controlar la dimensión, velocidad y orientación de estos movimientos, se utiliza un sistema electrónico que controla de forma precisa dichos movimientos.

4.4. Sistema electrónico.

El sistema electrónico de la impresora 3D se basa en la utilización de microcontroladores como la Anet 3D V1.5, o el driver A4988 pololu, los cuales se implementan a los motores paso a paso de la máquina a través de insumos como cables de conexión y la fuente de poder.

4.4.1. Anet 3D V1.5.

Es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa, el microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que se conecte se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

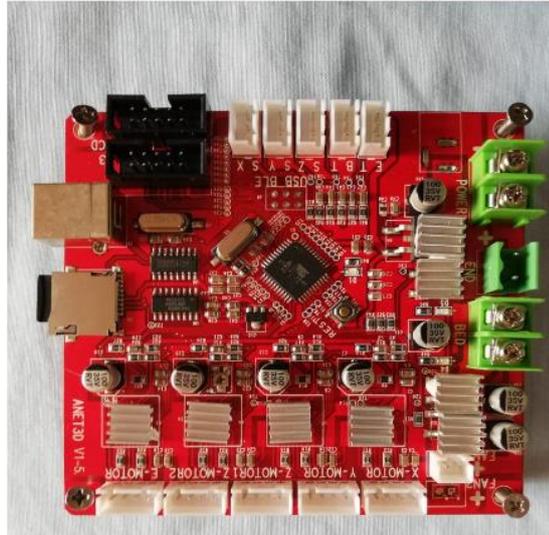


Figura 39. Tarjeta Electrónica Anet 3D V1.5.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la tabla 7 se describe que cada una de las características técnicas del microcontrolador ATmega 1284p que utiliza para el control de la máquina.

Tabla 7

Especificaciones técnicas del Anet 3D V1.5.

Especificación	Detalle
Microcontrolador	ATmega 1284p
Voltaje de operación	5Vcc
Voltaje de alimentación (Recomendado)	12Vcc
I/O Digitales	32 (6 son PWM)
Entradas Analógicas	8
Memoria Flash	128KB
EEPROM	4KB
Frecuencia de trabajo	16MHz
Dimensiones	14,4 x 11 x 3,4 cm

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.4.2. Driver pololu A4988.

El uso del driver pololu A4988 permite el control de cada uno de los motores que se encargan de generar todas las señales eléctricas necesarias para el desplazamiento de los ejes vectoriales. Este dispositivo, que se puede apreciar en la figura 40, tiene las protecciones necesarias de temperatura, corriente y bajo voltaje, entre otras condiciones comunes que pueden dañar los componentes electrónicos. Además, posee un control de corriente ajustable mediante un potenciómetro en el módulo.



Figura 40. Driver pololu A4988.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la tabla 8 se describe cada una de las características técnicas del driver pololu A4988 para el control de los diferentes motores paso a paso de la impresora 3D.

Tabla 8

Especificaciones técnicas del driver pololu A4988.

Especificación	Detalle
Voltaje de operación del motor paso a paso	8 a 35 V
Máxima corriente por bobina	2 A
Interfaz simple de 2 pines con el microcontrolador	Pines STEP y DIRECTION
Resoluciones	Paso completo, 1/2 de paso, 1/4 de paso, 1/8 de paso y 1/16 de paso
Voltaje alimentación pololu	3-5.5V

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Los motores suelen tener una especificación por tamaño de paso (por ejemplo, 1,8 ° o 200 pasos por revolución), que se aplica a pasos completos. Un controlador de micro paso como el A4988 permite resoluciones más altas para ubicaciones de pasos intermedios que se logran energizando las bobinas con niveles de corriente intermedios. Por ejemplo, conducir un motor en modo de 1/4 le permite alcanzar un ritmo de 200 pasos por revolución (800 microsteps) al usar cuatro niveles de corriente diferentes. Estas diferentes resoluciones se esquematizan a detalle en la tabla 9.

Tabla 9

Resoluciones driver pololu A4988.

MS3	MS2	MS3	Resolución Microstep
Bajo	Bajo	Bajo	Paso completo
Alto	Bajo	Bajo	Medio paso
Bajo	Alto	Bajo	Paso cuarto
Alto	Alto	Bajo	Octavo paso
Alto	Alto	Alto	Decimosexto paso

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.4.3. Display lcd.

La pantalla plana basada en el uso de una sustancia líquida atrapada entre dos placas de vidrio, haciendo pasar por este una corriente eléctrica a una zona específica, para que así esta se vuelva opaca, cada pixel individual se divide en tres cédulas o sub pixeles con los colores RGB (Rojo, Verde y Azul) respectivamente. Y así cada pixel puede controlarse para producir una gran variedad de colores distintos, en la figura 41 se observa la pantalla y los botones.



Figura 41. Pantalla LCD.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la tabla 10 se describe cada una de las características técnicas de la pantalla LCD.

Tabla 10

Especificaciones técnicas Pantalla LCD.

Especificación	Detalle
Voltaje de operación	5vcc
Soportes para tarjeta de control	RAMPS 1.4
Retro iluminado	azul
Peso	129 g
Dimensiones	18 x 10 x 3 cm

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.4.4. Módulo mosfet de cama caliente HA210N06 130A.

Son dispositivos de tres terminales que trabajan controlando la corriente entre drenaje y fuente a través del campo eléctrico establecido mediante la tensión aplicada al terminal de puerta. El terminal de puerta, que funciona como terminal de control, no maneja virtualmente corriente, salvo alguna corriente de fuga. El dispositivo como indica la figura 42, una elevada impedancia de entrada (puede llegar a valores del orden de 10 M Ω) que resulta esencial en variadas aplicaciones como ser: llaves analógicas, amplificadores de muy alta impedancia de entrada, etc.



Figura 42. Módulo Mosfet.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la tabla 11 se describe cada una de las características técnicas del Módulo mosfet de cama caliente HA210N06 130A

Tabla 11

Especificaciones técnicas Módulo mosfet de cama caliente HA210N06 130A.

Especificación	Detalle
Voltaje de operación	12 V-24 V
Corriente máxima con refrigeración activa	210A
I (Max)	25A
Agujeros de montaje	3.2mm de diámetro, para tornillos M3.
Dimensiones	60*50mm

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.4.5. Cama Caliente (Hot Bed).

Suele ser una plancha calefactora que se pone junto a la superficie de impresión para que el filamento se adhiera a ella. Por eso, lo normal es poner esta plancha sobre la superficie en la que se imprime como se muestra en la figura 43.



Figura 43. Cama Caliente.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.4.6. Extrusor (HotEnd).

Es la parte de la impresora 3D que va tirando, arrastrando, cogiendo, el filamento o material de impresión 3d que estemos usando, para luego fundirlo y depositarlo en la cama caliente y crear nuestra impresión en 3D, a continuación, describiremos cada una de los elementos que lo componen:

4.4.7. Motor paso a paso.

Realiza el trabajo para empujar el filamento hasta la boquilla y de esta manera poder fundirlo, su mecanismo se puede visualizar en la figura 44.

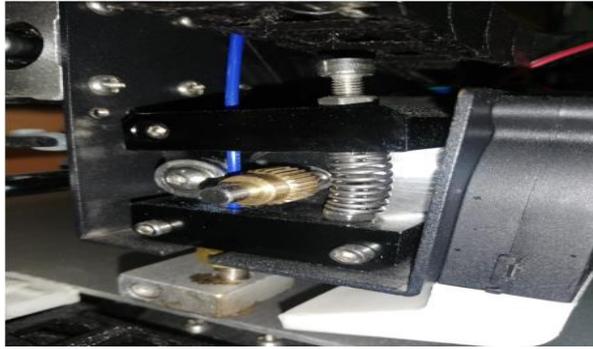


Figura 44. Extrusor.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.4.8. Hotend.

Esta es la pieza como muestra la figura 45, se encarga de fundir el plástico a 190 grados centígrados para que salga por la boquilla o Nozzle, a través de un tubo por donde pasa el filamento de 1.75 mm para ser depositado capa por capa de la pieza a imprimir.

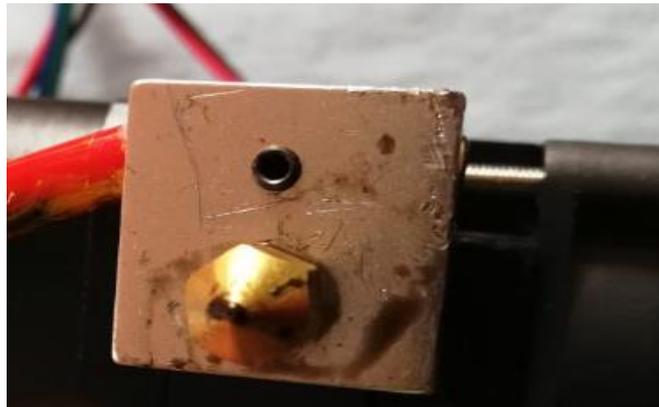


Figura 45. Nozzle.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.4.9. Sensor final de carrera.

Dentro de los componentes electrónicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto es dispositivos electrónicos mecánico situados al final del recorrido de los ejes X Y Z en el caso de robots como se muestra en la figura 46.

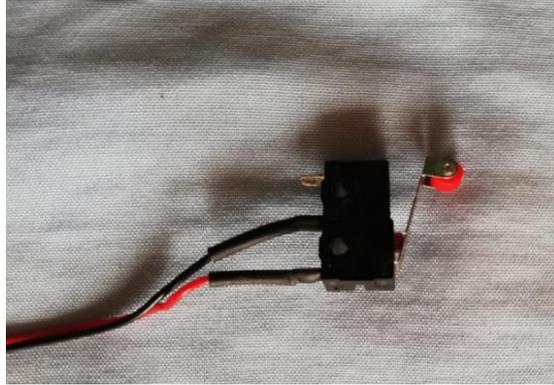


Figura 46. Fin de carrera

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.4.10. Fuente de poder.

La fuente de alimentación se obtiene mediante un dispositivo convertidor de corriente alterna (CA) en corriente continua (CC), el cual, en el caso de este prototipo, alimenta tanto a la tarjeta de control como a los motores paso a paso, mediante la conexión elaborada con los cables de conexión. Si bien la fuente de poder no requiere de programación ni maneja el desarrollo de los desplazamientos, es una pieza angular del sistema electrónico, en tanto brinda la energía necesaria para que los demás componentes puedan operar, su forma se puede visualizar en la figura 47.



Figura 47. Fuente de Poder.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la tabla 12 se describe cada una de las características técnicas de la Fuente de Poder

Tabla 12

Especificaciones técnicas fuente de poder.

Especificación	Detalle
Voltaje de entrada	110 -240 VAC 50/60 Hz
Tensión de salida	12 VDC
Potencia de salida	240W
Corriente de salida	20A
Dimensiones	200 mm (largo) x 110 mm (ancho) x 50 mm (alto)
Modelo	S-240-12

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA IMPRESORA 3D ANET A8.

En esta parte se procede a describir y explicar el proceso de ensamblaje de la impresora 3D, indicando cada una de las partes que lo conforman, mediante la utilización del software Fusión 360 que se ha implementado para el diseño maquina en plano 3D, como se presenta en la figura 48.

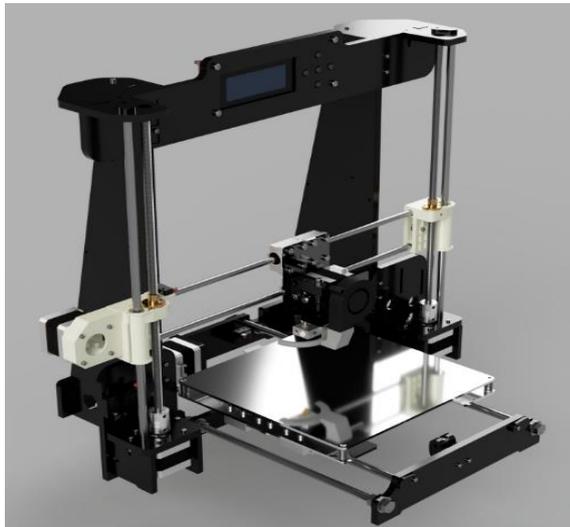


Figura 48. Diseño de la impresora 3D en Software Fusión 360.
Fuente. Por Marco Valss (2017)

4.5.1. Ensamblaje de la estructura.

Para ensamblaje de la estructura de la impresora 3D se requirió, piezas hechas de un material llamado acrílico como se muestra en la figura 49 y 50 las diferentes piezas que conforman dicha estructura.



Figura 49. Piezas de la estructura de acrílico.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)



Figura 50. Estructura de acrílico.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.1.1. Ensamblaje eje Y.

El movimiento del eje Y se basa en el desplazamiento de la varilla a lo largo del perfil de acrílico, lo que permite más firmeza y facilidad en el desplazamiento. Además, está constituido por piezas de aluminio y motores paso a paso. En las figuras 51 y 52 se presenta la colocación tanto del motor paso a paso en el soporte como de las varillas redondas.



Figura 51. Colocación del Motor Paso a Paso en el Soporte.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

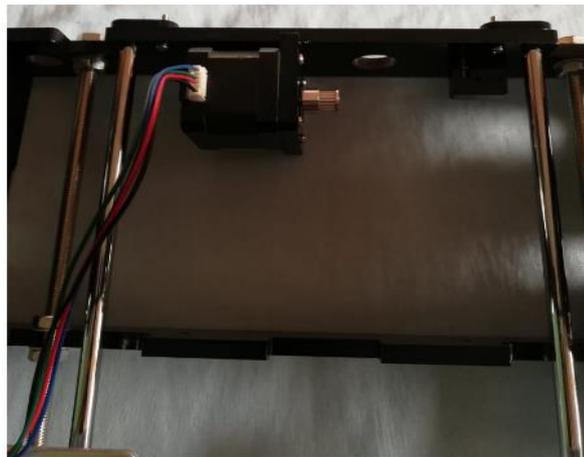


Figura 52. Colocación de las varillas redondas.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

En la figura 53 se presenta la colocación del soporte de la cama caliente sobre los rodamientos lineales y la correa dentada.

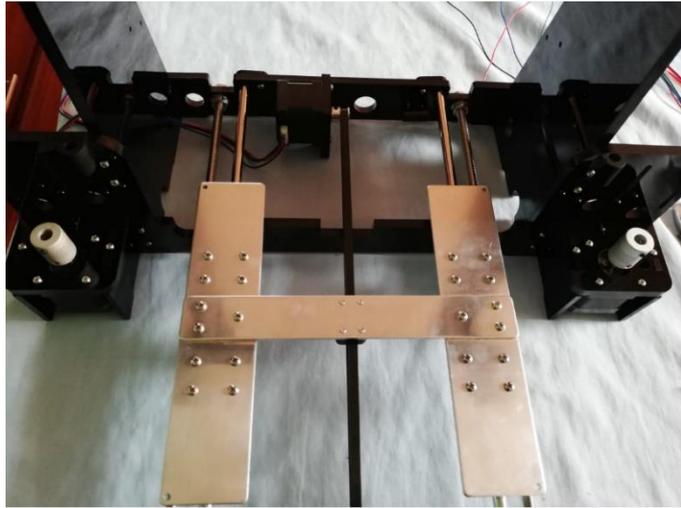


Figura 53. Colocación de base de aluminio y correa dentada.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

A continuación, como se muestra en la figura 54 se presenta la colocación de la cama caliente sobre la base de aluminio.

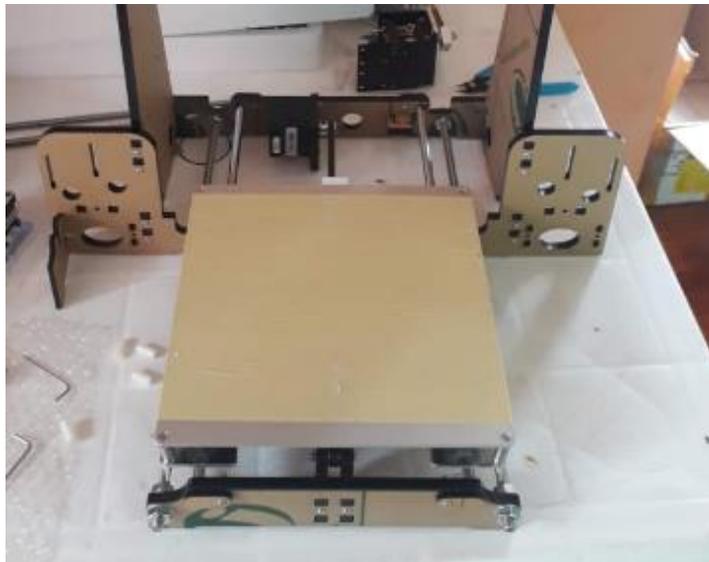


Figura 54. Colocación de la cama caliente.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.1.2. Ensamblaje Eje Z.

El movimiento del eje Z se basa en el desplazamiento de la varilla a lo largo del perfil de acrílico, lo que permite más firmeza y facilidad en el desplazamiento. Además, está constituido 2 motores paso a paso. En las figuras 55 y 56 se presenta la colocación tanto del motor paso a paso en el soporte como de las varillas redondas.

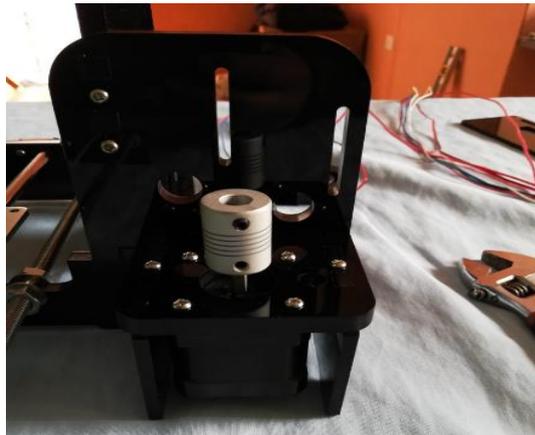


Figura 55. Colocación de uno de los dos motores paso a paso.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)



Figura 56. Colocación de las varillas y husillo.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.1.2. Ensamblaje Eje X.

Sobre el eje X se desplaza el extrusor, donde el soporte está constituido por unas bases de plástico que será sujetado en el soporte del eje Z, como se presenta en la figura 57.

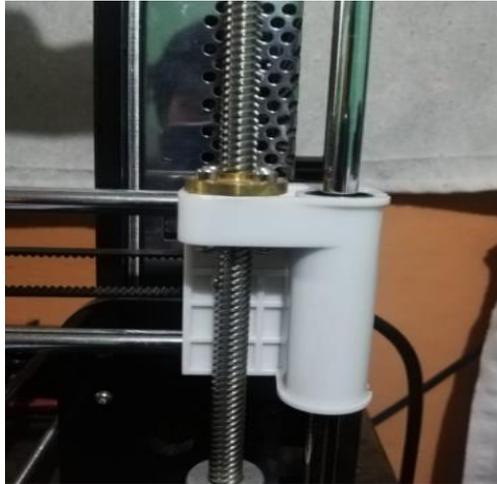


Figura 57. Colocación del soporte de plástico.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Es necesario montar el soporte del motor paso a paso que está integrado por un motor paso a paso, dos varillas y la correa dentada, los mismos que permiten el desplazamiento del extrusor como se muestra en la figura 58.

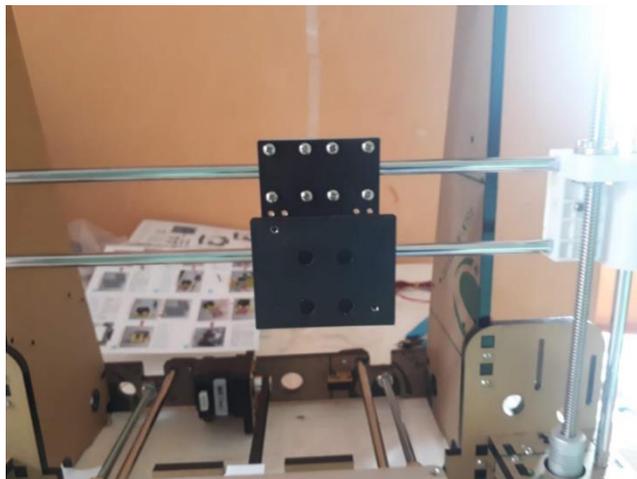


Figura 58. Colocación de las varillas eje X.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.1.3. Montaje de la tarjeta de control Anet 3D V1.5.

Para el montaje de la tarjeta de control se cuenta con agujeros en las esquinas de la placa, los cuales permitirán montar la tarjeta con separadores plásticos, para evitar cortocircuitos que afecten a la conexión del dispositivo. Las figuras 60 y 61 grafican la ubicación que deben tener los agujeros del circuito, y como se la instala respectivamente proyecto. La principal característica de la tarjeta de control es la integración de un ATmega 1284p. Sus cinco salidas de motor son alimentadas por drivers A4982. La tarjeta puede usar el mismo firmware que se usa para RAMPS1.4., permitiendo ser conectada a 12v.

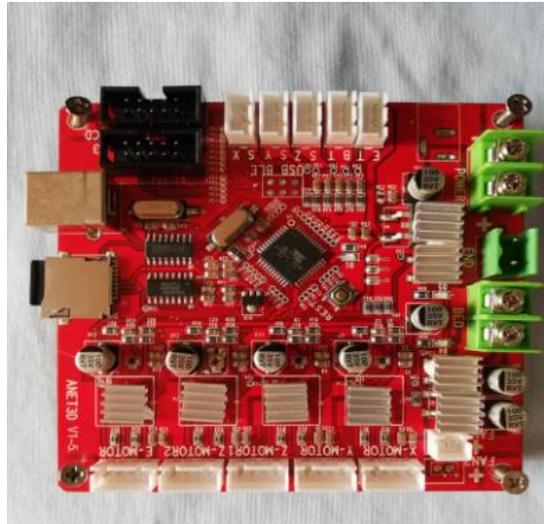


Figura 59. Tarjeta de control.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)



Figura 60. Montaje de la tarjeta de control.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.1.4. Ensamblaje del extrusor.

Para este proceso de ensamblaje, se debe colocar el extrusor en su base de aluminio como se presenta en la Figura 59.

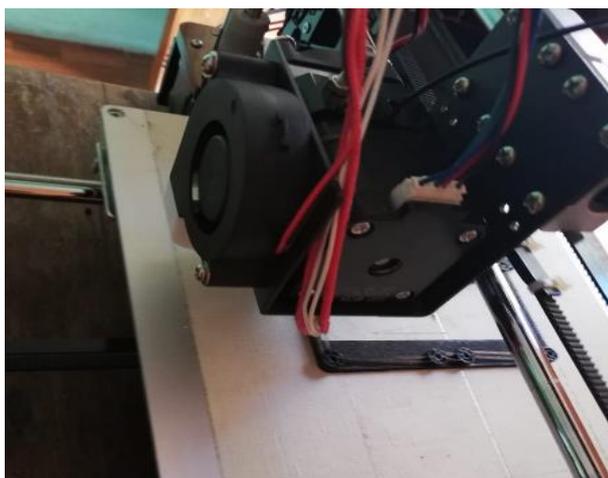


Figura 61. Colocación del extrusor.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.1.5. Montaje de la Pantalla lcd.

