



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA.**

TESIS:

**DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECAÁNICA
PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN
LA EMPRESA METALMECAÁNICA “AMIGO” -
CHICLAYO.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor (es):

Bach. Vásquez Mejía, José Edinson.

Bach. Yovera Risco, William Alberto.

Asesor:

Dr. Jorge Olortegui-Yume. Ph. D.

Línea de Investigación:

Ingeniería de Procesos Productivos

Pimentel – Perú

2019

Bach. Vásquez Mejía, José Edinson

Bach. Yovera Risco, Willian Alberto

Dr. Jorge A. Olortegui Yume

Presentado a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Señor de
Sipán para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

APROBADO POR:

Mg. Juan Carlos Vives Garnique
Presidente jurado de tesis

Mg. Silvia Yvone Gastiaburú Morales
Secretario del Jurado de tesis

Mg. Carlos Alexis Alvarado Silva
Vocal del Jurado de tesis

PIMENTEL - 2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por ser mi guía y estar conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida, y seguir conmigo en este momento importante en mi formación profesional. A mi Madre, por estar conmigo siempre y por darme confianza y seguridad mientras estudiaba. A mi Padre por apoyarme en todo y por su gran imagen paternal gracias por todo. A mi pequeño hermano por esas grandes e interesantes temas de conversación, a mi Abuelo por sus palabras y temas de superación gracias por todo Abuelo, sé que estés donde estés me estas guiando y estás haciendo de mí una gran persona para mi bien, el de mi familia y de la sociedad, si no fuera por todos ustedes no hubiese logrado esta primera meta en mi vida. (José Édinson Vásquez Mejía)

Esta tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban. A mis Padres quienes por ellos soy lo que soy, por brindarme su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. A mi familia que me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. Este trabajo de investigación se lo dedico a mi tío Tadeo Risco, que me apoyo y se convirtió en la figura familiar durante mi vida universitaria y por motivarme a salir adelante. (William Alberto Yovera Risco)

AGRADECIMIENTO

Por brindarnos su conocimiento, apoyo, paciencia y consejos, para concluir de forma exitosa nuestro proyecto de tesis al Dr. Jorge A. Olortegui Yume, nuestro más sincero agradecimiento.

Así mismo agradecemos a nuestra casa de estudios la Universidad Señor de Sipan, de igual manera a los docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica por el conocimiento y rigor brindado en cada uno de los curso.

De manera especial queremos agradecerles a nuestras familias, los cuales con esmero y dedicación nos inculcaron el deseo de superación y con su cariño supimos mantenernos en por el camino del bien.

Debemos también agradecer a los amigos que de una u otra manera son partes de este logro ya que gracias a su apoyo y amistad supimos sobre ponernos a los problemas presentados a lo largo de nuestras vidas.

Los autores

RESUMEN

En este trabajo se realizó el diseño de una Sierra electromecánica para la realización de cortes de varillas de acero en la empresa metalmecánica “AMIGO” – Chiclayo.

Las necesidades de la empresa se determinaron mediante encuestas al gerente y a los trabajadores de la misma empresa. Se realizó una búsqueda de nivel mundial tanto de normas o recomendaciones de diseño, logrando solo encontrar una norma por lo cual no se logró desarrollar mucho por esa parte, por lo tanto se vio en la necesidad de buscar antecedentes o recomendaciones de investigadores previos. Luego se generaron 6 conceptos de tipos de sierras electromagnéticas de las cuales fueron evaluadas mediante una matriz de selección de criterios ponderados para generar un concepto ganador. A continuación, se aplicó el diseño de configuración al concepto seleccionado para luego brindar las dimensiones generales del equipo en base a la configuración óptima. Con ayuda de una GUI (Graphical User Interface) considerando rangos para las variables de espesor de sección, diámetro de eje y tipo de material. Finalmente se realizó la selección de componentes estándar.