Por último, resta montar el display se la ubica en la estructura de acrílica del eje X teniendo en cuenta tu posición en la figura 62y 63 se observa el montaje de dicha pantalla lcd.



Figura 62. Montaje del display.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

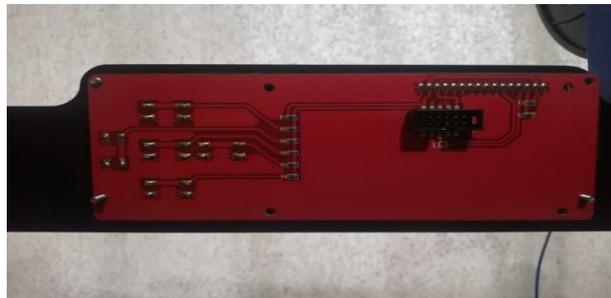


Figura 63. Vista posterior pantalla LCD.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.1.6. Conexión y cableado.

La tarjeta Anet 3D V1.5 con la que trabaja la impresora tiene incorporados todos los sistemas necesarios para el funcionamiento de la misma, además los conectores están muy bien identificados y los elementos como motores, termistores, fines de carrera, etc. Se muestra en la figura 64, posee conectores con llave que impiden una conexión errónea y prácticamente eliminan cualquier probabilidad de error. Para conectar la fuente se regula el voltaje de salida en 12 VDC y se conecta respetando la polaridad.

Posterior al cableado se realizan las respectivas conexiones y se utiliza espiral plástica para organizar los cables y mejorar la estética de la impresora.

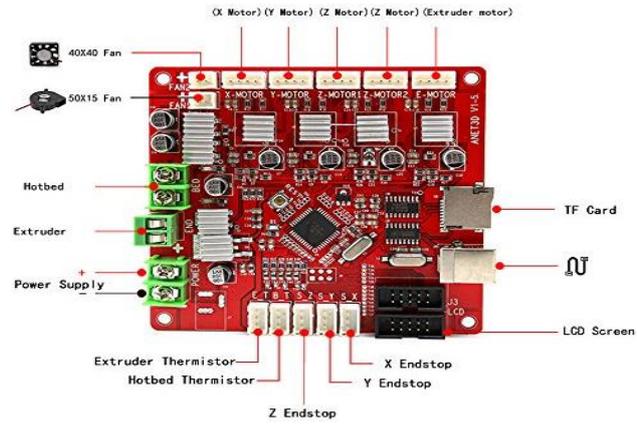


Figura 64. Conexión de componentes.

Fuente. Amazon (2018)

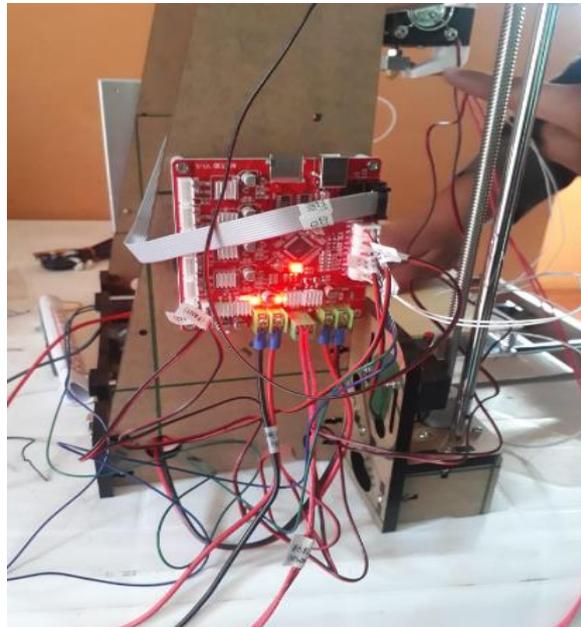


Figura 65. Cableado tarjeta de control.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)



Figura 66. Cableado Módulo mosfet.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)



Figura 67. Conexiones Tarjeta de Control.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)



Figura 68. Conexiones fuente de poder.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.1.7. Nivelación.

Ahora que se tiene la impresora 3D totalmente ensamblada, el siguiente paso antes de la primera puesta en marcha consiste en nivelar tanto la cama caliente (eje Y) como la base de impresión (eje X) como se muestra en la figura 69, no requiere un proceso muy complicado, utilizando las herramientas adecuadas se logra una nivelación ideal, con lo que virtualmente la máquina está lista para empezar a trabajar. Lo que resta es guardar un modelo imprimible en la tarjeta MicroSD para demostrar en primera instancia la capacidad de independencia de la impresora.

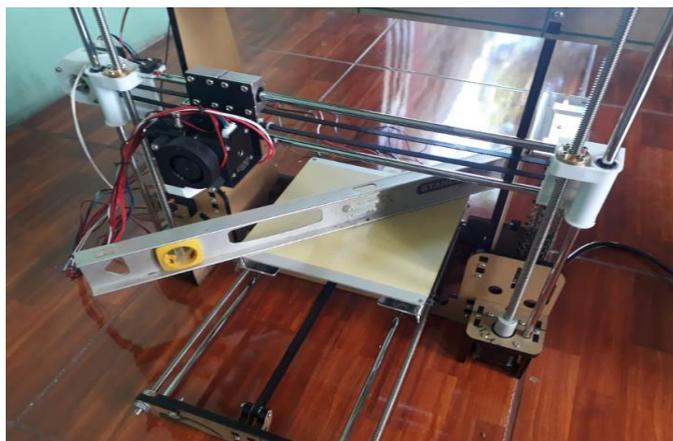


Figura 69. Nivelación del área de impresión.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.2. Puesta en marcha.

Una vez se ha ensamblado la estructura mecánica y conectado los diferentes sistemas el próximo paso es realizar pruebas de funcionamiento. A través del display, se puede acceder a todas las funciones y configuraciones que ofrece la máquina. El desplazamiento por los menús se lo realiza mediante los pulsadores, y la selección de acciones se produce al presionar ligeramente el botón central.

4.5.2.1. Diagrama de bloques del proceso de impresión.

El diagrama de bloques es una representación que exhibe las relaciones existentes entre los diversos componentes de un conjunto, donde cada bloque representa una etapa completa del proceso. En la Figura 70 se muestra el diagrama de bloques que corresponde al proceso de impresión. Este proceso está compuesto por 9 bloques que se detallan a continuación.

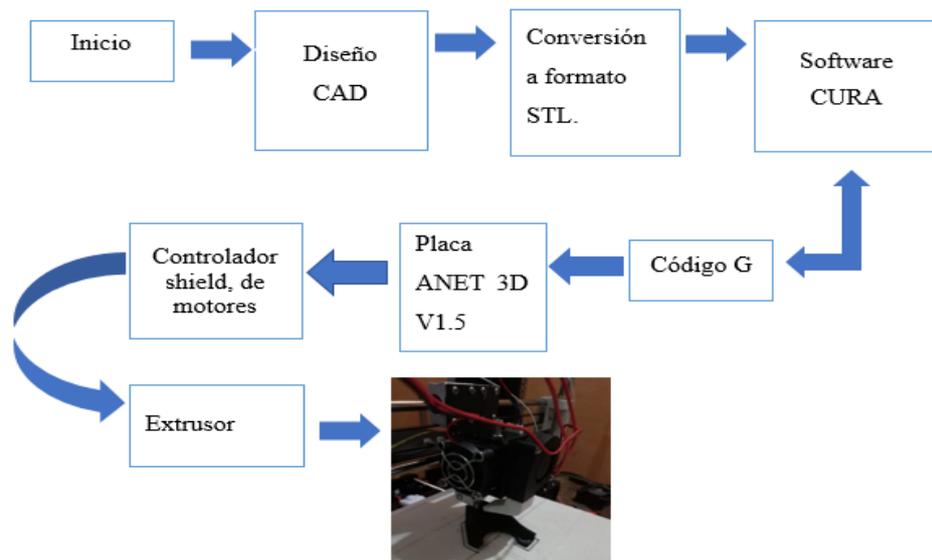


Figura 70. Diagrama de bloques proceso de impresión.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Ahora que existe comunicación con la impresora, se realizan pruebas de funcionamiento de todos los sistemas. Se verifica el movimiento de los motores, se comprueba que la temperatura que indique el display sea coherente y se corresponda

con la temperatura ambiente, se prueba el funcionamiento de los fines de carrera y se confirma que se puede acceder a todas las funciones del menú.

Para que una impresora 3D pueda crear una pieza, necesita el tipo correcto de archivo. En el caso de imprimir desde una tarjeta MicroSD se debe proporcionar un archivo g-code que es el lenguaje que interpreta la máquina. Ahora, la mayoría de archivos que generan los programas de diseño son diferentes a g-code, por lo que se necesita encontrar un programa que permita convertir los diversos tipos de archivo que se obtiene (. stl, .obj, dwg, etc.) a un lenguaje apropiado para la máquina (g-code).



Figura 71. Pantalla principal de la interfaz.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

4.5.2.2. Software de conversión.

La finalidad es realizar pruebas y calibraciones de la máquina, por lo que no es necesario realizar algún diseño sino simplemente basta con descargar alguno de los muchos disponibles en diferentes plataformas de descarga gratuita en internet.

Se escoge un cubo relleno simple descargado de la web Thingiverse para realizar las calibraciones, pero al descargar el archivo tiene extensión. Stl por lo que es necesario realizar la conversión del mismo.

Para esto se descarga la última versión 4.6.1 de CURA, un programa de desarrollo libre y que cumple con los parámetros establecidos para el desarrollo del proyecto. Se abre el archivo y se lo exporta como g-Code hacia la MicroSD para su posterior impresión.

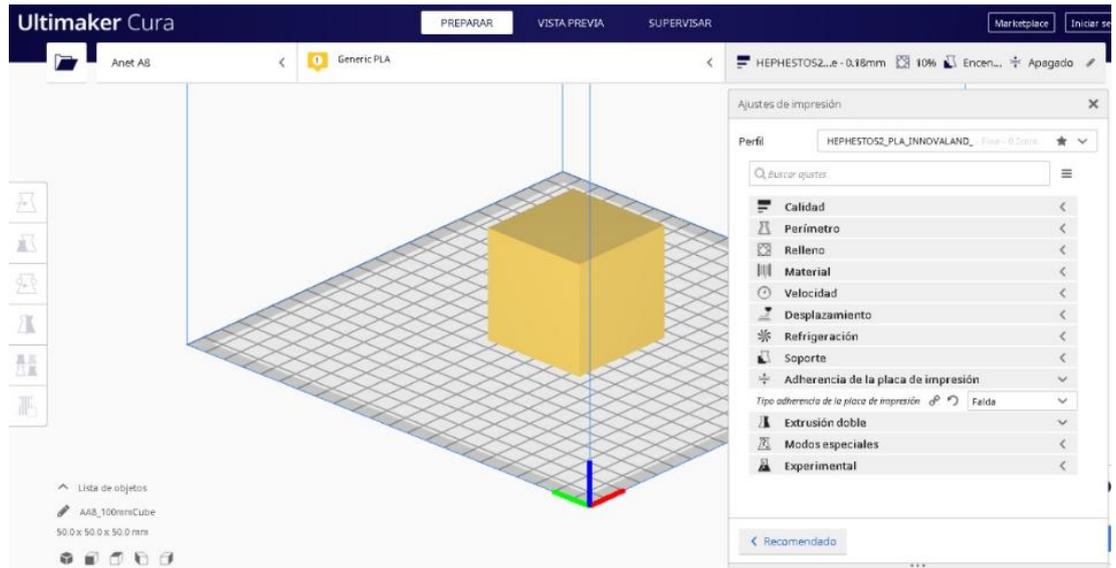


Figura 72. Interfaz principal de CURA 4.6.1.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Sin conocimientos previos sobre este tipo de tecnología, se realiza la conversión utilizando la configuración original del programa CURA, donde se puede modificar absolutamente todos los parámetros que determinan la calidad de la impresión, con los cuales hay que familiarizarse poco a poco.

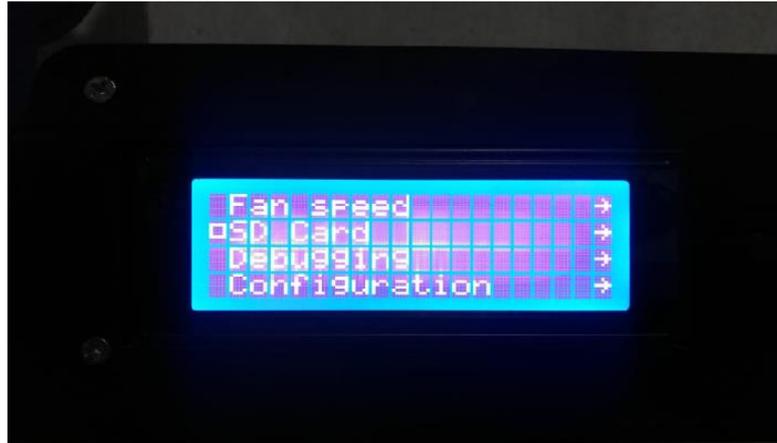


Figura 73. Tarjeta MicroSD insertada.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Una vez convertido el archivo, se lo transfiere a la MicroSD y se inicia la impresión. Los primeros intentos de impresión no dan los resultados obtenidos, por lo que el siguiente paso a seguir es profundizar en las configuraciones del software, para de esa manera lograr obtener una impresión dentro de los parámetros establecidos. Tras modificar varias configuraciones, después de varios intentos fallidos, y varias horas de trabajo, se obtiene una impresión consistente, rígida y que se corresponde en detalles y rasgos al modelo original.

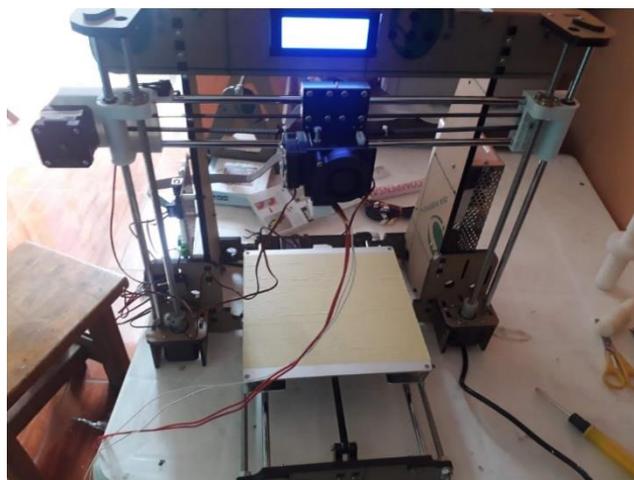


Figura 74. Impresora ensamblada y lista para trabajar.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Por lo tanto, el material con el que se trabaja es (PLA), ya que en comparación con el otro material más conocido (ABS) presenta mejores características en cuanto a resistencia a fricción, golpes, calor y deformación.

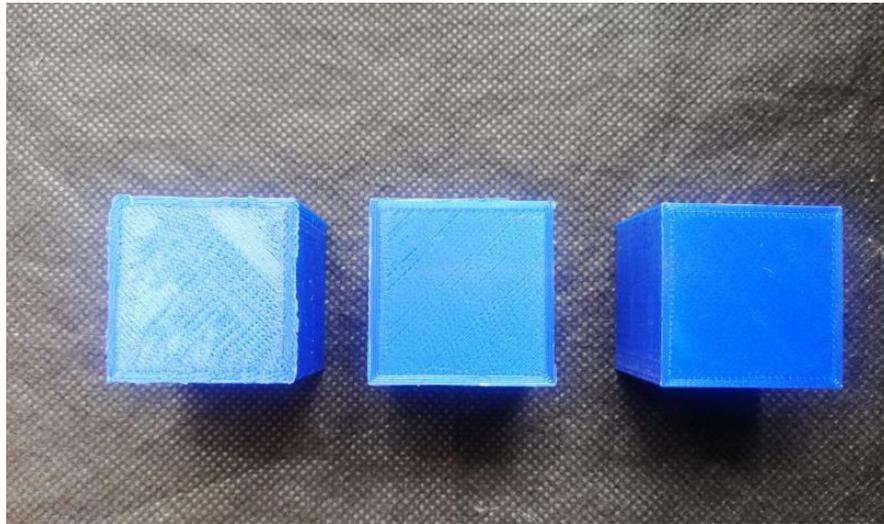


Figura 75. Impresiones exitosas con diferentes configuraciones.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Cabe mencionar que el objetivo principal de este proyecto una vez ensamblada la máquina, es mejorar su electrónica y su estética construyendo un kit de piezas que sirvan para demostrar el funcionamiento óptimo de la misma, En las figuras 76,77, 78,79 y 80 se muestra las piezas diseñadas en 3D que ayudaran con el soporte del cableado tanto en el eje X como en el eje Y.

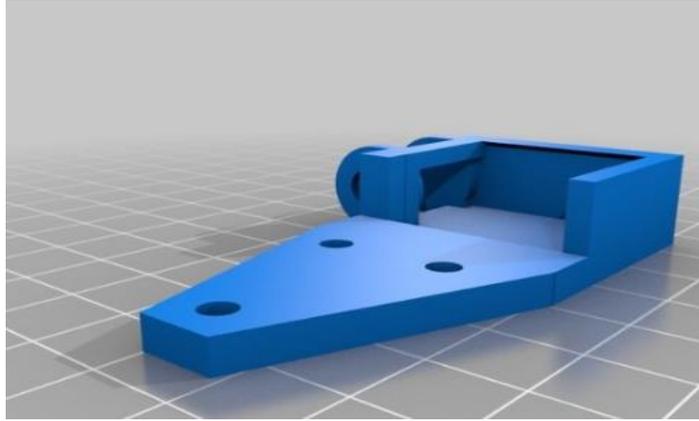


Figura 76. Soporte cableado inicial eje Y.
Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2017)

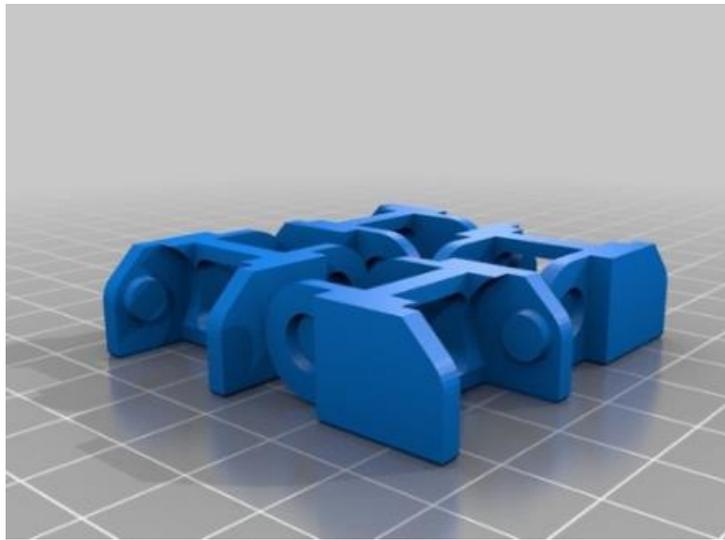


Figura 77. Soporte cableado móvil ejes X, Y.
Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2017)

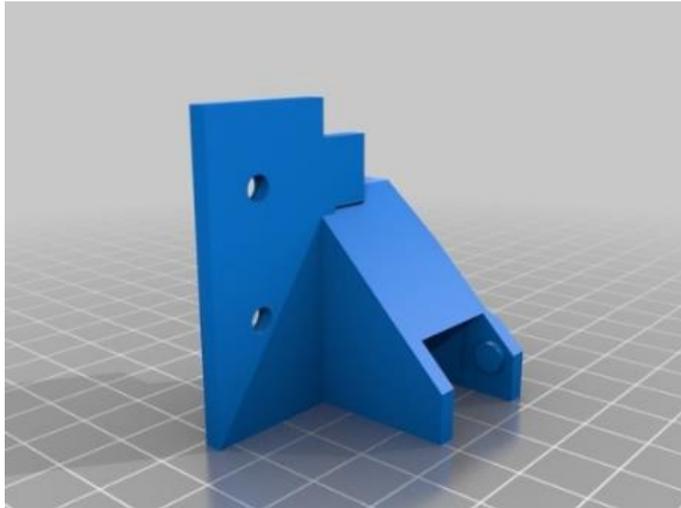


Figura 78. Soporte cableado final eje Y.
Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2017)

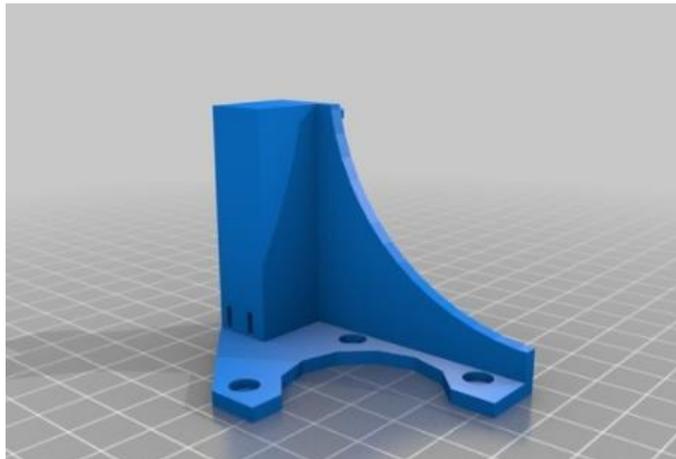


Figura 79. Soporte cableado inicial eje X.
Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2017)



Figura 80. Soporte cableado final eje X.

Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2017)

En las figuras 81, 82, 83 y 85 se muestra el diseño en 3D de piezas que ayudaran como soportes del carrete del material a imprimir (PLA)

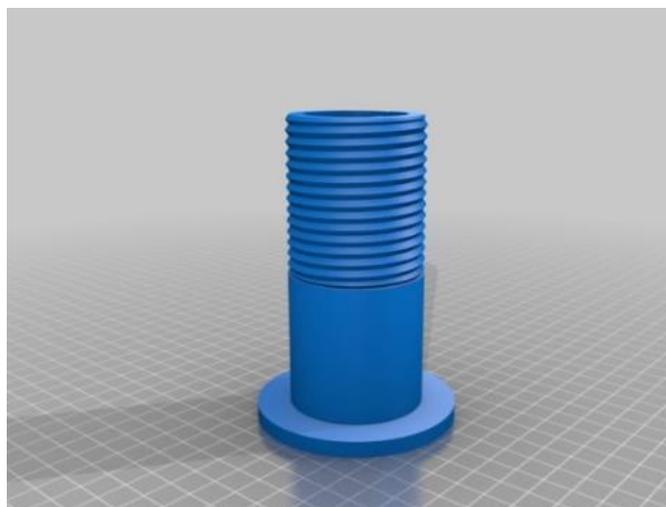


Figura 81. Soporte tornillo del PLA.

Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2017)

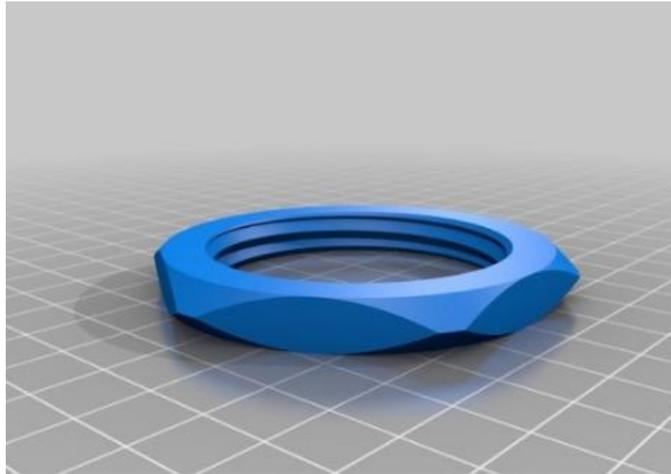


Figura 82. Tuerca del tornillo de soporte PLA.

Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2017)

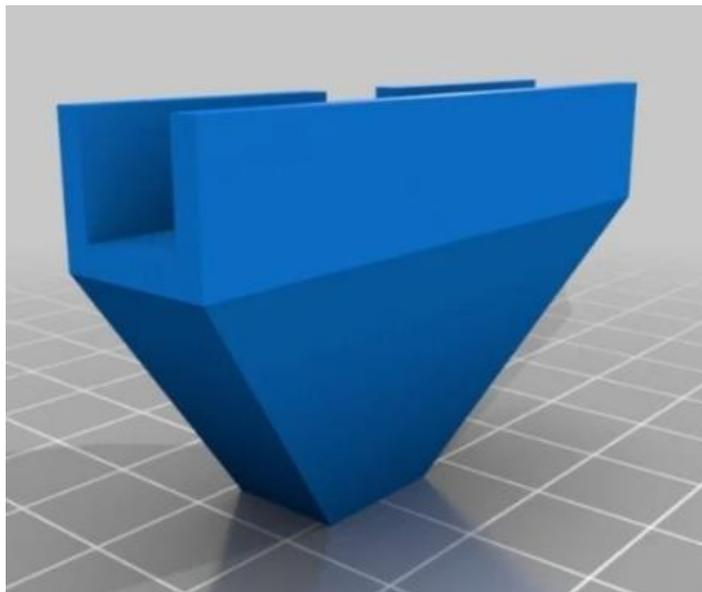


Figura 83. Soporte ejes X, Z.

Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2016)

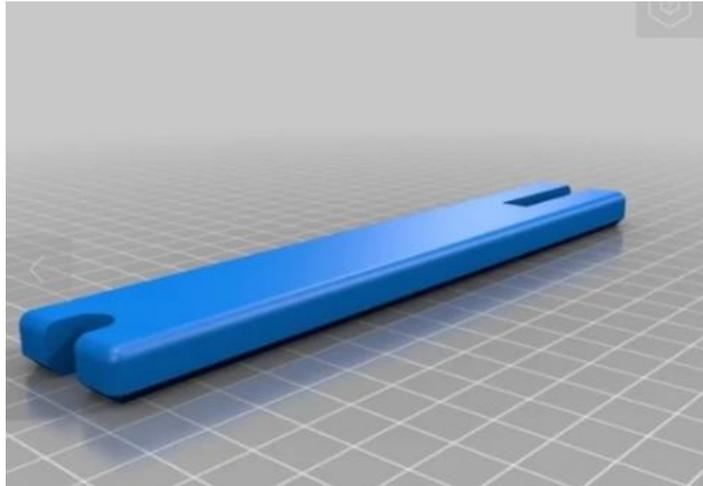


Figura 84. Soporte tornillo carrete.

Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2016)

En la figura 85 se visualiza el diseño en 3D de piezas que ayudaran como soportes para los módulos mosfet.

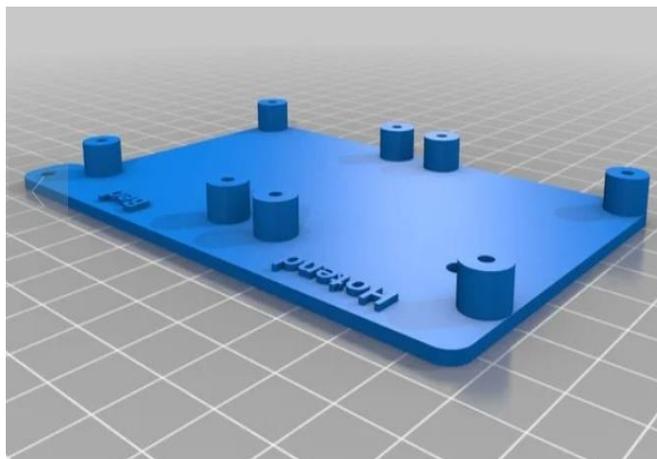


Figura 85. Soporte de módulos Mosfet.

Fuente. Por Makerbot Thingiverse (2016)

En las figuras 86, 87, 88 se muestran las piezas impresas en 3D ya instaladas en la máquina y como estas ayudaron a mejorar la estética de la misma.



Figura 86. Soporte de del carrete de PLA.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)

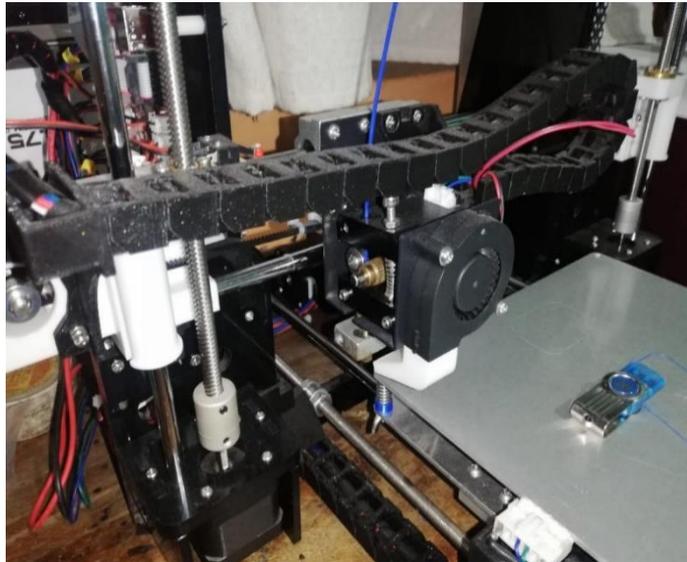


Figura 87. Soporte cableado eje X.

Fuente: Elaboración Propia. (2020)



Figura 88. Soporte cableado eje Y.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)

Otras de las mejoras que se le dio a la impresora 3D es la modificación de la fuente de poder la cual se le añadió un ventilador el cual ayudara que la fuente de poder trabaje en una temperatura optima y un interruptor de encendido y apagado de la misma como se observa en la figura 89.



Figura 89. Fuente de poder modificada.
Fuente: Elaboración Propia. (2020)

CONCLUSIONES

- A través de la creación de los manuales de funcionamiento, mantenimiento para esta máquina, se proporciona una herramienta muy útil que sirva de guía para realizar las correspondientes configuraciones y parametrización de una manera fácil, comprensible y didáctica.
- Una vez ensamblada la impresora 3D, se imprimen una variedad de objetos que demuestran la funcionalidad del equipo. En las piezas impresas se destaca la versatilidad en la impresión, ya que se han realizado con diferentes configuraciones que se notan en el acabado final.

RECOMENDACIONES

- Depende del criterio de los estudiantes que se involucren en el ensamblaje de nuevas impresoras 3D escoger el modelo que se adapte a sus necesidades. Para esto se recomienda tomar en cuenta aspectos fundamentales como el material de la estructura, tipo de electrónica, tipo de Nozzle, compatibilidad de materiales y volumen de impresión. Actualmente muchos de los componentes de la impresora pueden adquirirse de manera local, lo que supone un ahorro significativo.
- Utilizar los manuales de usuario y mantenimiento de forma correcta ya que fueron elaborados para que los estudiantes u otras personas tengan una guía útil al momento de utilizar la impresora 3D.

FUENTES

BIBLIOGRAFÍA

- 100CIA. (2018). *Sinterizado selectivo por láser*.100CIA. Recuperado de:
<https://www.100cia.site/index.php/fisica/item/14552-que-es-el-sinterizado-selectivo-por-laser>
- 3D Natives. (2017). *Impresión 3D por estereolitografía*.3D Natives. Recuperado de:
<https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-por-estereolitografia-les-explicamos-todo/>
- 3D Maker NOW. (2020). *Elije la mejor impresora 3D*. 3D Maker NOW. Recuperado de: <https://3dmakernow.com/impresora-3d-anet-a8/>
- AliExpress. (2020). *Anet A8 LCD*. AliExpress. Recuperado de:
<https://es.aliexpress.com/item/32805092109.html>
- ALL3DP. (2018). *Todo sobre Anet A8*. ALL3DP. Recuperado de:
<https://all3dp.com/topic/anet-a8/>
- Bowie, A. (2004). *DIGITAL TRENDS ES*. España: Recuperado de:
<https://es.digitaltrends.com/fotografia/historia-de-la-impresion-en-3d/>
- Barcelona led. (2020). *Fuente de alimentación conmutada*. Barcelona led. Recuperado de:
<https://www.barcelonaed.com/tiras-led/fuentes-de-alimentacion-led/fuente-alimentacion-12v-led/fuente-de-alimentacion-conmutada-12v-150w.html>
- Berchon, M.,& Luyt, B.(2014).*LA IMPRESION 3D*.Barcelona: Gustavo Gil.
- Cincinnati. (2019). *Impresión 3D de gran formato*. Cincinnati. Recuperado de:
<https://visionminer.com/products/cincinnati-maam>
- Campos, L. (2017). *3D Natives*.recuperado de:
<https://www.3dnatives.com/es/historia-de-una-impresora-3d-141220172/>
- Crump, S. (1989). *DIGITAL TRENDS ES*. España: Recuperado de:
<https://es.digitaltrends.com/fotografia/historia-de-la-impresion-en-3d/>

- Donoso, C. (2015). *Ensamblaje e implementación de una impresora 3D tipo Rep Rap* (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico Superior Sucre, Quito
- Deckard, C. (1987). *DIGITAL TRENDS ES*. España: Recuperado de: <https://es.digitaltrends.com/fotografia/historia-de-la-impresion-en-3d/>
- Deimpresoras3D. (2018). *Termistores de impresoras 3D*. Deimpresoras3D. Recuperado de: <http://deimpresoras3d.com/termistores-de-impresoras-3d/>
- Direct Industry. (2020). *Impresora 3d*. Direct Industry. Recuperado de: <https://www.directindustry.com/prod/re-3d/product-204875-2058295.html>
- Diosdado, R. (2018). *La cama caliente*. Zona Maker. Recuperado de: <https://www.zonamaker.com/impresion-3d/crea-impresora/11-cama-caliente-crea-imp>
- Flynt, J. (16 Julio de 2018). *Mejores impresoras 3D de escritorio*. 3D insider. Recuperado de: <https://3dinsider.com/desktop-3d-printers/>
- Filament2print. (2018). *Tipos de extrusores 3D hotend*. Filament2prin. Recuperado de: https://filament2print.com/es/blog/36_tipos-extrusores-y-hotend.html
- Gil, I. (2015). *La impresión 3D y sus enlaces en la arquitectura* (Tesis de pregrado). Universidad politécnica de Madrid, España
- Hull, C. (1986). *DIGITAL TRENDS ES*. España: Recuperado de: <https://es.digitaltrends.com/fotografia/historia-de-la-impresion-en-3d/>
- Ingeniería Mecafenix. (2017). *Motor paso a paso*. Ingeniería Mecafenix. Recuperado de: <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/>
- Kodama, H. (1989). *DIGITAL TRENDS ES*. España: Recuperado de: <https://es.digitaltrends.com/fotografia/historia-de-la-impresion-en-3d/>
- Macronica. (2018). *Electronica y tecnologia*. Macronica. Recuperado de: <https://www.macronica.com.co/-1136702427xJM>
- Makerbot Thingiverse. (2017). *Mejoras Anet A8*. Makerbot Thingiverse. Recuperado de:

<https://www.thingiverse.com/search?q=ANET+A8&type=things&sort=relevant>

Norelem. (2020). *Husillos de rosca*. Norelem. Recuperado

de:<https://www.norelem.com/us/es/Productos/Vista-general-de-producto/Sistemas-y-componentes-para-la-construcci%C3%B3n-de-plantas-y-m%C3%A1quinas/24000-Husillos-roscados-trapezoidales-Husillos-de-rosca-de-bola-Unidades-de-rodamiento/Husillos-de-rosca-de-bola-y-unidades-de-rodamiento/24105-Husillos-de-rosca-de-bola-en-miniatura-pulidos-y-con-tuerca-cil%C3%ADndrica-roscada.html#>

Prusa3D. (2020). *Modelos de impresoras*. Prusa3D. Recuperado de:

<https://shop.prusa3d.com/en/3d-printers/180-original-prusa-i3-mk3s-kit.html>

Snider, J. (2019). *Más grande es mejor*. All3DP. Recuperado de:

<https://all3dp.com/1/bigrep-one-v3-review-specs/>

Salazar. (2017). *Usillo, tornillo sin fin*. Sebastián Salazar. Recuperado de:

<http://sebastiansalazar.com/husillo-el-tornillo-sin-fin/>

Torres, J. (2016). *Manual de prácticas de tecnología de la fabricación*. Almería: edual.

TR3SDLAND. (2014). *Cura Ultimaker*. TR3SDLAND. Recuperado de:

<https://www.tr3sdl.com/2017/12/trabaja-con-varias-ultimaker-a-la-vez-con-cura-connect/>

Vaca, R. (2017). *Ecuador ama la vida*. Obtenido de ecuador ama la vida:

<http://www.yachay.gob.ec/yachay-apoya-a-un-ecuatoriano-para-la-fabricacion-de-impresoras-3d/>

Vistrónica. (2016). *Cama caliente de silicona*. Vistronica. Recuperado de:

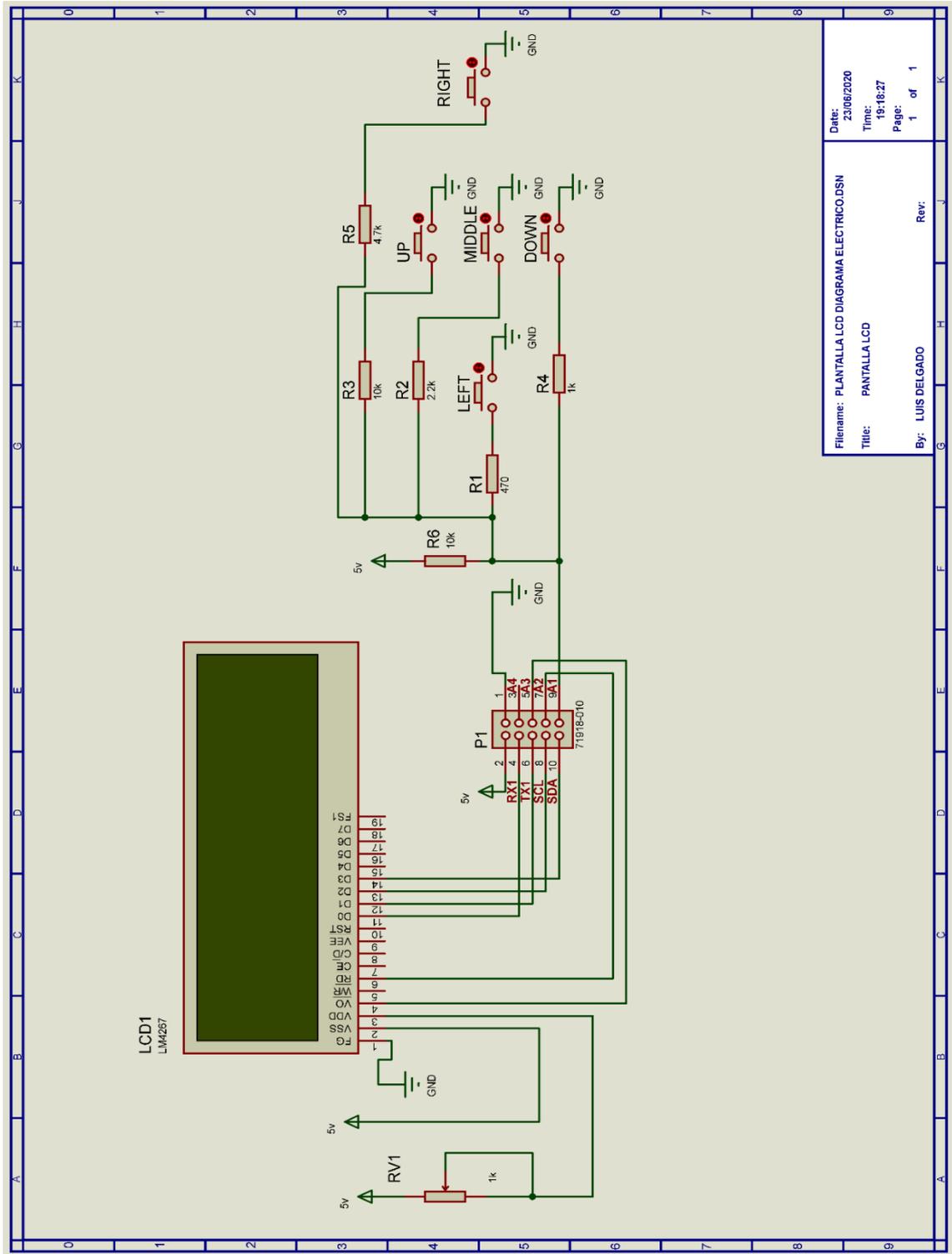
<https://www.vistronica.com/impresora-3d-y-cnc/cama-caliente-de-silicona-12v-280w-300x300mm-detail.html>

Valss, M. (2017). *Anet A8 3D Printer*. Autodesk. Recuperado de:

<https://gallery.autodesk.com/projects/111681/anet-a8-3d-printer>

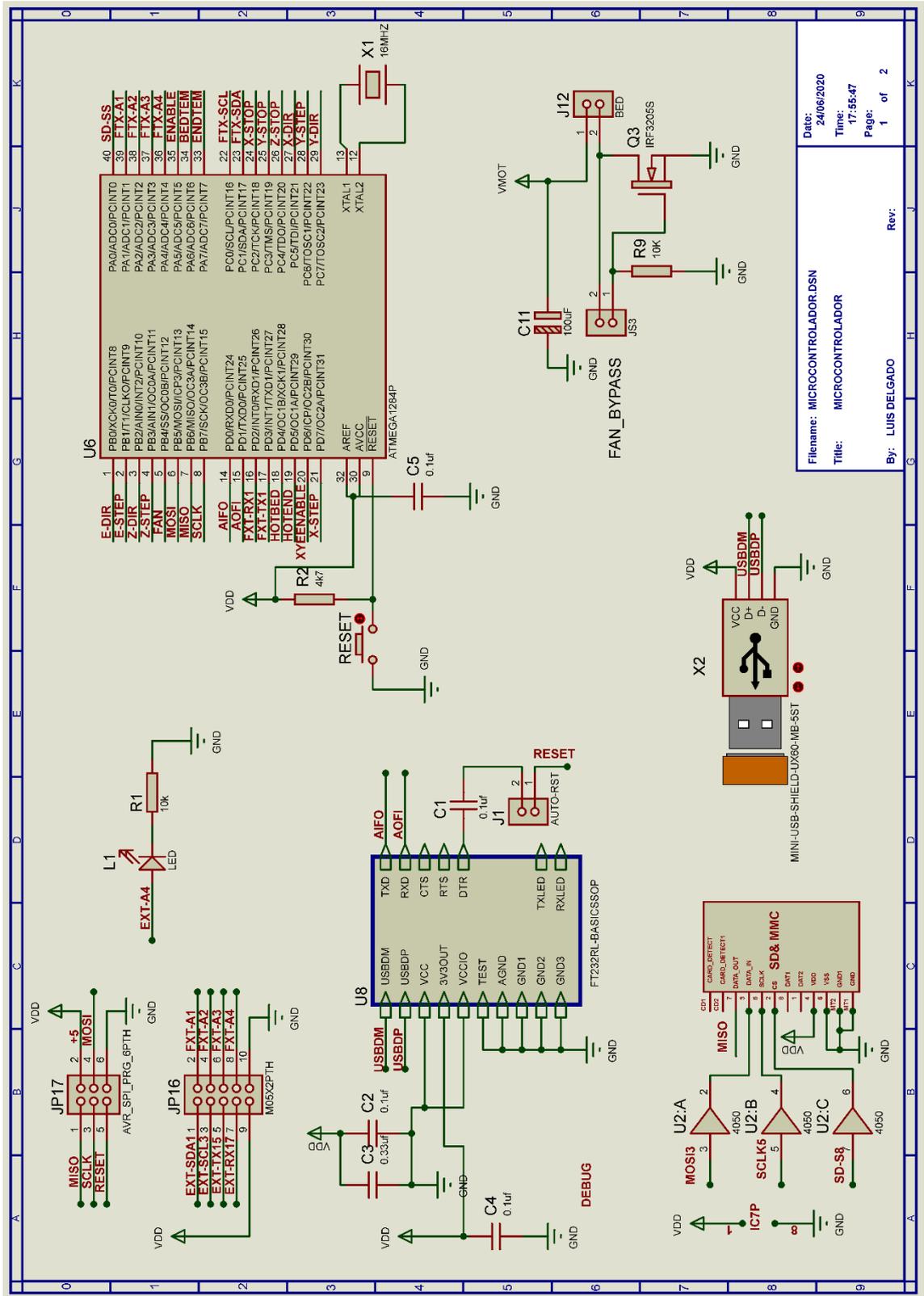
ANEXOS

Diagrama eléctrico pantalla lcd.