La mayor parte de las medidas de la máquina se llevaron a parametrización. En el diseño conceptual que más puntaje obtuvo y resultó ganador fue la Sierra Electromecánica de vaivén. Utilizando un software de simulación nos permitió observar los valores máximos de esfuerzos y deformaciones que se ubican en el eje principal, además la parametrización GUI se pudo observar una vista global del comportamiento de las variables, teniendo una vista del diámetro del eje de 1.5 in donde se determinó un factor de seguridad de 8. La velocidad de corte recomendada por los mismos parámetros de la hoja de sierra de la empresa SCARRETT, para poder realizar un corte es de 88 RPM.

La determinación del precio para realizar el proyecto es de 4786 soles, lo cual incluye en 18% de IGV. Aplicando un análisis PRI (Periodo de retorno de Inversión), teniendo el retorno de la inversión inicial en 5 meses y 28 días.

PALABRAS CLAVES: Electromecánica, GUI, parametrización, vaivén.

ABSTRACT

In this work, the design of an electromechanical saw for the realization of cuts of steel rods was carried out in the metalworking company "AMIGO" - Chiclayo.

The needs of the company were determined by means of a survey of the manager and the workers of the same company. A global search of recommendations or design recommendations was carried out, obtaining only one norm for what had not been achieved, it had developed a lot on that part, therefore, it was necessary to look for background or recommendations of previous investigators . Then, 6 concepts of electromagnetic saws were generated, which were evaluated by a selection matrix of weighted criteria to generate a winning concept. Next, the design of the base was applied to the selected style to then provide the overall dimensions of the equipment in the base to perfection. With the help of a GUI (Graphical User Interface), ranges were applied for the variables of section thickness, shaft diameter and material type. Finally, the selection of standard components was made.

Most of the measures of the machine was carried out to parametrization. In the conceptual design that had the highest score and the winner was the Sierra Electromecánica de Vaivén. With the Simulation Program ANSYS allowed us to observe the maximum values of stresses and deformations that are located in the main axis, in addition to the GIU parameterization we could observe a global view of the behavior of the variables, taking a view of the diameter of the axis of 1.25 where a safety factor of 3 was determined. The cutting speed recommended for the power to make a cut of 88 rpm.

The determination of the price to carry out the project is 4786 soles, which includes 18% of VAT. Applying a PRI analysis (Investment Return Period), taking the return on the initial investment in 5 Months and 26 days.

KEYWORDS: Electromechanics, GUI, parameterization, oscillation.

INDICE

RESUMEN.....	5
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad Problemática	12
1.2. Antecedentes de Estudio.....	13
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	17
1.3.1. Hoja de Sierra.....	17
1.3.2. Propiedades Mecánicas de la Hoja de Sierra	18
1.3.3. Máquina de corte con hoja de Sierra.....	19
1.3.4. Tipos de Maquinas de Sierra	19
1.3.4.1. Sierra electromecánica.....	19
1.3.4.2. Sierra de cinta.....	20
1.3.5. Partes de las Sierra Electromecánica	21
1.3.6. Principio de Funcionamiento.....	23
1.3.7. Diseño de Sierras Electromecánicas.....	24
1.3.8. Definición de Términos.....	29
1.4. Formulación del Problema	30
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	31
1.6. Hipótesis	31
1.7. Objetivos.....	31
1.7.1. Objetivo General	31
1.7.2. Objetivos Específicos.....	31
II. MATERIALES Y MÉTODOS	34
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	34
2.2. Población y muestra.....	34
2.3. Variables, Operacionalización	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	38
2.5. Procedimiento de análisis de datos	39
2.6. Criterios Éticos.....	42
2.7. Criterios de rigor científicos.....	43
III. RESULTADOS.....	45
3.1. Resultados en tablas y figuras.....	45
3.1.1 Necesidades de la Empresa.....	45
3.1.2 Recomendaciones de Diseño.....	49
3.1.3 Especificaciones Ingenieriles	49
3.1.4 Conceptos de solución para la configuración de la sierra electromecánica.	52

3.1.5	Determinación de Criterios Ponderados	59
3.1.6	Explicación de promedios ponderados	60
3.1.7	Diseño de Configuración	62
3.1.8	Selección de Configuración	65
3.1.9	Dimensionamiento de la Maquina	67
3.1.10	Selección de Materiales para el Eje del Sistema de Transmisión	68
3.1.11	Cargas de Diseño.....	70
3.1.12	Diseño Paramétrico.....	70
3.1.12.1	Diseño Paramétrico mediante GUI.....	71
3.1.12.2	Diseño Paramétrico Mediante Simulaciones.....	77
3.10.	Selección de los Componentes Estándar del Equipo.	79
3.10.1.	Calculo y selección del eje	79
3.10.2.	Potencia del motor	94
3.10.3.	Caja Reductora.....	96
3.10.4.	Hoja de Sierra.....	97
3.10.5.	Selección del sistema de protección y control del motor eléctrico.....	99
3.11.	Análisis Económico	102
3.11.1.	Tasa Interna de Retorno (PRI)	102
3.12.	Plan de mantenimiento para la sierra electromecánica	105
3.2.	Discusión de resultados.....	106
IV.	CONCLUSIONES	110
4.1.	Conclusiones.....	110
	REFERENCIAS.....	113
	ANEXOS.....	116

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Corte de Varillas en la Empresa Metal Mecánica “AMIGO”	13
Figura N° 2. Hoja de sierra	17
Figura N° 3. Máquina de sierra electromecánica	20
Figura N° 4. Máquina de sierra de cinta vertical	21
Figura N° 5. Partes de la Sierra electromecánica	22
Figura N° 6. Principio de funcionamiento	23
Figura N° 7. Mecanismo de trabajo	24
Figura N° 9. Diagrama de caja negra para el chasis de la sierra electromecánica	36
Figura N° 10. Diagrama de desarrollo por etapas de los procedimientos realizados	41
Figura N° 11. Sierra Electromecánica de hoja horizontal	53
Figura N° 12. Sierra mecánica de cinta Vertical	54
Figura N° 13. Sierra mecánica de disco	55
Figura N° 14. Sierra mecánica impulsada por pedal	56
Figura N° 15. Sierra mecánica de cinta rotativa	57
Figura N° 16. Sierra electromecánica de 4 hojas de sierra	58
Figura N° 17. Configuración A para la sierra electromecánica	62
Figura N° 18. Configuración B para la sierra electromecánica	63
Figura N° 19. Configuración C para la sierra electromecánica	64
Figura N° 20. Dimensionamiento general de la sierra electromecánica	67
Figura N° 21. Diagrama de cuerpo libre del eje	70
Figura N° 22. Ventana de Inicio GUI	72
Figura N° 23. Ventana de Diseño Estático del Eje	74
Figura N° 24. Ventana de Diseño de Eje por Fatiga	75
Figura N° 25. Grafica Paramétrica GUI para evaluar la variable de Solución, Factor de seguridad y la variable de diseño parametrizadas.	76
Figura N° 26. Motor DELCROSA 1 HP – Trifásico	95
Figura N° 27. Reductor de velocidad Sin Fin	96
Figura N° 28. Tabla de corte para hojas de sierra.	97
Figura N° 29. Hoja de Sierra.....	97
Figura N° 30. Dimensiones de hojas de sierra	98
Figura N° 31. Guardamotor Sirius 3RV Siemens	100
Figura N° 32. Contactador Schneider.....	101
Figura N° 33. Relé térmico RT3B General Electric	101
Figura N° 34. Interruptor termomagnético Schneider	102
Figura N° 35. Periodo de retorno de Inversión	104