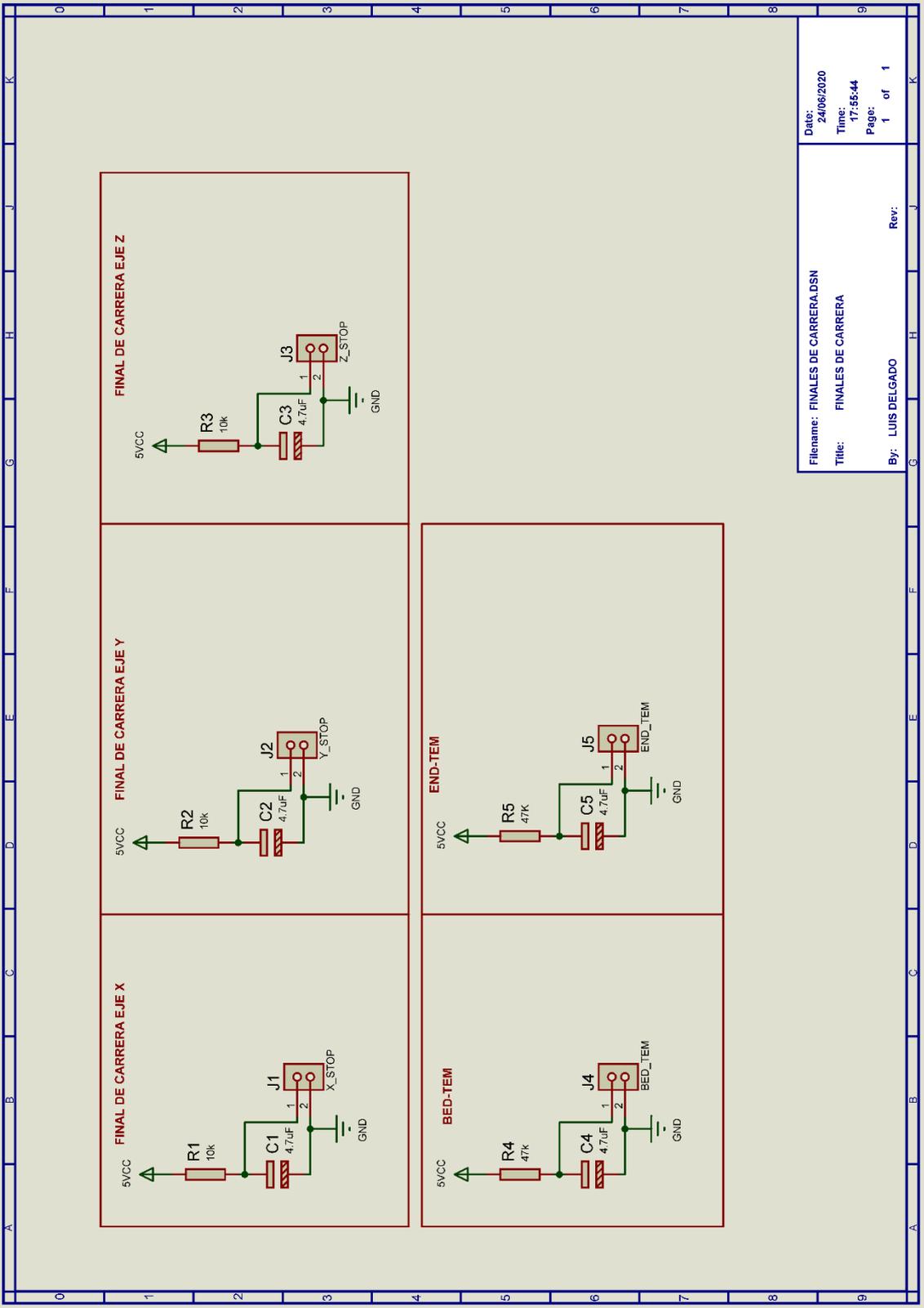
Filename:	PLANTILLA LCD DIAGRAMA ELECTRICO.DSN
Title:	PANTALLA LCD
Date:	23/06/2020
Time:	18:18:27
Page:	1 of 1
By:	LUIS DELGADO
Rev:	

Diagrama electrónico conexiones microcontrolador.



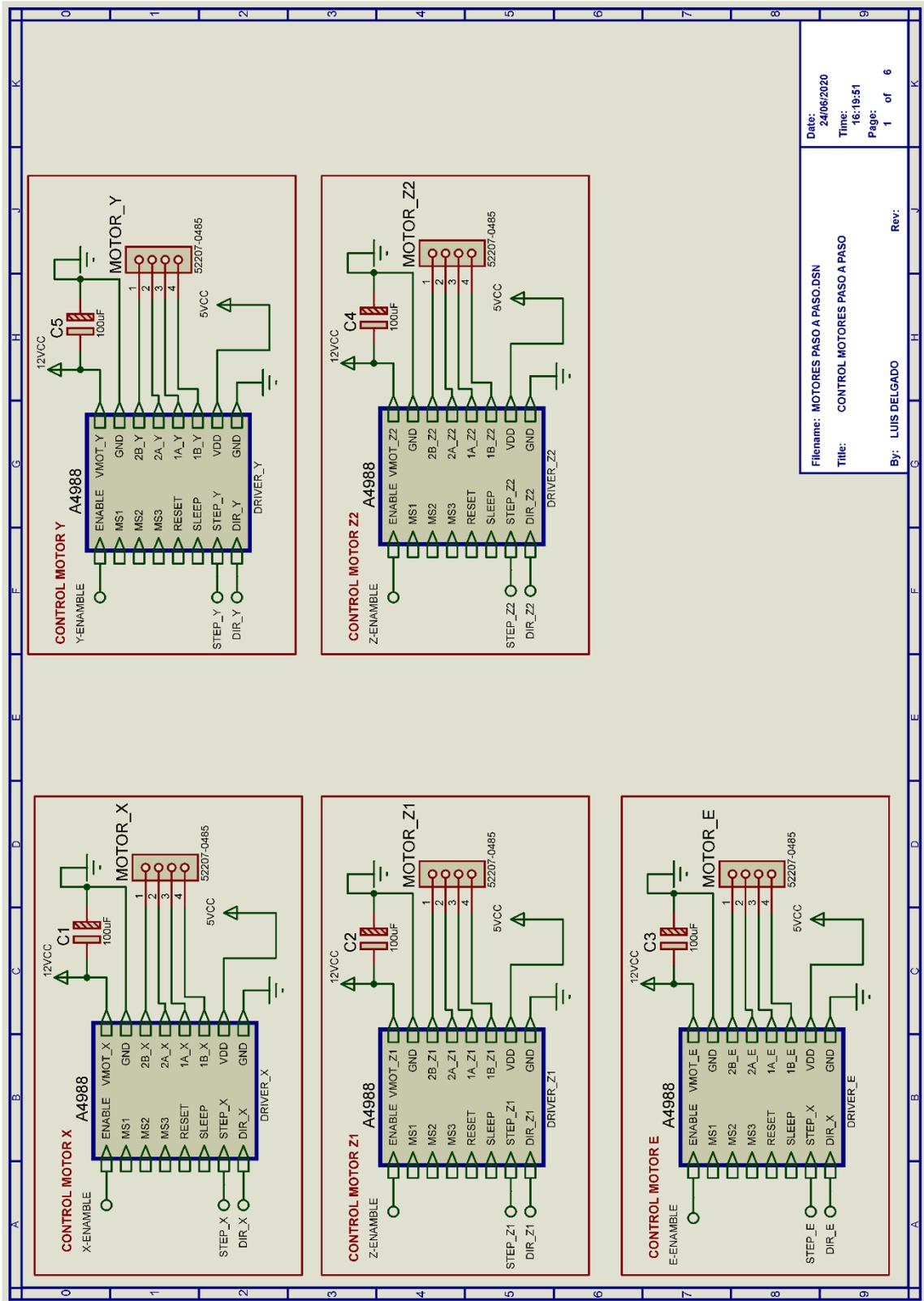
Filename: MICROCONTROLADOR.DSN
 Title: MICROCONTROLADOR
 By: LUIS DELGADO
 Date: 24/06/2020
 Time: 17:55:47
 Page: 1 of 2
 Rev:

Diagrama electrónico fines de carrera.



Filename: FINALES DE CARRERA.DSN	Date: 24/06/2020
Title: FINALES DE CARRERA	Time: 17:55:44
By: LUIS DELGADO	Page: 1 of 1
Rev:	

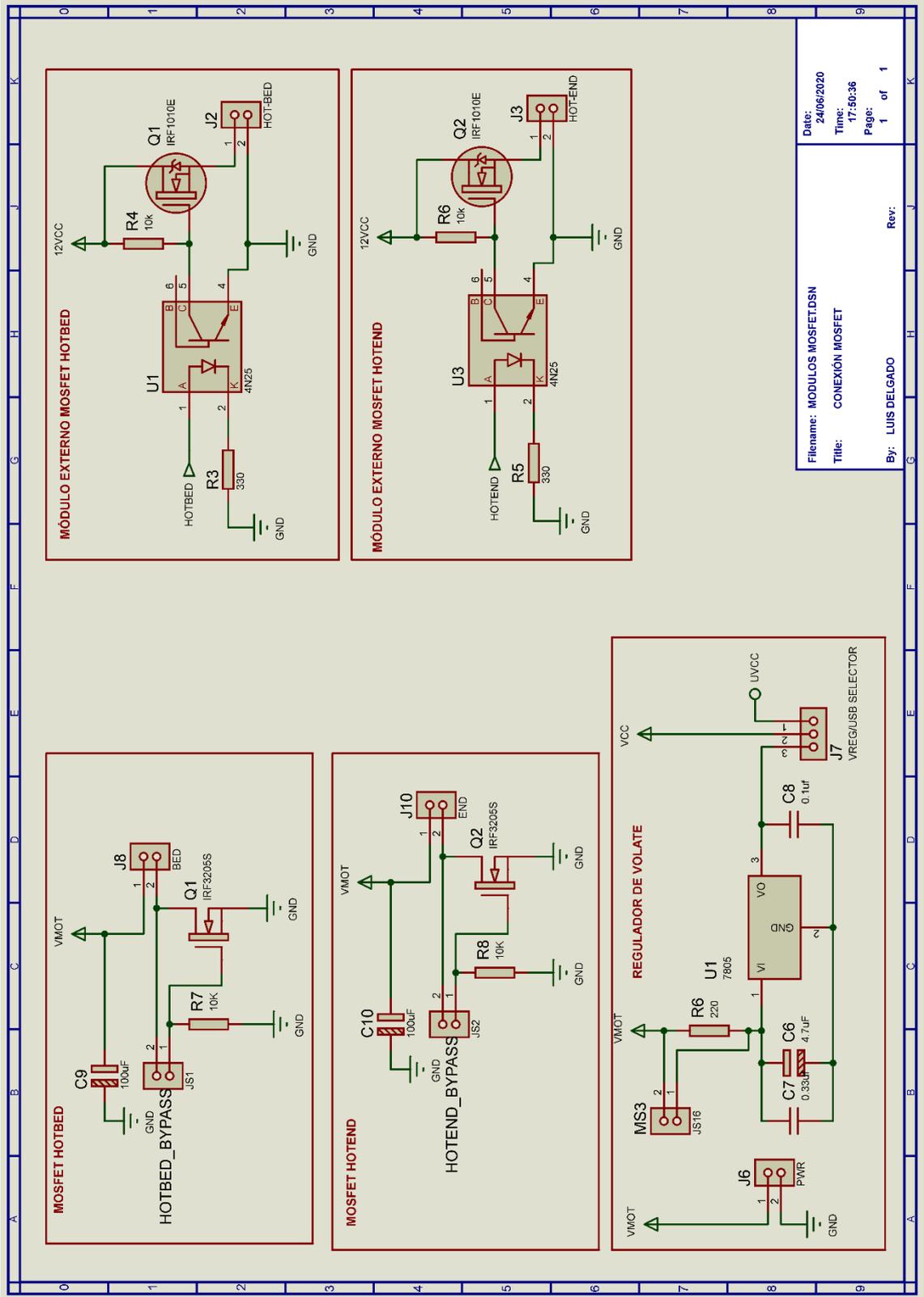
Conexiones driver motores paso a paso.



Date: 24/06/2020
 Time: 16:19:51
 Page: 1 of 6

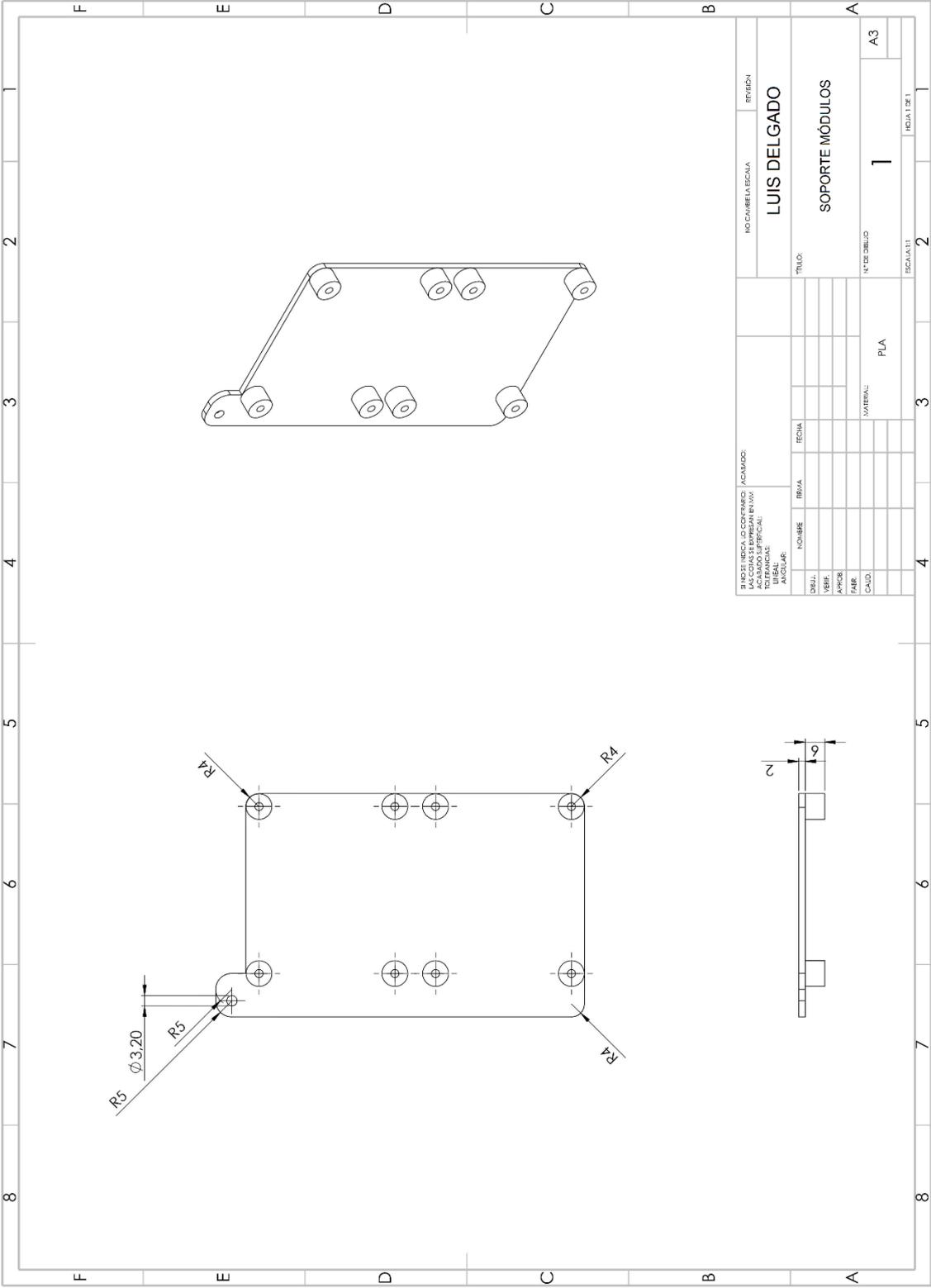
Filename: MOTORES PASO A PASO.DSN
 Title: CONTROL MOTORES PASO A PASO
 By: LUIS DELGADO
 Rev: 1

Conexión módulos mosfet

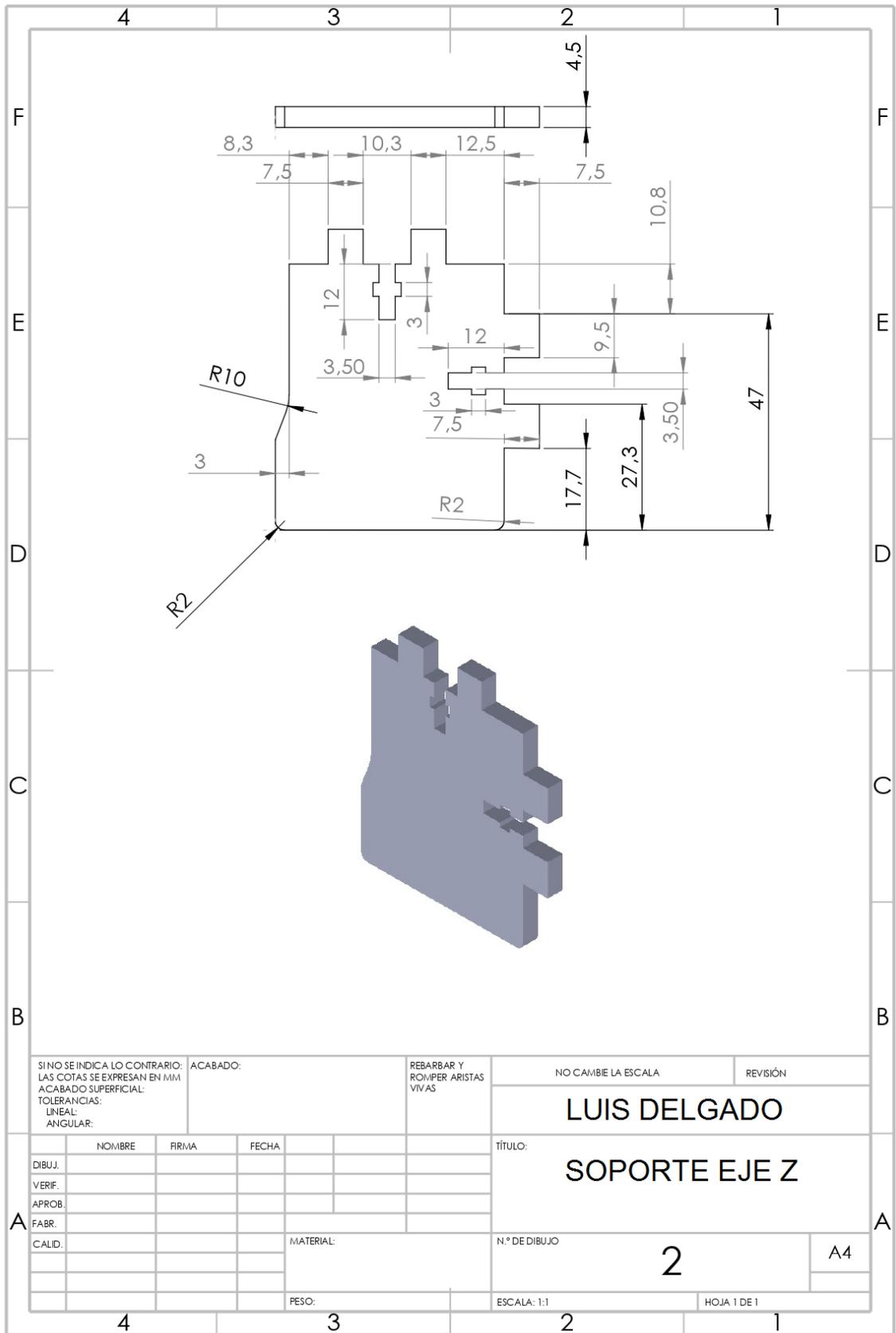


Filename: MODULOS MOSFETDSN
 Title: CONEXIÓN MOSFET
 By: LUIS DELGADO
 Date: 24/06/2020
 Time: 17:50:36
 Page: 1 of 1
 Rev:

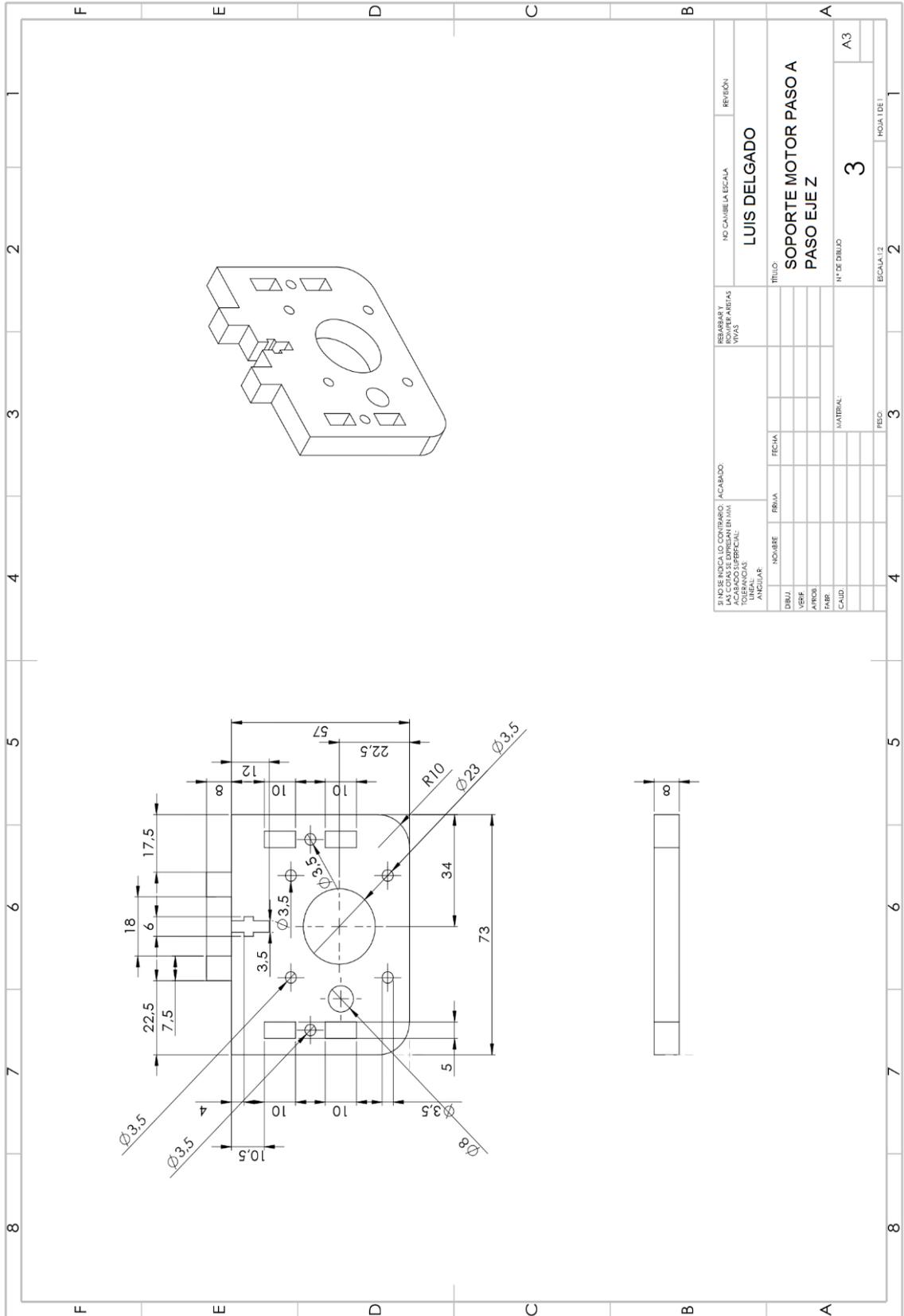
Soporte módulos mosfet



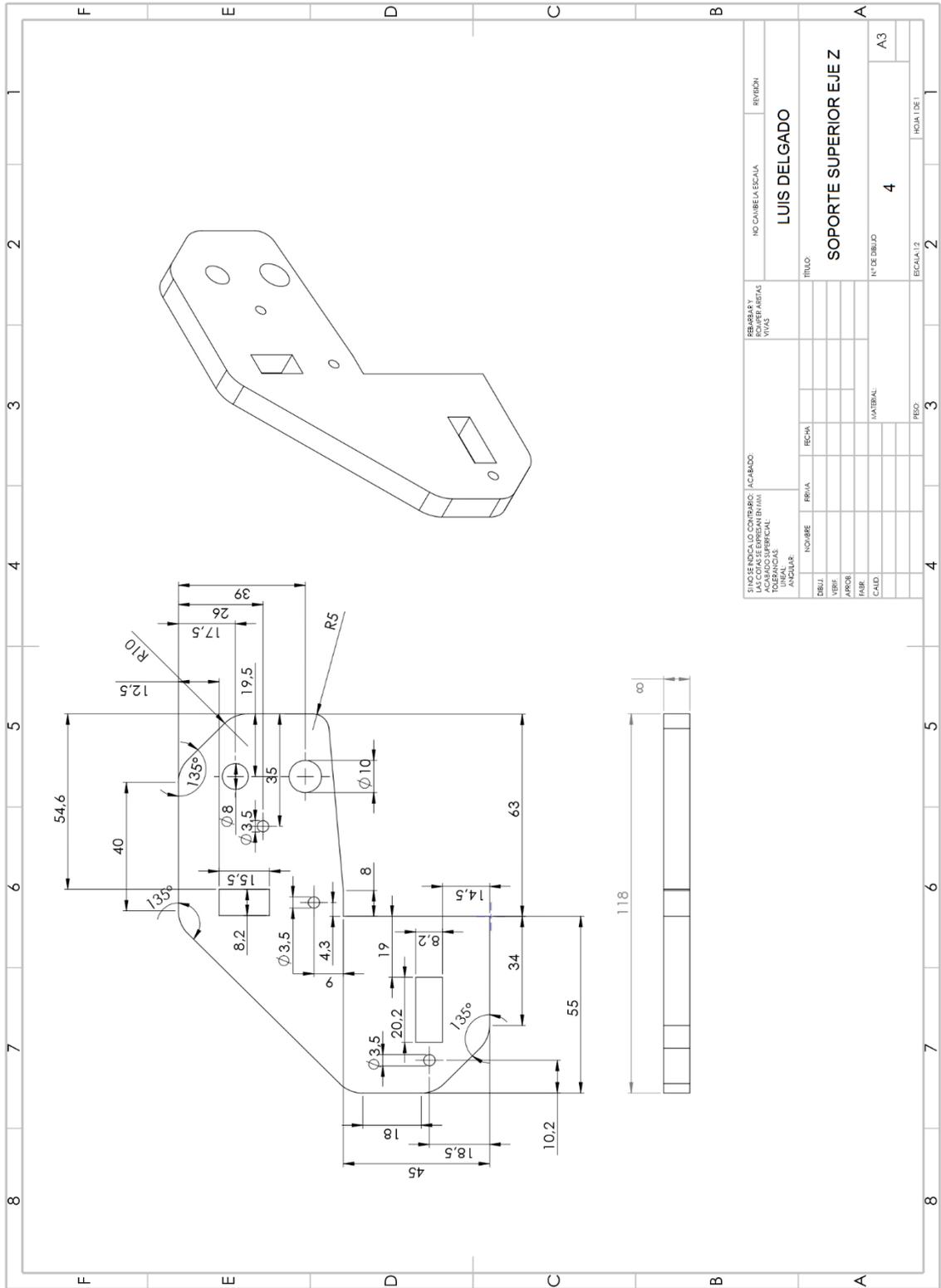
SopORTE eje Z



Soporte motor paso a paso eje Z

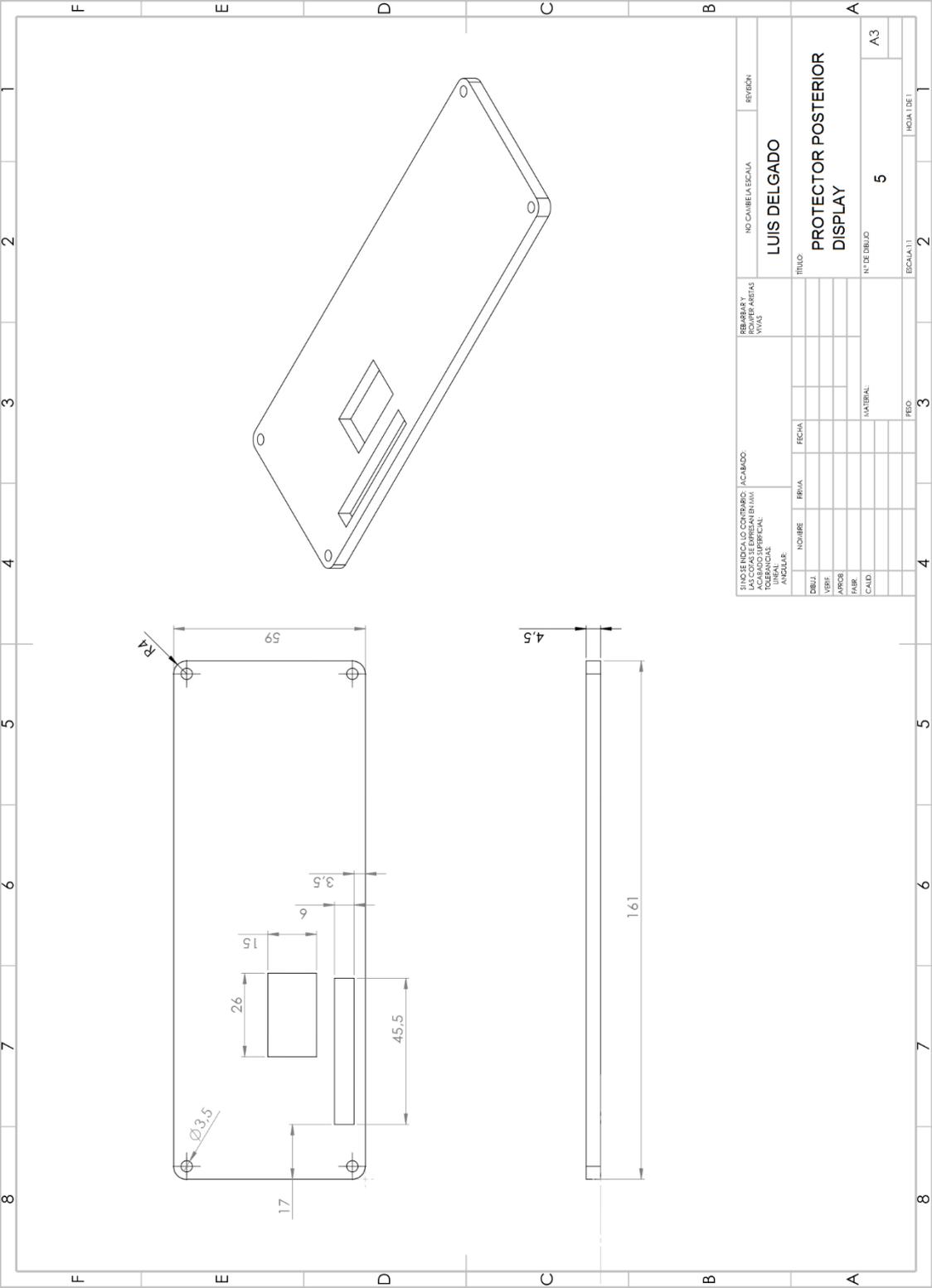


Soporte superior eje Z



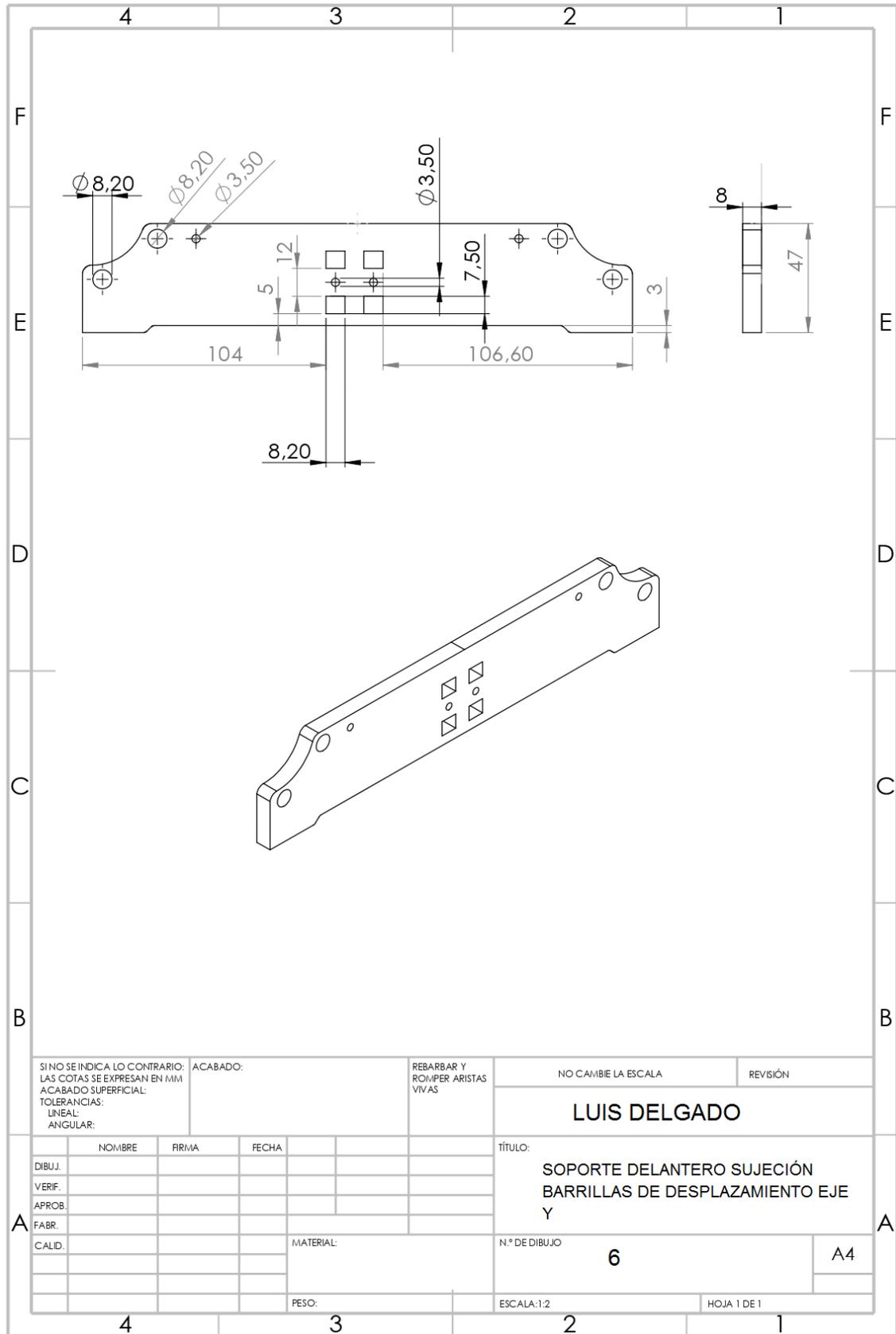
SINOPSIS INDICIO CONTRIBUCION A CARGO: LAS COPIAS SE ENTREGAN EN MANO A LOS INTERESADOS EN LA TERCERA O CUARTA SEMANA DESPUES DE LA ENTREGA DE LOS PLANOS.		REVISOR Y INGENIERO EN VIVIENDA		NO CAMBIA ESCALA		REVISION	
DEBE VER APROB FABR CALD		NOMBRE FECHA		TITULO: SOPORTE SUPERIOR EJE Z		ESCALA: 1:2	
MATERIAL:		PREC:		N° DE DIBUJO: 4		HOJA 1 DE 1	

Protector posterior display

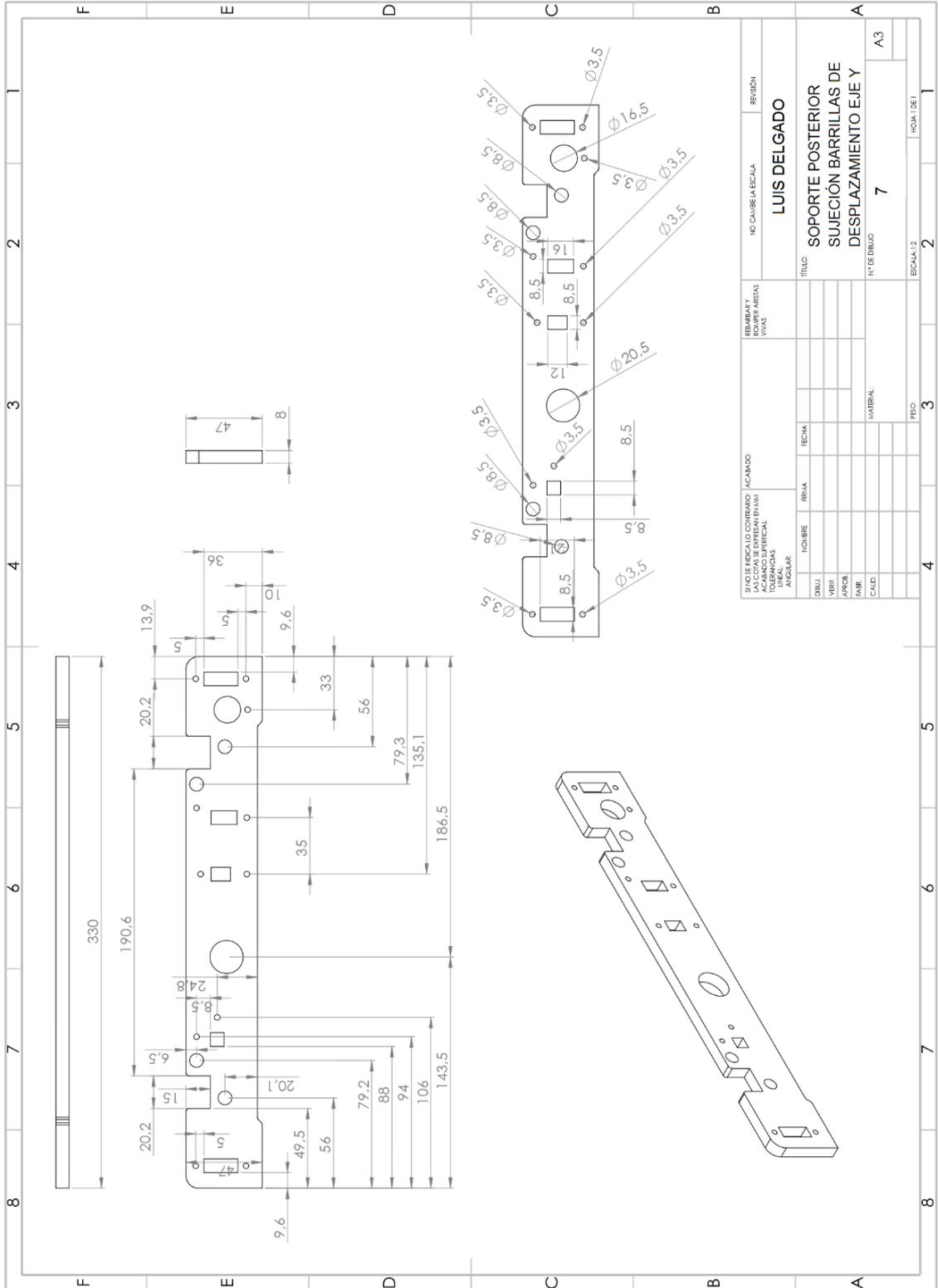


SITIO DE INDICACIÓN CONTRIBUCIÓN A CARGAR:		REPARAR Y VIVAS		NO CAMBIA ESCALA		REVISOR	
TOLERANCIAS:		ANGULAR		TÍTULO		LUIS DELGADO	
DEBIL	NOBRE	FECHA	FECHA	PROTECTOR POSTERIOR DISPLAY		N° DE DIBUJO	
VERIF	REVISOR	MATERIAL		5		A3	
FABR	CAJID	Escala 1:		2		Hojas del	
TIPO		3		2		Hojas del	

SopORTE delantero sujeción barrillas de desplazamiento eje Y

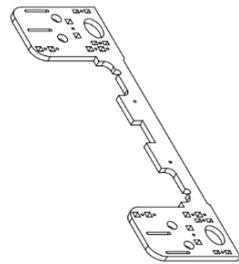
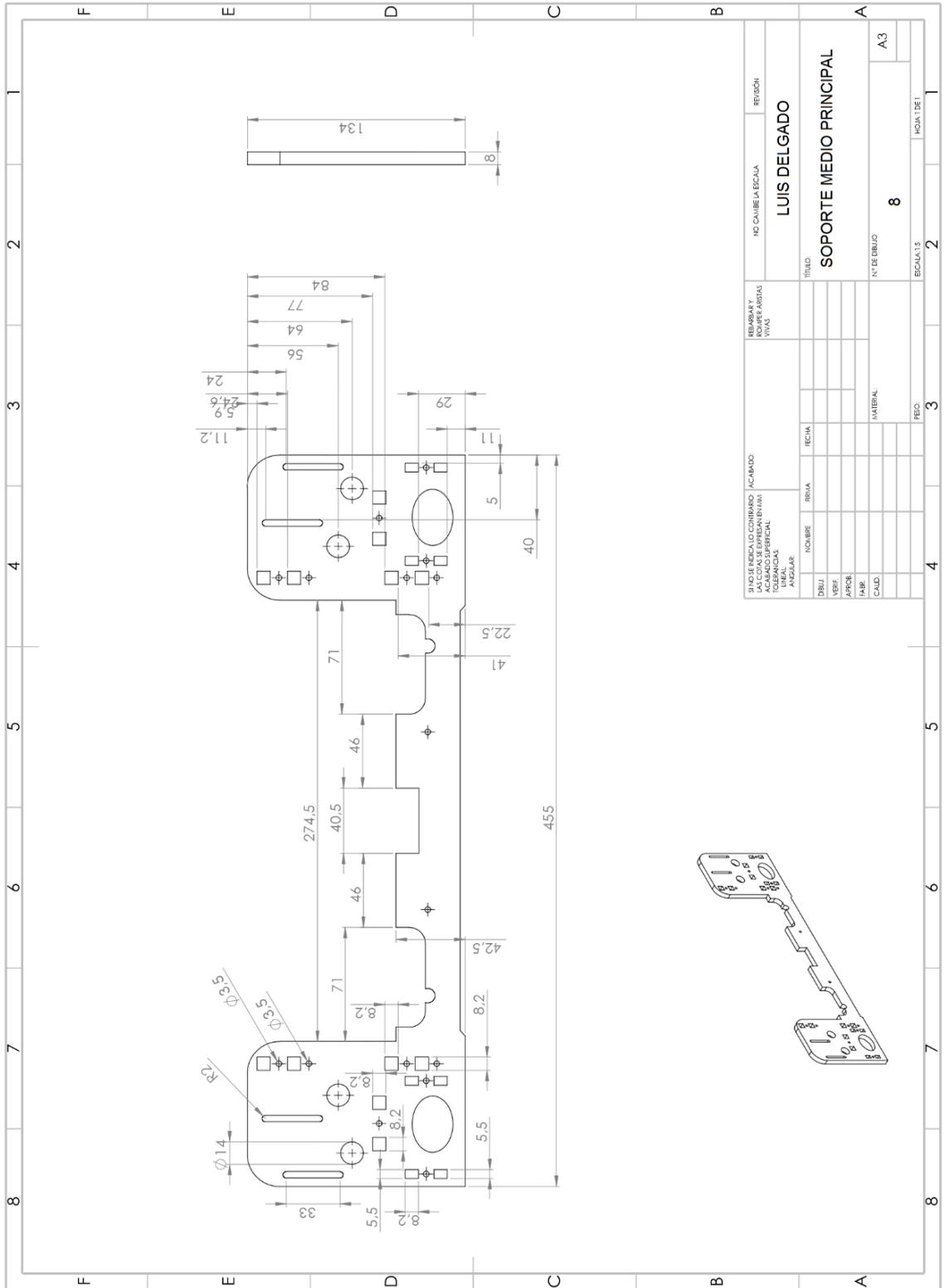