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Porcentaje de composición química en la hoja de sierra	18
Tabla N° 2. Selección de hoja de sierra.....	18
Tabla N° 3. Operacionalización de variables para la Sierra Electromecánica.....	37
Tabla N° 4. Resumen de entrevistas de necesidad de la empresa metalmecánica “AMIGO” respecto al diseño de una maquina electromecánica de hasta 4 pulgadas de diámetro.	48
Tabla N° 5. Recomendaciones de diseño.....	50
Tabla N° 6. Especificaciones Ingenieriles	51
Tabla N° 7. Ponderado de los criterios considerados para la matriz de selección	60
Tabla N° 8. Puntuación de los criterios considerados para la matriz de selección	60
Tabla N° 9. Selección de la alternativa más óptima mediante una matriz ponderada de selección	61
Tabla N° 10. Matriz ponderada de selección de la configuración óptima para la sierra electromecánica.	65
Tabla N° 11. Matriz ponderada de selección del material óptimo para la sierra electromecánica.	66
Tabla N° 12. Matriz ponderada de selección de la Selección de Material.	69
Tabla N° 13. Variables y valores para el Diseño Paramétrico.	71
Tabla N° 14. Resultado de cálculo de escritorio del diseño Estático.....	73
Tabla N° 15. Resultado de cálculo de escritorio del diseño por Fatiga.....	73
Tabla N° 16. Variables y Valores para la simulación Paramétrica en ANSYS.	77
Tabla N° 17. Matriz Grafica Paramétrica para evaluar los tipos de materiales expuestos a diversos esfuerzos por fatiga.	78
Tabla N° 18. Propiedades mecánicas del AISI 1020.....	85
Tabla N° 19. Parámetro del factor de la condición superficial de Marín.	86
Tabla N° 20. Eje redondo con filete en el hombro en flexión.	88
Tabla N° 21. Eje redondo con filete en el hombro en torsión.	89
Tabla N° 22. Elementos del sistema eléctrico para la máquina pelletizadora	99
Tabla N° 23. Materiales para la fabricación de la sierra electromecánica.	103
Tabla N° 24. Operaciones a realizarse para el mantenimiento.	105
Tabla N° 25. Partes críticas para realizar el mantenimiento.	106

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Hoy en día la industria metalmecánica colombiana, y en particular sus equipos de máquinas y herramientas, se ha inspirado en la necesidad de las grandes empresas de metalmecánicas sobre un fenómeno fundamental de nuestra realidad económica, técnica y social. En la actualidad los países con gran desarrollo en el diseño y fabricación de máquinas y equipos industriales es hoy en día el sistema más sensato, accesible, rentable y con mayor producción de toda empresa dedicada a los trabajos mecánicos. Elevar los niveles de producción a gran escala es un proceso necesario en toda organización o entidad del área industrial, manteniendo así la rentabilidad de la empresa, teniendo como objetivos el mejoramiento continuo a través de los avances tecnológicos (Gutiérrez, 2014)

El sector industrial a nivel nacional se interesan por racionar los costos y los tiempos en sus procesos productivos, con lo que se ven obligados a la elaboración de equipos que solucionen grandes problemas en la industria para lograr una mayor producción y eficacia de personal de la misma industria.(Metal actual, 2015)

La empresa metalmecánica “AMIGO” reconocida por la calidad de sus máquinas y sus diversos equipos diseñados y elaborados, logro posicionarse como una de las mejores empresas en su rubro, la cual también cuenta con el servicio de torno, fresadora, cepilladora, prensa hidráulica entre otros equipos de trabajo. Esta empresa tiene 20 trabajadores los cuales se desempeñan en las áreas de Mantenimiento Mecánico, Mantenimiento Eléctrico y de Mecanizado.

La empresa “AMIGO” realiza a diario operaciones metal-mecánicas que requieren ser alimentadas de materia prima, piezas metálicas en bruto, con dimensiones adecuadas. Es decir, se requieren barras cortas para ser ingresadas en las máquinas-herramienta la cuales deben ser cortadas de barras en estado de suministro. Estas operaciones primarias de corte se realizan manualmente en la empresa empleando varios operarios y tiempo extenso para su ejecución. La empresa ha visto la necesidad de contar con algún equipo de corte automático o semiautomático para eliminar el corte manual y por tanto incrementar la productividad.



*Figura N°. 1. Corte de Varillas en la Empresa Metal Mecánica “AMIGO”
Fuente: propia*

El presente proyecto plantea el diseño y fabricación de una sierra electromecánica para el corte de barras de acero de diámetros hasta 4 pulgadas, para una mayor producción y optimización de personal para la empresa metal mecánica “AMIGO”.

1.2. Antecedentes de Estudio

El detalle de cada uno de los trabajos que anteceden a este proyecto se muestra a continuación.

Carrillo, V. (Carrillo, V. 2014), diseñó y fabricó una sierra mecánica semi-automática para cortes continuos de barras y tuberías de acero de cuadradas de hasta 150 mm de lado y de redondas de 200 mm de diámetro. Se identificó que el corte mecánico de tuberías y barras de acero es una necesidad, principalmente en empresas medianas metalmecánicas de la ciudad. Luego se desarrolló una tabla de especificaciones y características de diseño fundada en los resultados de la encuesta. Con esta información se realizaron los cálculos de ingeniería para dimensionar la estructura mecánica y seleccionar los componentes

electromecánicos. El sistema de control fue diseñado con la información estructural y electromecánica ya completada, lo que permitió seleccionar mandos hidráulicos y neumáticos. El análisis económico arrojó una inversión inicial de 4500 soles con un retorno de inversión de 3 meses. El diseño y fabricación de esta sierra mecánica resultó ser provechosa desde el punto de vista económico considerando que máquinas comerciales con las mismas características poseen precios de 150-200% el costo obtenido en este proceso.

Nazar, M. et. al. (Nazar, M. et. al 2014). Diseñaron y construyeron una máquina automática de sierras mecánicas para cortar metal de diferentes tamaños y dimensiones. La investigación tiene como objetivo principal generarle a la industria una alternativa dirigida hacia la mejora en el sistema de manejo de materiales mediante la implementación de la automatización y la reducción de esfuerzo humano. La máquina es potenciada por un motor de $\frac{1}{4}$ HP y 920 rpm, se realizaron pruebas utilizando una cierta variedad de metales, en una de estas pruebas se realizó el corte de un eje de acero dulce con un diámetro de 25 mm y longitud de 12 pulgadas, y le tomo 240 segundos en cortar con una hoja de sierra nueva. Finalmente concluyeron que al automatizar esta máquina de potencia entrega una alta productividad en un tiempo reducido en contraste con las máquinas de serruchos tradicionales y esta máquina tiene como ventaja principal que la participación de la mano de obra se reduce a nivel máximo.

Universidad Vasavi de Ingeniería (Universidad Vasavi de Ingeniería 2016), diseñó y analizó un accesorio de sierra mecánica acoplada a un torno central. El objetivo de esta investigación tiene como finalidad entregar una máquina de sierra mecánica con una fuerza de corte variable con la ayuda de un peso muerto móvil aprovechado del torno para el corte diferentes materiales. Se diseñó cada componente y las dimensiones se obtuvieron con éxito de acuerdo con las especificaciones del torno, luego se simuló el movimiento al ensamble en el software Nx y el diseño fue correcto. Se concluyó que el trabajo proporciona un accesorio simple y económico de la sierra para metales en un torno de centro, las máquinas de sierra convencional que están disponibles en el mercado cuestan alrededor de 460 a 620 dólares donde nuestro accesorio de la sierra al torno cuesta alrededor de 155 a 235 dólares solamente.