Soporte posterior sujeción barrillas de desplazamiento eje Y



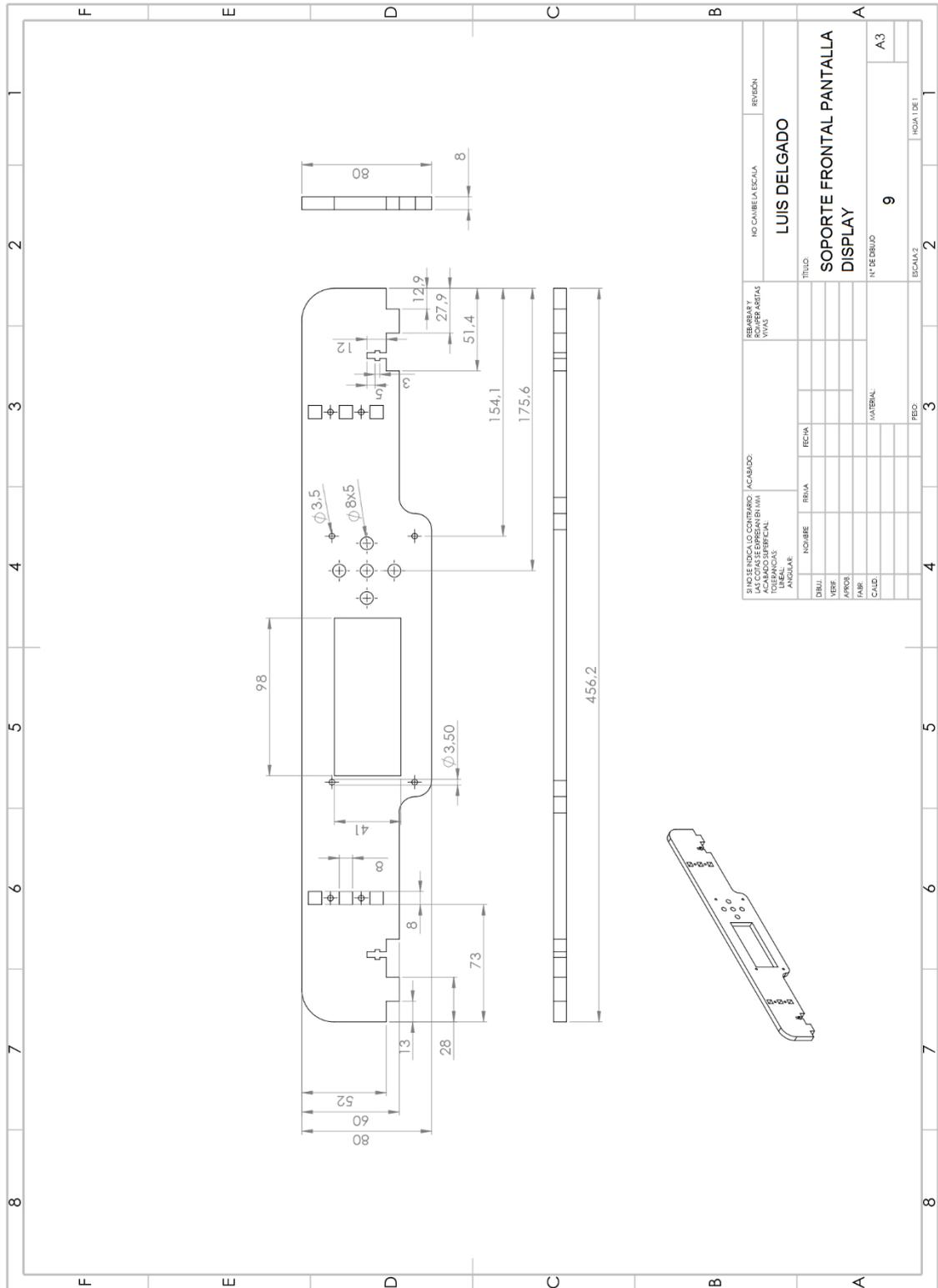
SINO DE INDICADO CONTRARIO: ACABADO: A: ACABADO DE SUPERFICIE EN MM TOLERANCIAS: ANGULAR		ACABADO:		REBARBAR Y RIVAR ARRAS RIVAR		NO CUBRE LA ESCALA		REVISION	
NOBRE	FECHA								
DELLI									
VERE									
JASOE									
FABR									
CADI									
MATERIAL:									
N° DE DIBUJO		7		TITULO		SOORTE POSTERIOR SUJECION BARRILLAS DE DESPLAZAMIENTO EJE Y		RESION	
ESCALA		1:5		N° DE DIBUJO		7		RESION	
HORA		1		ESCALA		1:5		HORA	
2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11	

Soporte medio principal



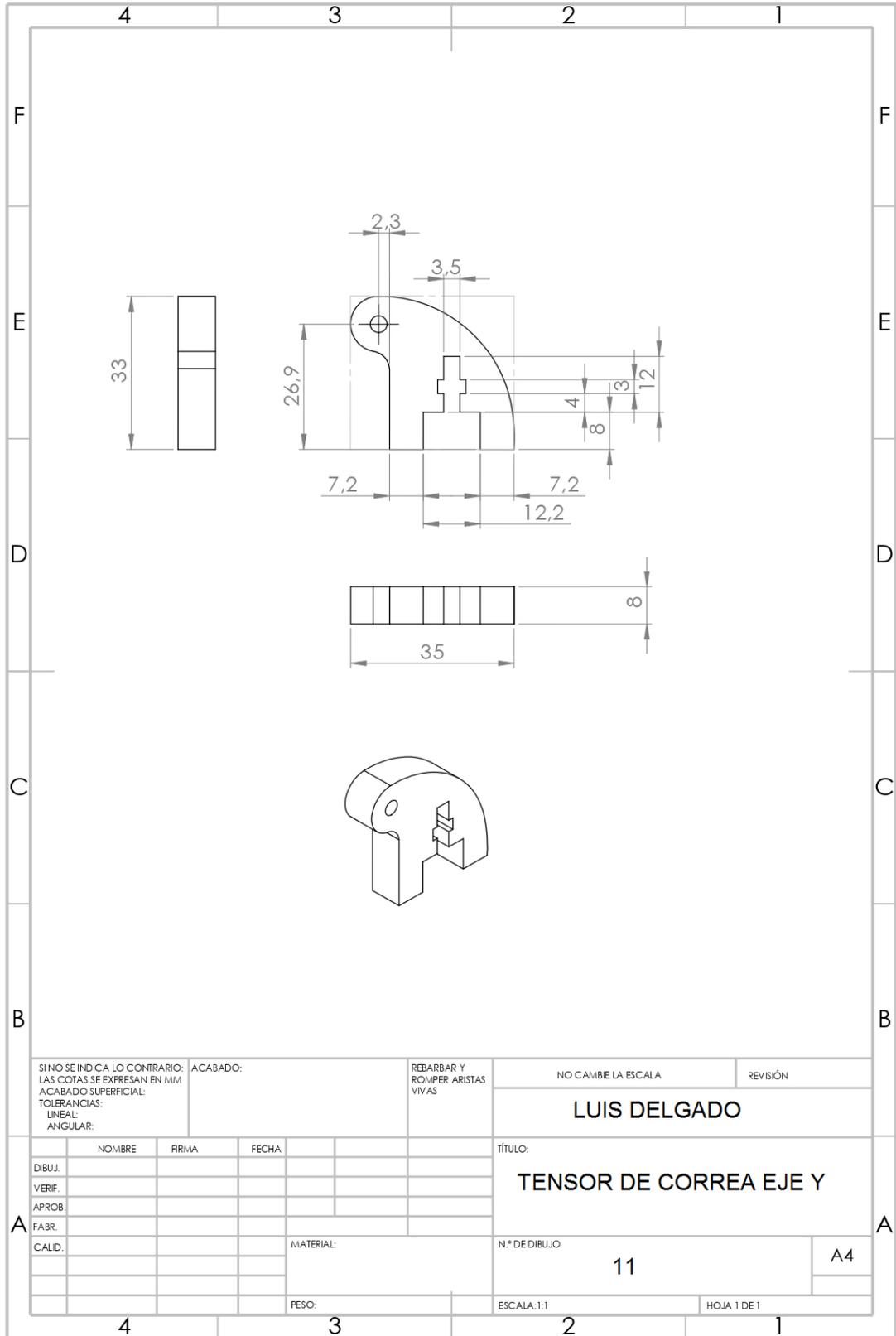
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO, APLICAR LAS CONDICIONES DE ENTRENAMIENTO, TOLERANCIAS ANGULARES Y LINEALES		REPARAR Y REEMPLAZAR SI VALE		NO CAMBIAR LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE		REVISIÓN		AUTOR		FECHA	
DISEÑO		REVISIÓN		AUTOR		FECHA	
TÍTULO		REVISIÓN		AUTOR		FECHA	
MATERIAL		REVISIÓN		AUTOR		FECHA	
N° DE DIBUJO		REVISIÓN		AUTOR		FECHA	
8		2		3		1	
A3		2		3		1	

Soporte frontal pantalla display

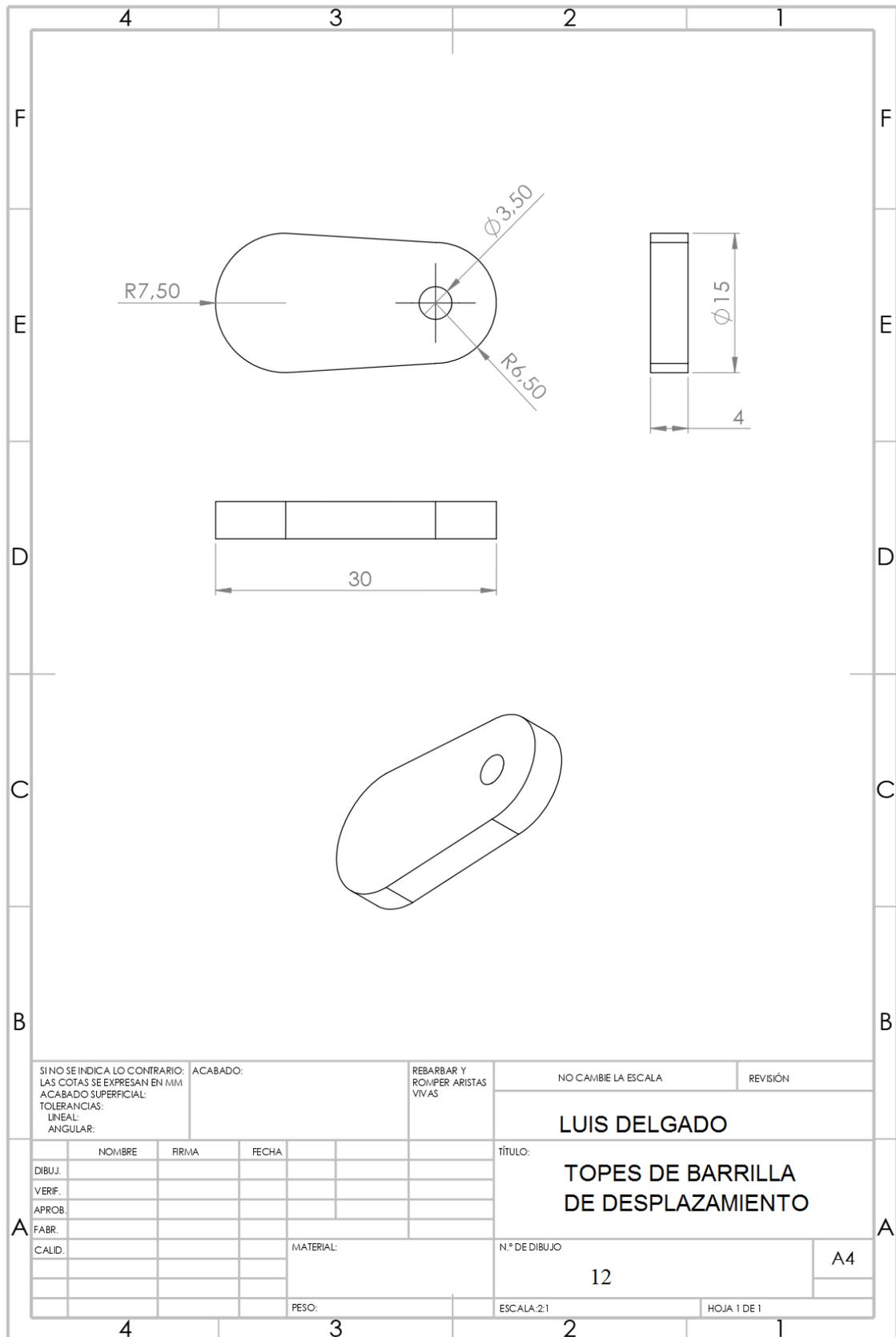


SIN CALIFICACION CONTRIBUIDOR ACABADO SUPERFICIAL LINEAS DE TRAZO ANGULAR		JACABADO: LINEAS DE TRAZO ANGULAR		REBERBIA VIVAS		NO CAMBIA ESCALA REVISION	
DBU: VERE: APROB: CALD.		NOMBE RECHA		TITULO: SOPORTE FRONTAL PANTALLA DISPLAY		N° DE DIBUJO 9	
MATERIAL		FECH		ESCALA 2 2		HOJA DE 1 1	

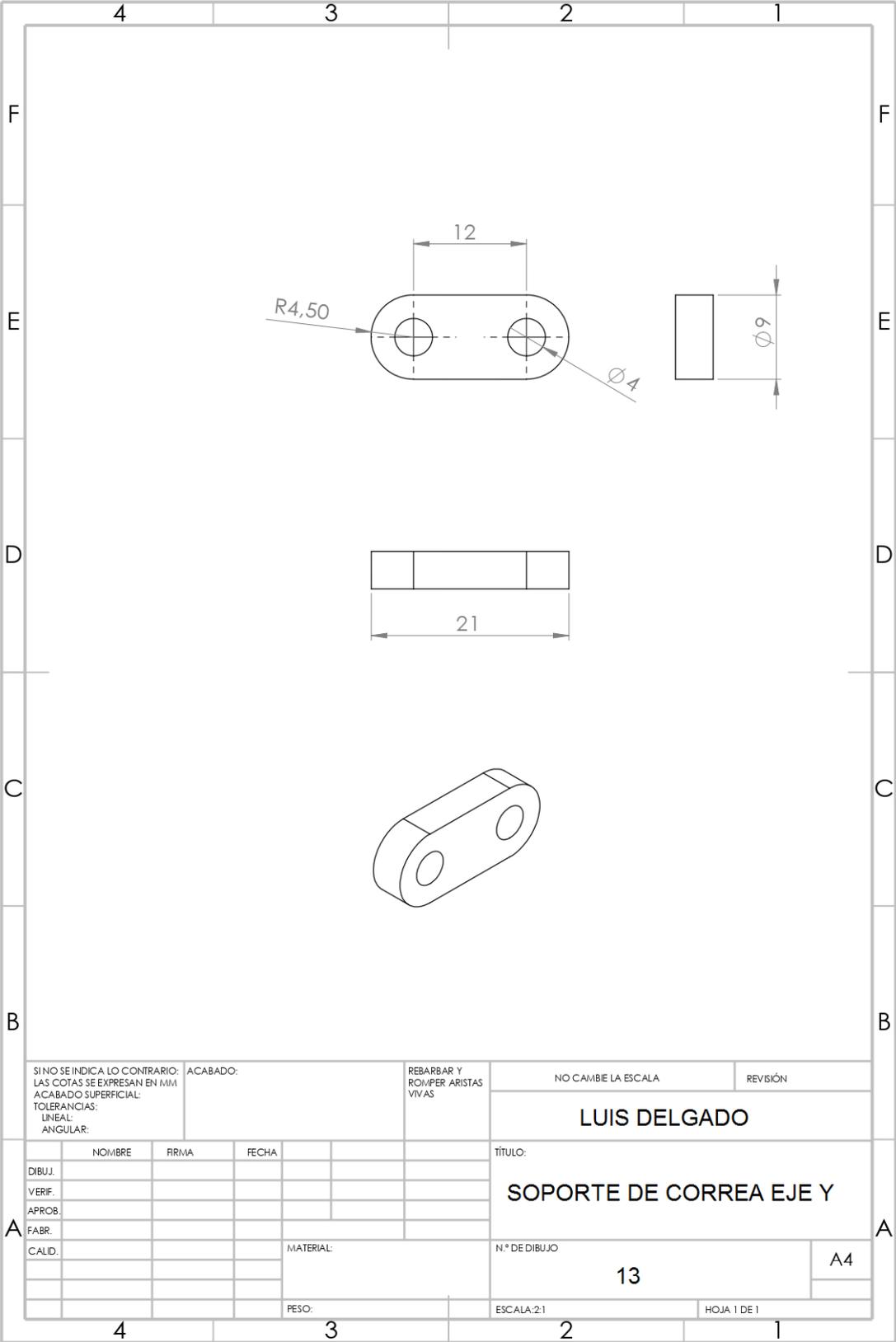
Tensor de correa eje Y



Topes de barrilla de desplazamiento

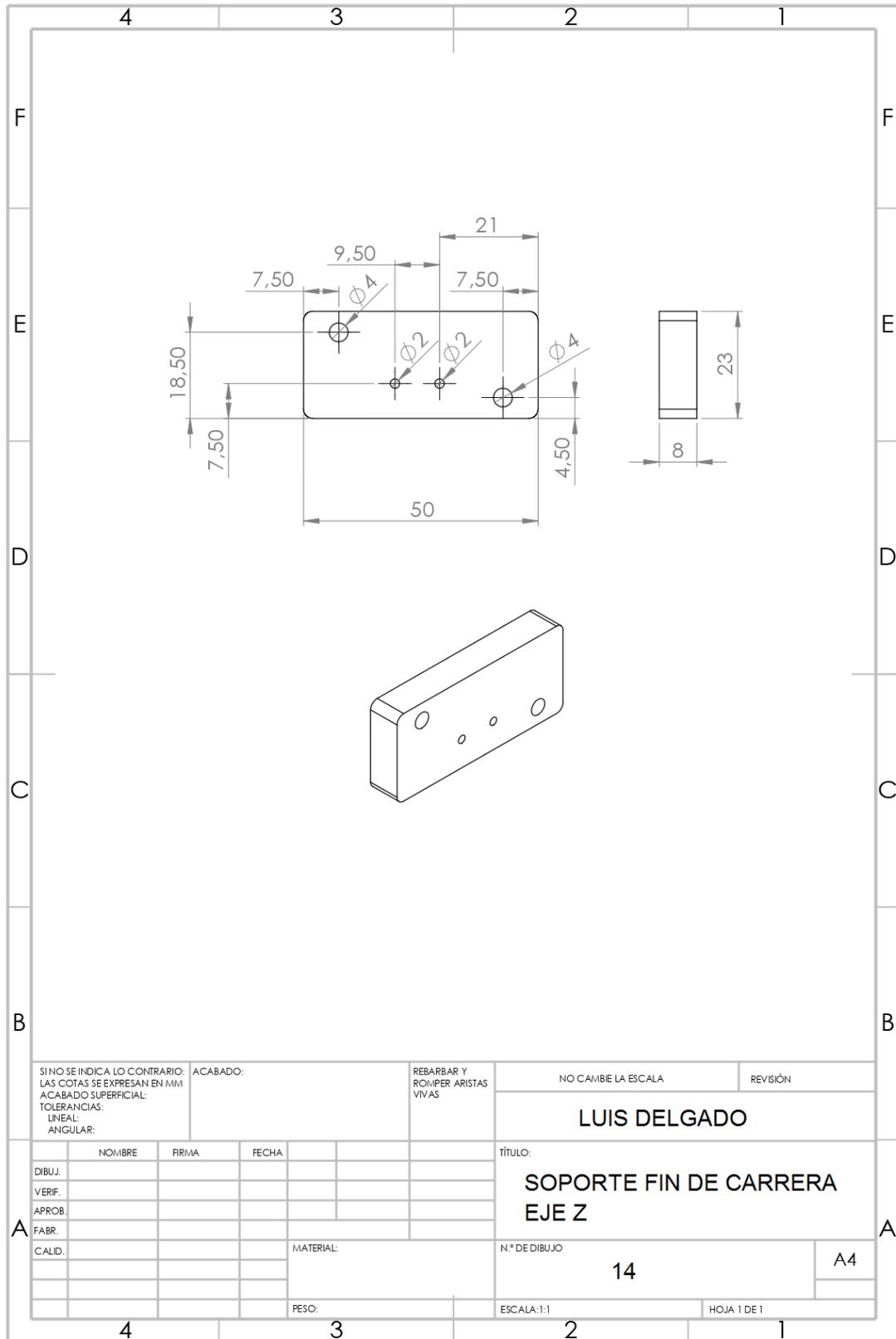


Soporte de correa eje Y



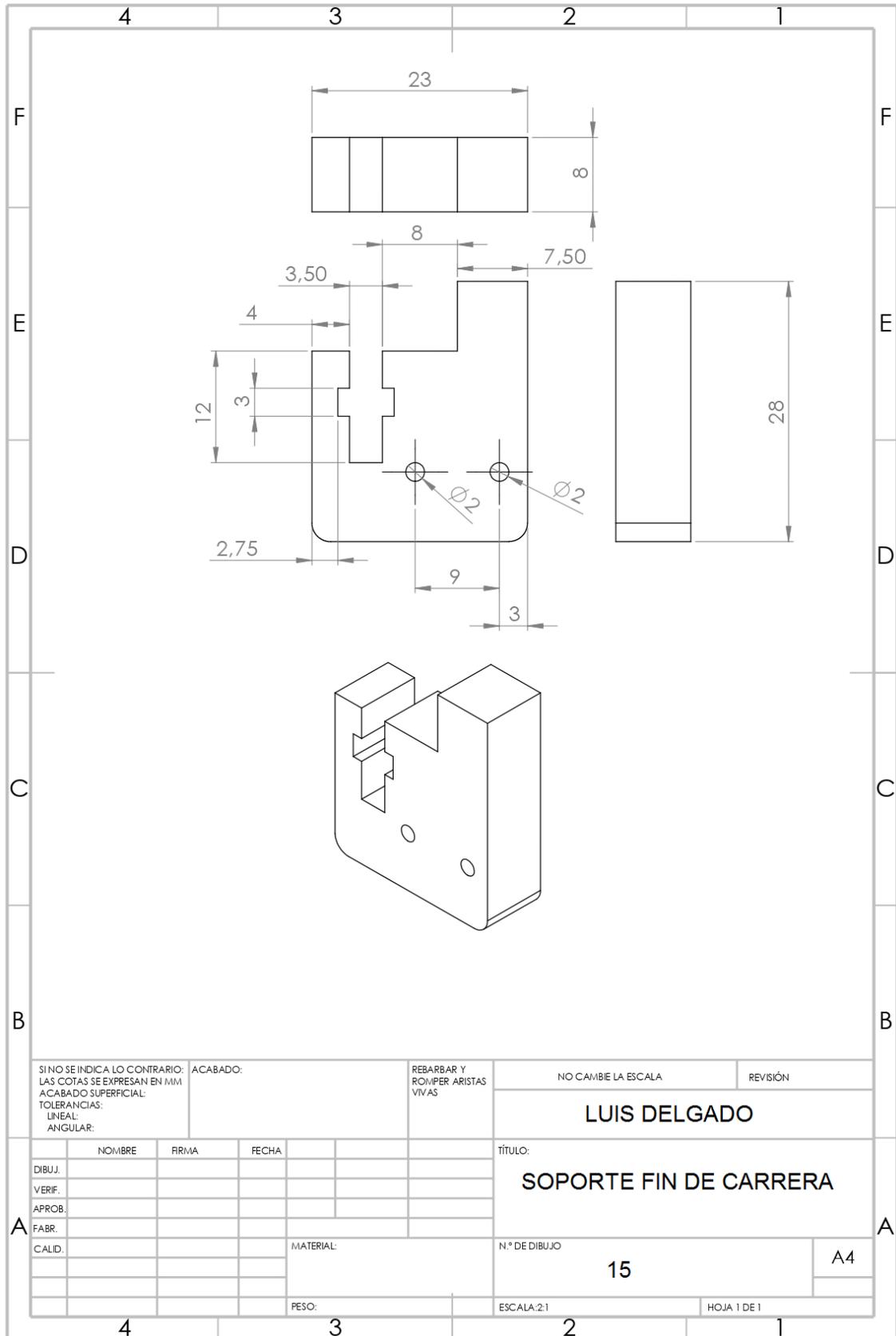
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
							LUIS DELGADO				
							TÍTULO:				
							SOPORTE DE CORREA EJE Y				
							N.º DE DIBUJO				A4
							13				
							ESCALA: 2:1		HOJA 1 DE 1		
							PESO:				