Umale et. al. (Umale et. al., 2016) diseñó, desarrolló y fabricó una máquina de corte de metal operada por pedal para cortar diferentes metales. El movimiento giratorio del pedal se está convirtiendo en movimiento alternativo (hacia adelante y hacia atrás) usando el mecanismo de cuatro barras (12 mm y 0,5 mm) para cortar materiales como MS, cobre, latón, etc. Estructura de bicicleta como se desarrolla y se fabrica ergonómicamente, usando este mecanismo un humano promedio normal puede cortar 20 piezas de trabajo (de 20 mm de diámetro promedio) en 30 minutos. La máquina fue probada con diferentes ejes metálicos de 16mm de diámetro y el tiempo de corte se registró a varios rpm (100, 150 y 200) para diferentes metales. Los datos obtenidos se analizaron y compararon con el tiempo de corte requerido para la máquina de sierra eléctrica y la sierra de mano, la primera máquina tiene una ventaja mecánica de 0,45 (menos de uno) y una eficiencia mecánica del 79%, lo que indica que esta máquina de sierra manual es más beneficiosa que la máquina eléctrica o manual, ya que no consume electricidad y funciona sin mucha entrada humana en comparación cuando la sierra es operada con la mano. Las ventajas de esta máquina son ahorro de electricidad, corte fácil, fiable, rentable, el ejercicio, etc.

D. Santikarn, E.J.A. (Santikarn, 1982), realizó un análisis de sierra en hebra para la predicción y velocidad de corte por gravedad. El análisis que se presentó es relevante para las condiciones de pruebas de la hoja de sierra en condiciones de uso manual, a diferencia de las cuchillas de sierra eléctrica, ya que este tipo de análisis considera la pieza de trabajo de la cuchilla de la máquina como un sistema completo para determinar fuerzas durante el corte y la velocidad de corte. El modelo asistido por computadora es capaz de identificar y además incorporar numerosas variantes sobresalientes en cuanto a las máquinas, hojas y piezas. Para propósitos de predicción, se requiere de pruebas en el modelo tanto estáticas como dinámicas de la gravedad en una máquina de sierra de arco, para establecer los parámetros de fuerza del diente de la sierra por unidad de área. Se determinó una buena correlación entre las fuerzas experimentales y predichas y las velocidades de corte al probar los efectos del paso de la sierra, el radio del filo del diente, las proporciones de la pieza y las masas añadidas en el conjunto del brazo oscilante de la máquina. Esta investigación ha puesto de relieve la complejidad de esta operación de mecanizado común y la importancia de las características

geométricas, cinemáticas y dinámicas de la máquina al estandarizar las pruebas de rendimiento de la sierra.

Revista Internacional de Ingeniería de Investigación y Ciencias Generales (Revista Internacional de Ingeniería de Investigación y Ciencias Generales 2016), diseñaron y analizaron la potencia de una sierra eléctrica adjuntada a un torno de eje central. Las sierras eléctricas disponibles en el mercado cuestan alrededor de 30,000 a 40,000 rupias indias, en comparación de accesorios para el acondicionamiento de una sierra en el eje central del torno que cuestan aproximadamente 10,000 a 15,000 rupias indias, en dicho accesorios se puede obtener diferentes velocidades de corte del torno y también fuerzas variables de corte. Para conocer la temperatura de corte durante cada corte para distintos materiales. Se utilizó un termómetro infrarrojo para determinar las temperaturas a las cuales estaban sometidas las zonas de los materiales durante el corte, temperatura obtenida al cortar un tubo de aluminio $T=260^{\circ}\text{C}$, temperatura obtenida al cortar un tubo de acero suave $T= 560^{\circ}\text{C}$. Se llegó a una conclusión que el torno puede proporcionar fuerza requerida para el corte de cualquier material, la temperatura de corte para diferentes materiales y obtener las fuerzas de corte variables gracias a la ayuda de un peso muerto móvil.

Revista de Ingeniería de Mecánica y Civil (IOSR-JMCE) (Revista de Ingeniería Mecánica y Civil 2015), construyeron una cortadora de sierra eléctrica y se realizó un estudio técnico. Durante el pedaleo se obtiene un sistema giratorio que hace que se obtenga un movimiento recíproco, siendo ese el mecanismo de la manivela deslizante. Se logró tratar de superar el estrés relacionado al corte convencional o manual de materiales en la industria metal mecánica. La máquina fue puesta a prueba y se logró obtener un buen resultado con eficiencia ideal, siendo la ventaja mecánica de 0.5, relación de velocidad de 0.65, una potencia de 5.72KW y una eficiencia del 76.9%, lo que hace esto muy adecuado y capaz de cortar. La metodología de realizar el estudio a la sierra eléctrica de pedal fue satisfactoria teniendo una ventaja mecánica ideal de 0.4 y una potencia de salida de 30 KW. Por lo tanto, esta máquina será bien recibida por las industrias gracias a su rendimiento y simplicidad además de su accesibilidad.

Wu et. al., (Wu et. al., 2013), realizó cálculos de distribuciones de energía específicas para multi-hojas sinusoidales en el proceso de corte de surcos. Se propone un nuevo método para las relaciones de energía específica de un material mediante diferentes geometrías de cortador y superposiciones de cuchillas. Los resultados confirman que en los procesos de cortes por surcos, la energía específica es en función al corte y no al área en el proceso. Se determinó que las fuerzas de corte de la ranura en los 3 ejes, se descomponen en fuerzas de corte en dirección x, fuerza lateral en la dirección y fuerza vertical de la dirección z, se halló la presión de 1580 MPa para el trabajo en piezas de AI 6061, así mismo el coeficiente específico de la dirección y es 0.44 y el coeficiente en la dirección z es de 0.20. En este trabajo, se ha establecido mediante una geometría el modelo de la energía específica para los cortadores en forma sinusoidales múltiples, llegando a un resultado que los efectos de fricción ocurrieron en el plano de corte y ambos lados de los cortadores, así mismo, de determino las fuerzas para un corte individual en un proceso siendo 60 N para F_x , 7.5 N para F_y y 25 N para F_z , para una área de corte de 0.038 mm^2 .

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Hoja de Sierra

Es una lámina de acero con dientes triangulares que realizan el corte (www.starrett.com), a sus extremos cuenta con dos agujeros para que sea sujetado por el arco de sierra y pueda realizar su función (Figura No 2).

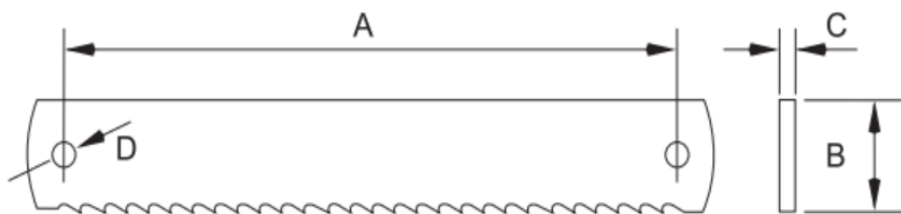


Figura N°. 2. Hoja de sierra
Fuente: propia

1.3.2. Propiedades Mecánicas de la Hoja de Sierra

A continuación en la tabla N°. 1 se detalla la lista de materiales químicos que son utilizados para la fabricación de la hoja de sierra. (Aceros Arequipa)

Tabla N°. 1. Porcentaje de composición química en la hoja de sierra

Fuente: Aceros Arequipa

ZONA	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	V	Co	W
BASE	0,48	0,70	0,15	0,030	0,030	0,9	0,15	0,08	-	-
	-	-	-	máx	máx	-	min	-	-	-
	0,56	1,0	0,40			1,2		0,15		
DIENTES	0,88	0,40	0,030	0,030	0,06	3,8	4,7	1,7	4,5	6
	-	máx	máx	máx	-	-	-	-	-	-
	0,96				0,15	4,5	5,2	2,0	5,0	6,7

En la tabla N°. 2 se muestra la forma de seleccionar el tipo de hoja de sierra según el número de diente y el tipo de material a cortar.