SopORTE fin de carrera eje Z



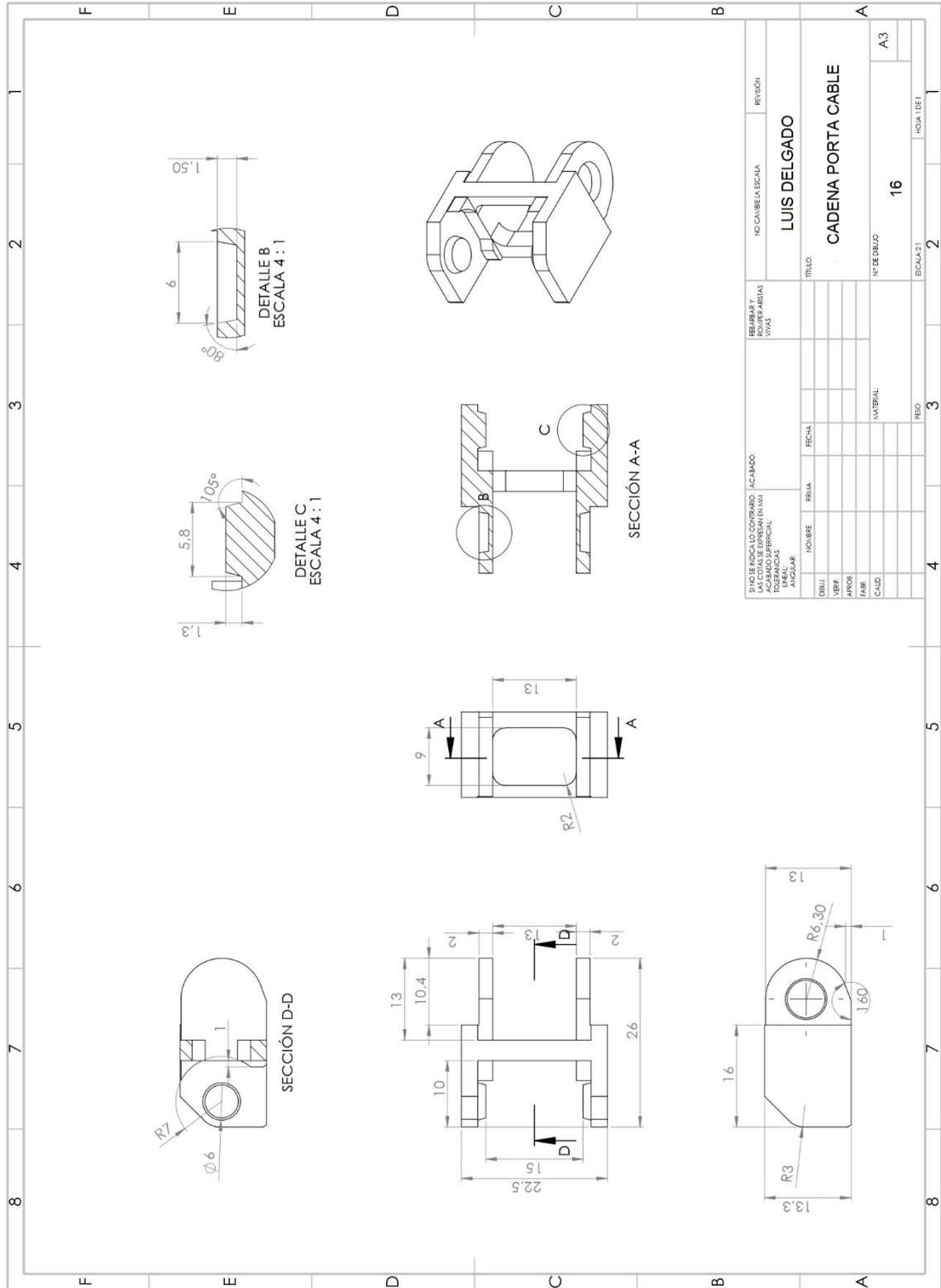
SINO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				LUIS DELGADO	
				TÍTULO:	
				SOPORTE FIN DE CARRERA EJE Z	
				N.º DE DIBUJO	A4
				14	
				ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1
PESO:					

Soporte fin de carrera



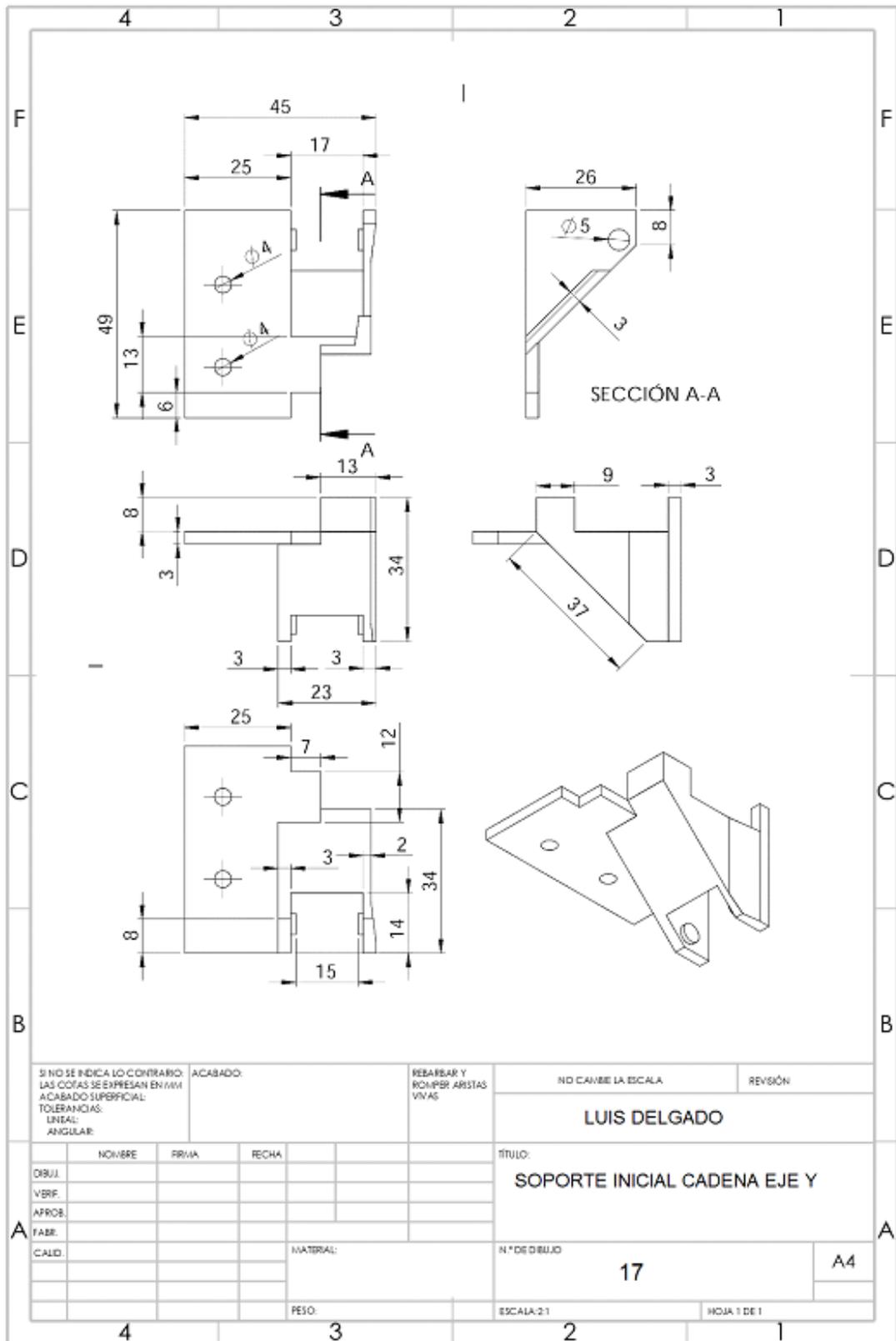
SIN O SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
LUIS DELGADO					
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
VERIF.				SOPORTE FIN DE CARRERA	
APROB.				Nº DE DIBUJO	A4
FABR.				15	
CALID.			MATERIAL:	ESCALA: 2:1	HOJA 1 DE 1
			PESO:		

Cadena porta cable

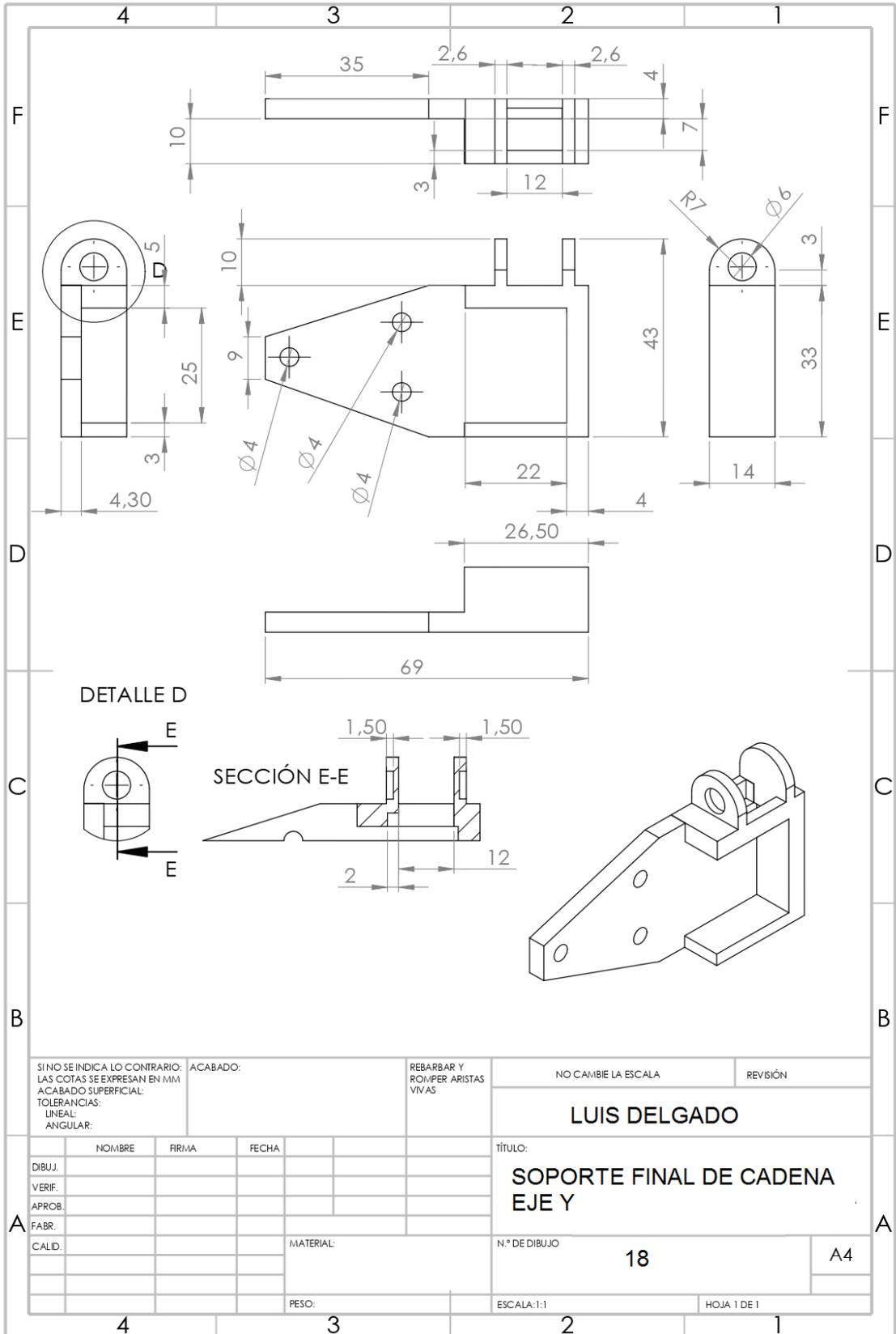


SIN QUE INDICADO CONTRARIO, ACABADO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: EN SU CASO: ANGULAR		REPARAR Y RECORRENTES VINOS		NO CAMBIA LA ESCALA	REVISIÓN
TÍTULO		LUIS DELGADO			
N° DE DIBUJO		16		HOJA 1 DE 1	
MATERIAL				ESCALA: 2:1	
PREC.		3		2	
FECHA					
NOMBRE					
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALD.					

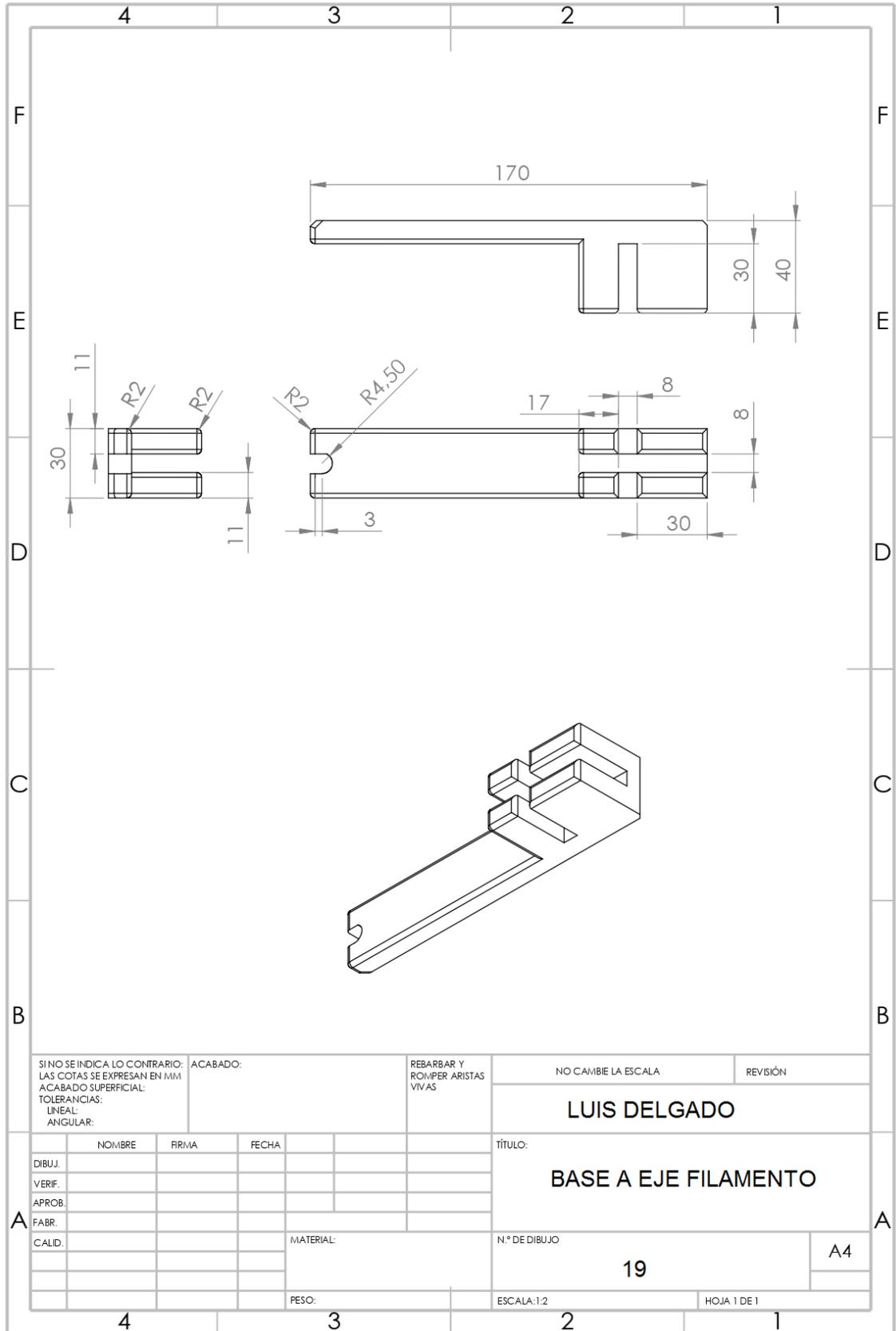
SopORTE inicial de cadena eje Y



SopORTE final de cadena eje Y

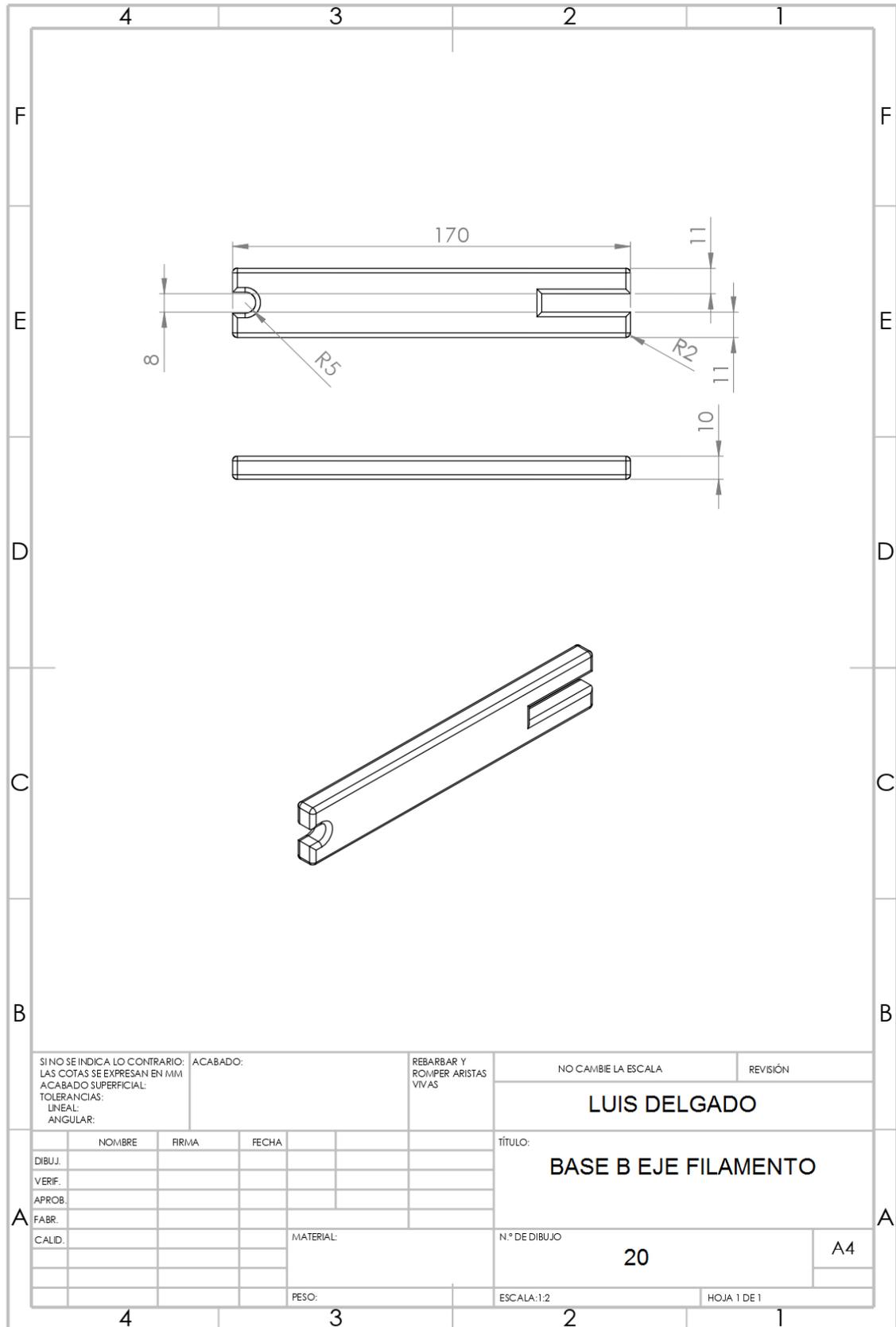


Base A eje filamento

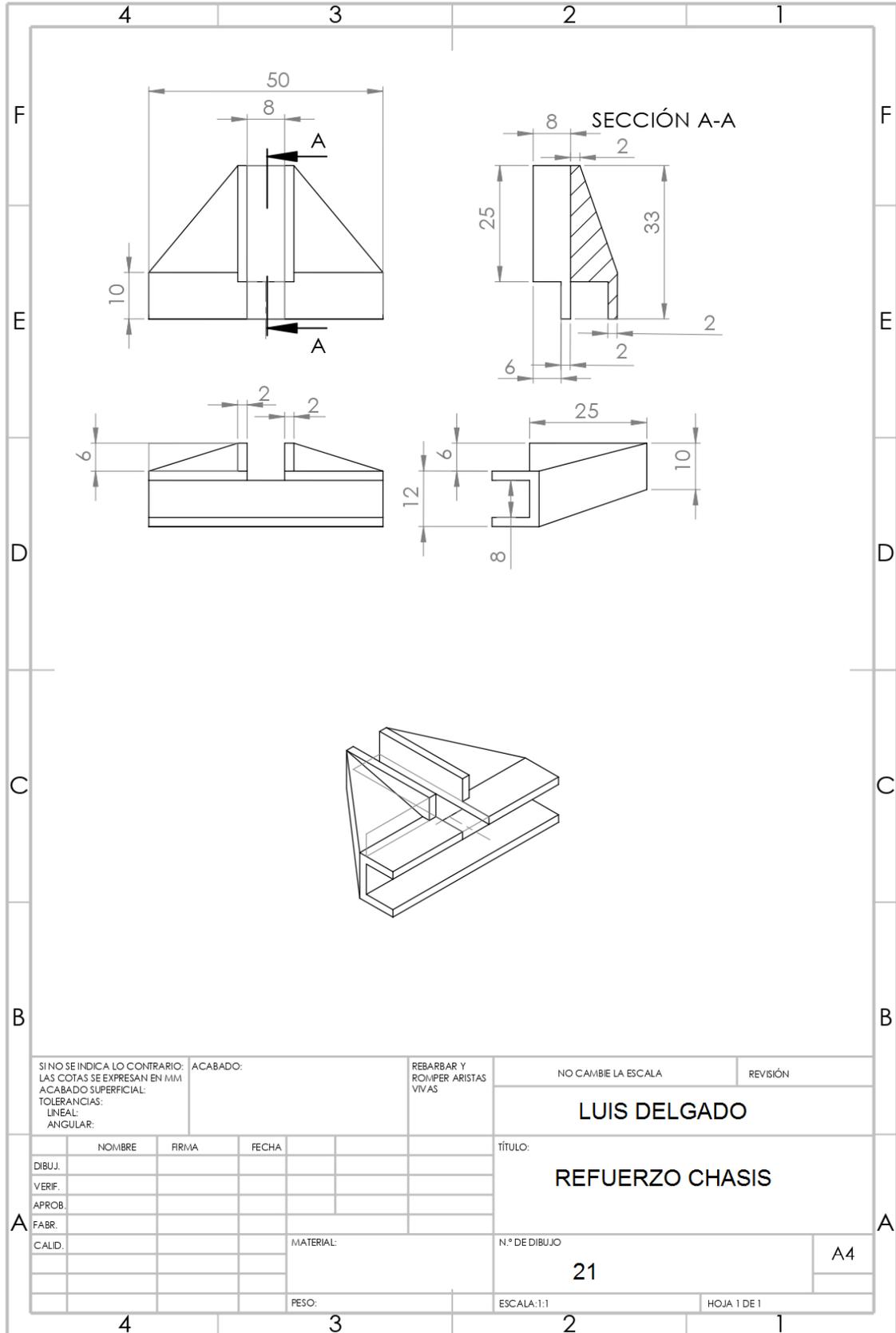


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						LUIS DELGADO			
						BASE A EJE FILAMENTO			
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
VERIF.								19	
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4	
				PESO:		ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1	

Base B eje filamento

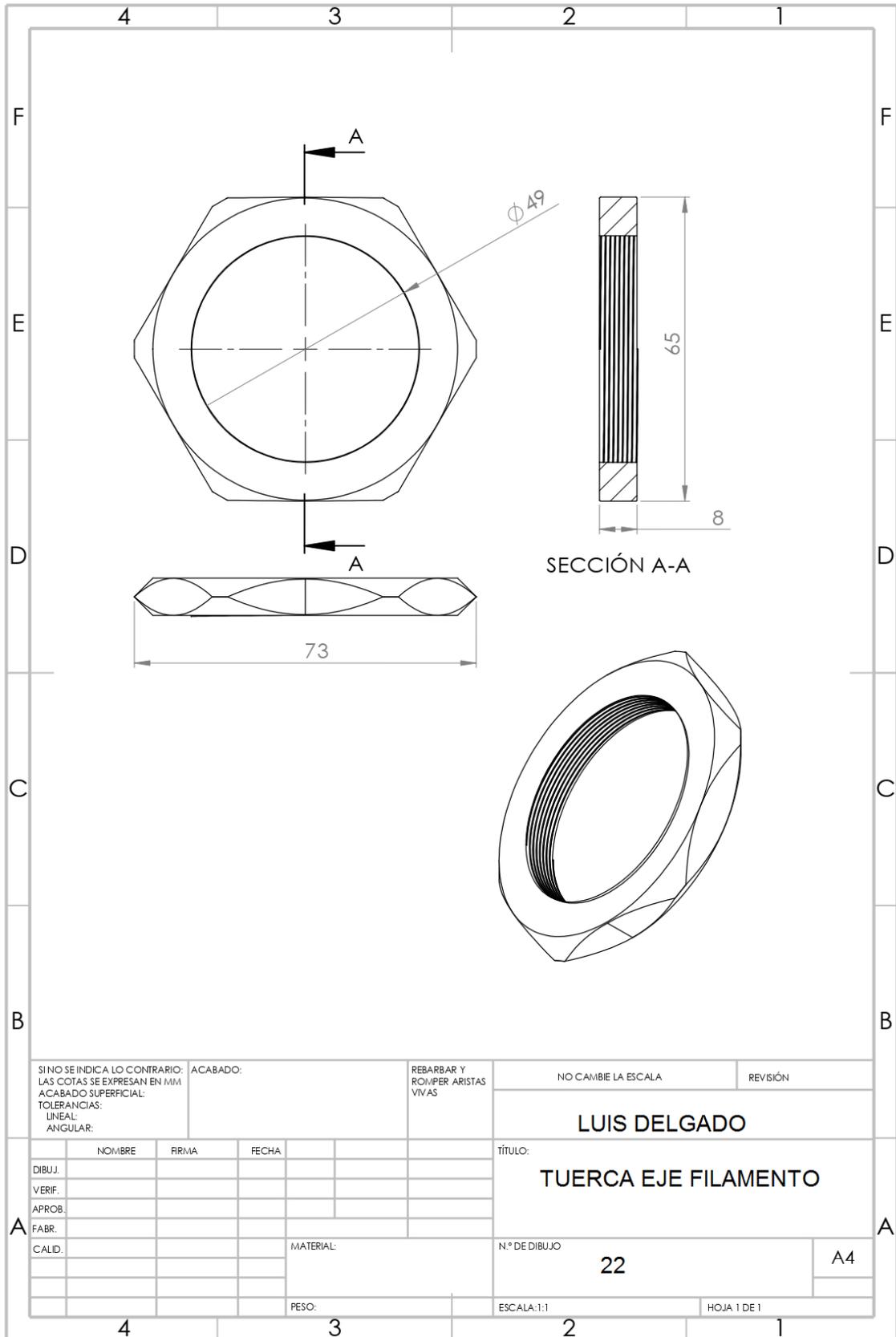


Refuerzo chasis



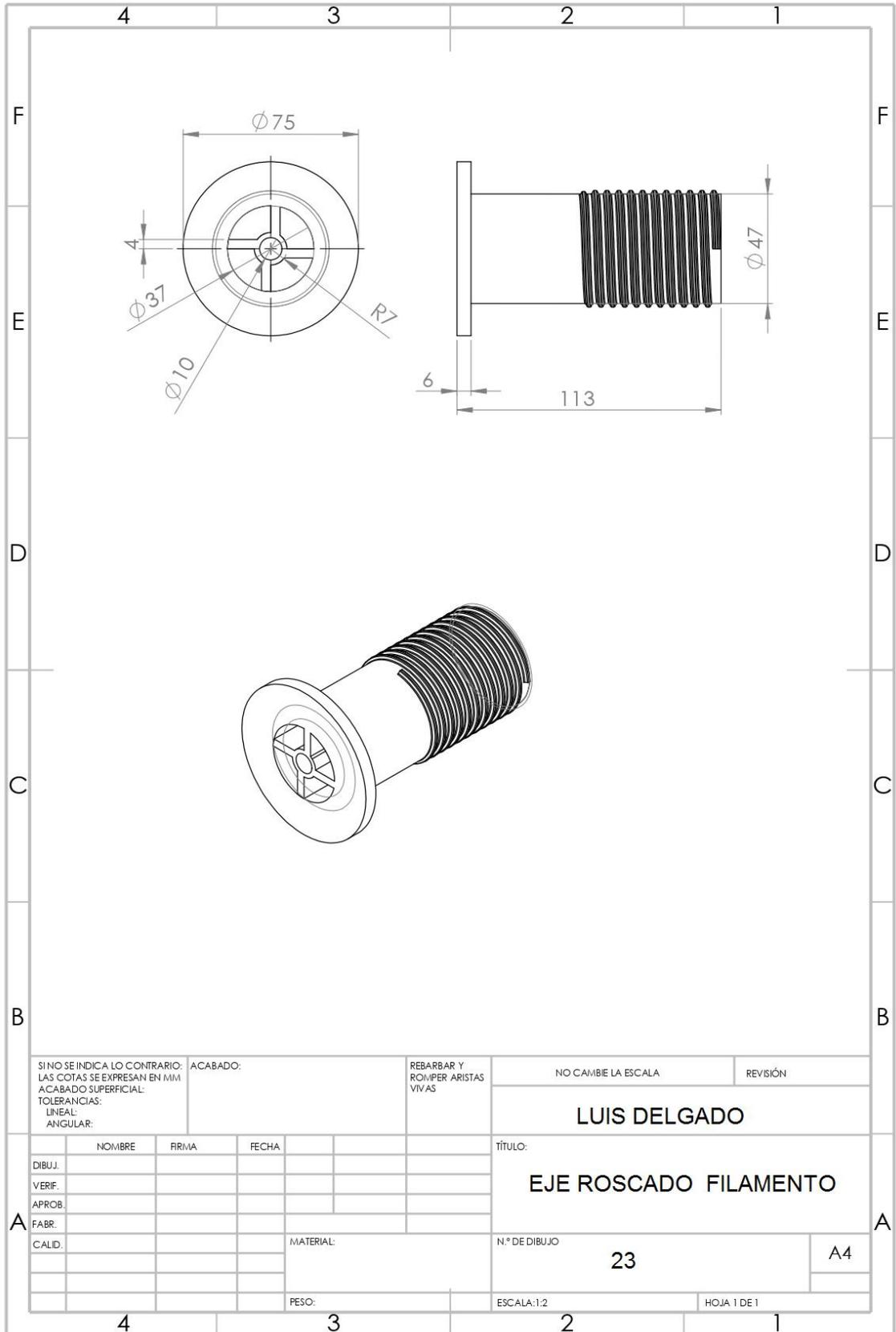
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					LUIS DELGADO	
					TÍTULO: REFUERZO CHASIS	
NOMBRE			FIRMA		FECHA	
DIBUJ.			VERIF.		APROB.	
FABR.			MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
CALID.			PESO:		ESCALA: 1:1	
					HOJA 1 DE 1	

Tuerca eje filamento



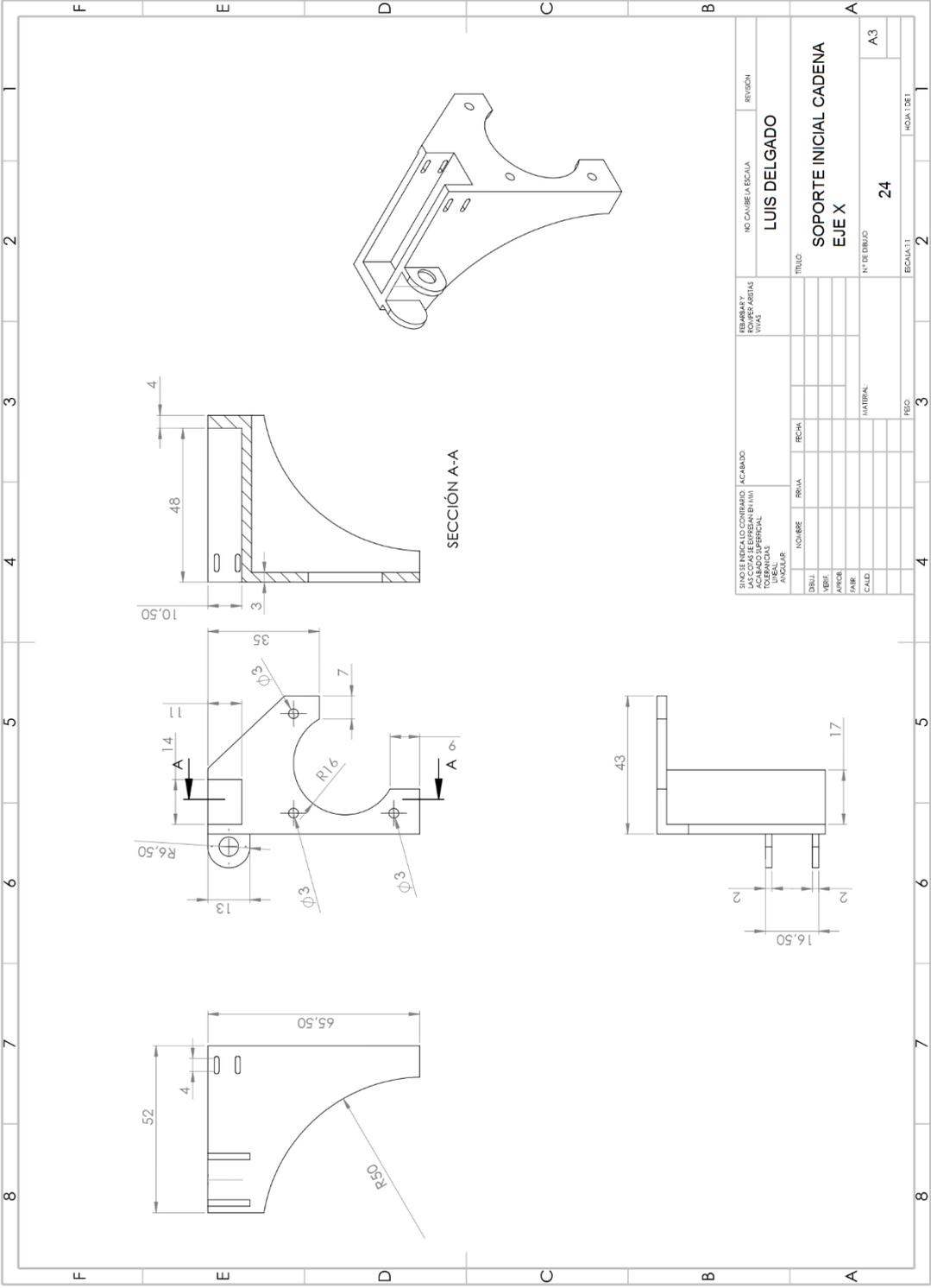
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				LUIS DELGADO	
				TUERCA EJE FILAMENTO	
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
VERIF.				22	
APROB.					
FABR.					
CALID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	
				A4	
			PESO:	ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1

Eje roscado filamento



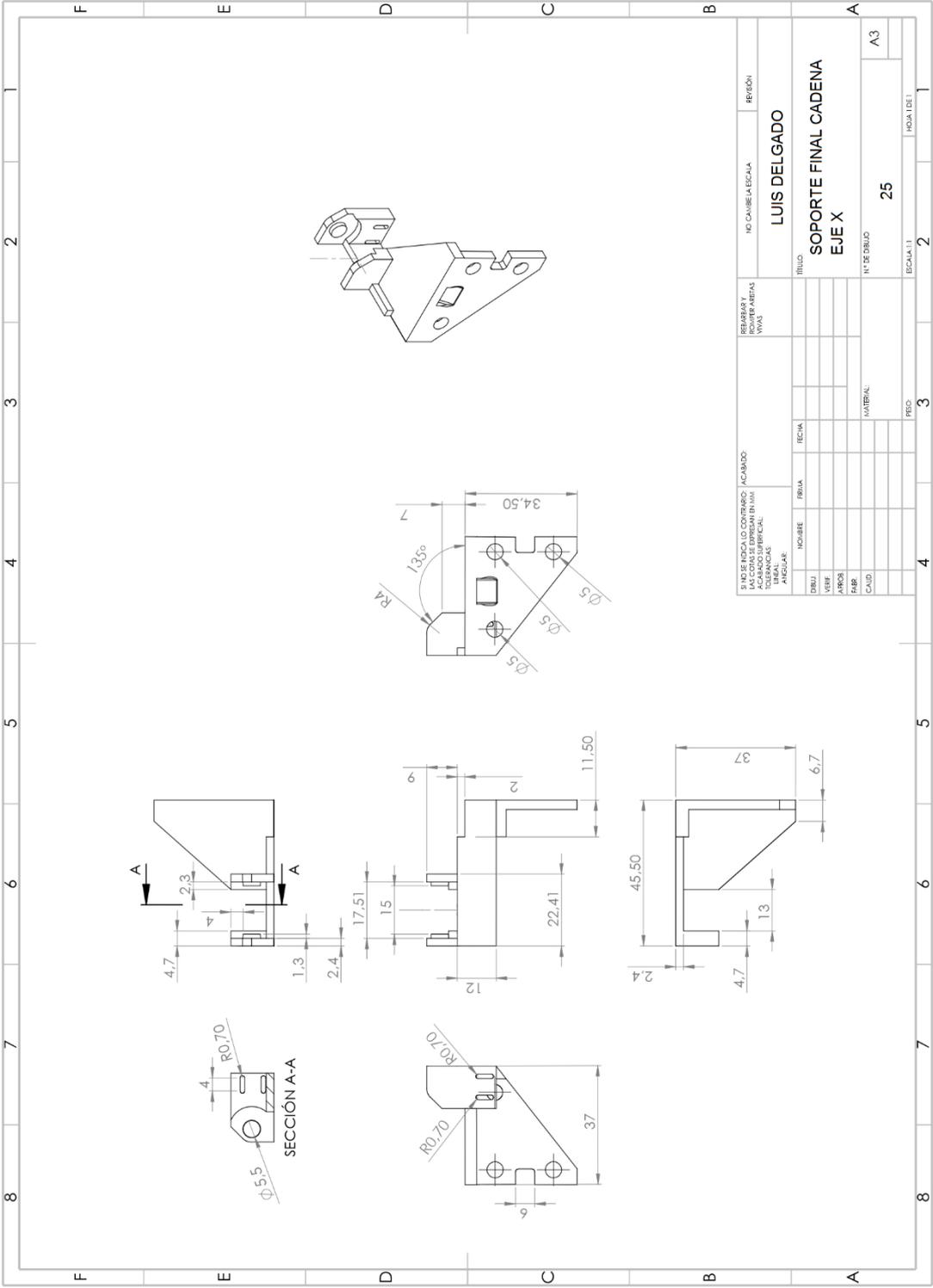
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL:						LUIS DELGADO			
TOLERANCIAS:						EJE ROSCADO FILAMENTO			
LINEAL:						TÍTULO:			
ANGULAR:									
NOMBRE		FIRMA		FECHA		N° DE DIBUJO 23			
DIBUJ.									
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL:		ESCALA: 1:2			
				PESO:		HOJA 1 DE 1		A4	

Soporte inicial cadena eje X

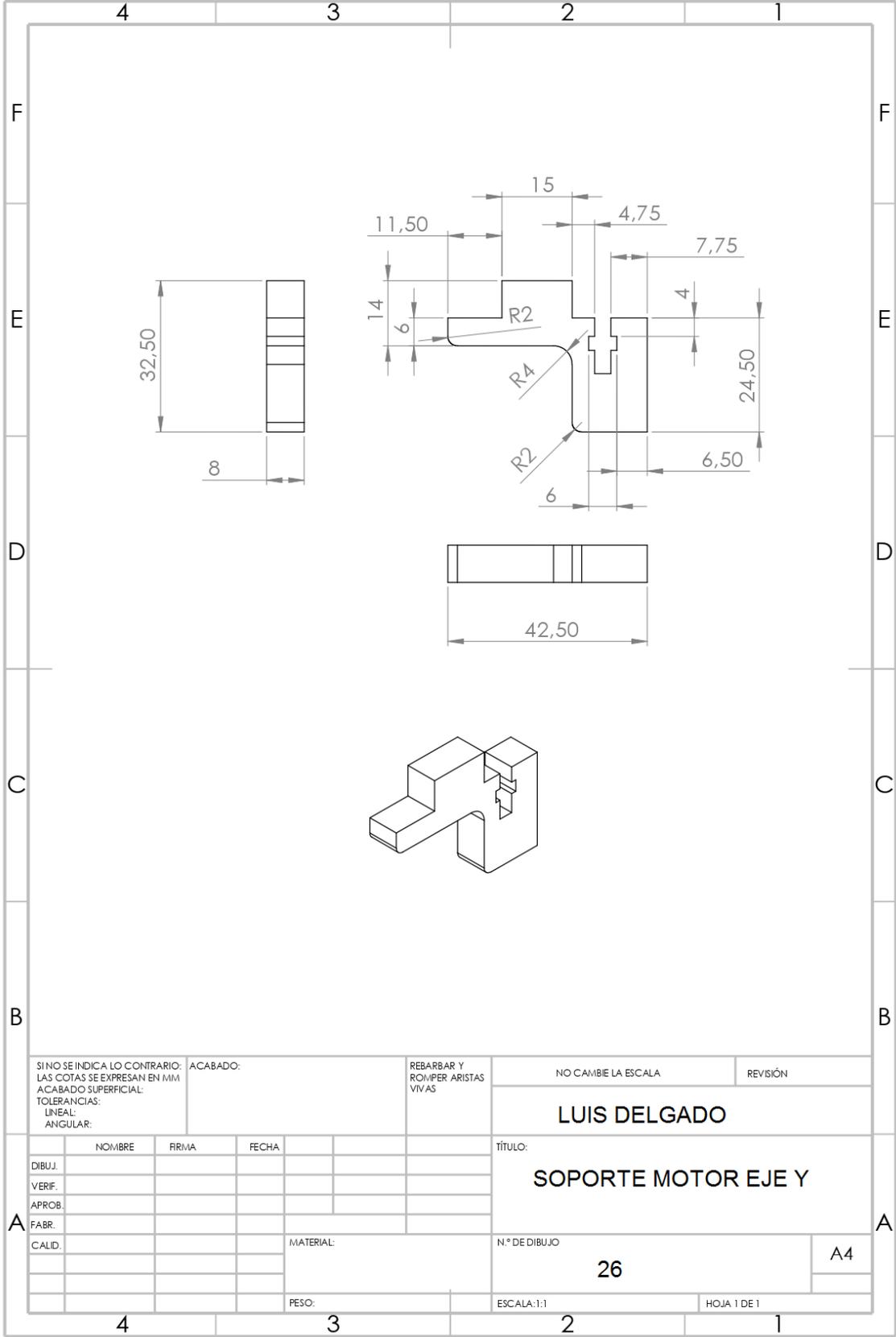


NOMBRE DEL DISEÑADOR NOMBRE DEL DISEÑADOR EN MAYÚSCULAS APLICACIÓN DEL MATERIAL TITULO		N° DE CAMBIA LA ESCALA LUIS DELGADO		REVISION 24	
N° DE DIBUJO A3		TITULO SOPORTE INICIAL CADENA EJE X		HORA DE DISEÑO 2	
NOMBRE ACABADO MATERIAL		RFINA RECHA PESO		ESCALA (1:1) 2	
DIBUJO VERIFICACION FABRICA CALIDAD		NOMBRE RFINA RECHA MATERIAL		HORA DE DISEÑO 2	

Soporte final cadena eje X



Soporte motor eje Y



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				LUIS DELGADO	
				TÍTULO: SOPORTE MOTOR EJE Y	
NOMBRE		FIRMA	FECHA	N.º DE DIBUJO	
				26	
DIBUJ.				MATERIAL:	
VERIF.				ESCALA: 1:1	
APROB.				HOJA 1 DE 1	
FABR.				A4	
CALID.				PESO:	