Tabla N°. 2. Selección de hoja de sierra

Fuente: Aceros Arequipa

Material a ser cortado	ESPEJOR DEL MATERIAL				Velocidades del Arco en Golpes por minuto
	HASTA 20mm (3/4")	HASTA 20mm a 40mm (3/4" a 1.1/2")	HASTA 40mm a 90mm (1.1/2" a 3.1/2")	Superior a 90mm (superior a 3.1/2")	
	DENTADO				
acero de bajo carbono	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	70 - 90
acero de medio carbono	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	60 - 80
acero de alto carbono	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	55 - 70
acero carbono con baja aleación	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	65 - 80
acero carbono con alta aleación	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	45 - 60
acero de mecanizado fácil	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	80 - 100
acero herramienta	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	55 - 70
acero rápido baja aleación	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	50 - 60
acero rápido alta aleación	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	45 - 55
hierro fundido clase 20	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	70 - 80
hierro fundido clase 40	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	65 - 75
hierro fundido clase 60	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	40 - 55

hierro fundido Maleable	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	65 - 75
Hierro fundido Austentico	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	40 - 55
Inconel y Monel	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	40 - 55
Aceros Inoxidables	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	50 - 60
cobre	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	95 - 140
bronce	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	85 - 105
latón	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	90 - 110
aluminio	14 - 10	10 - 6	6 - 4	4 - 2.1/2	100 - 140

1.3.3. Máquina de corte con hoja de Sierra.

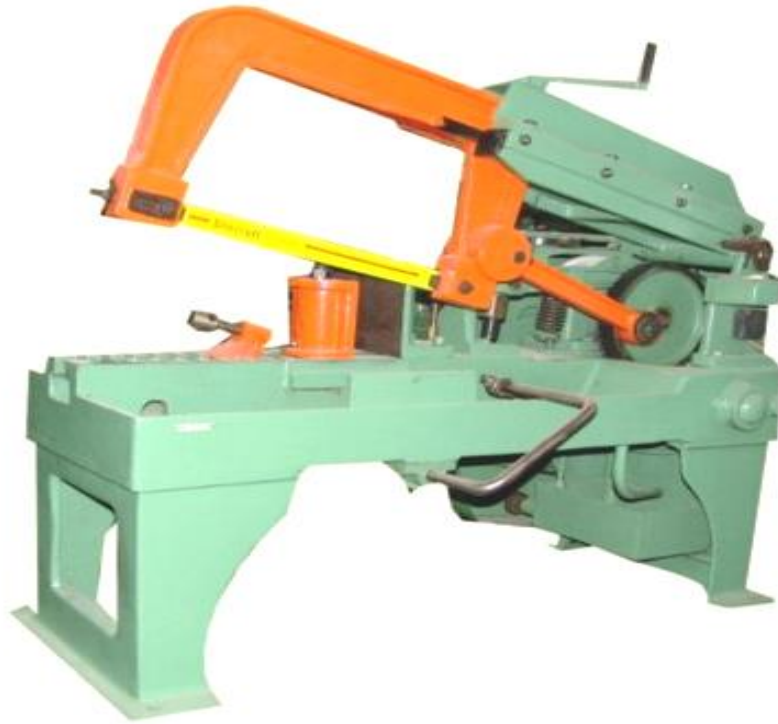
Es una máquina herramienta diseñada para realizar cortes de diferentes en tipos de materiales, dependiendo de longitud o contorno a tipo de corte a realizar. El sistema de funcionamiento es de impulso tipo vaivén, quien trata de mover una hoja de sierra para producir el corte. Al utilizar la sierra electromecánica nos facilita y optimiza el tiempo que se emplea para realizar un corte. (www.mecanizadobasico.blogspot.pe).

1.3.4. Tipos de Maquinas de Sierra

Las máquinas de sierra se dividen en dos tipos:

1.3.4.1.Sierra electromecánica

La sierra electromecánica es un tipo común de sierras utilizadas para cortar metales en el taller de máquinas. Utiliza un sistema de corte reciproco (vaivén) similar a la que se usa en una sierra de mano. La sierra eléctrica de alta potencia se utiliza para el corte cuadrado o angular de stock. . La sierra de cinta usa una lámina de banda continua como se muestra en la figura No 4. Una rueda motriz y una rueda loca soportan y accionan la cuchilla (www.hacksaw-machine).



*Figura N°. 3. Máquina de sierra electromecánica
Fuente: MecanizadoBasico.com*

1.3.4.2.Sierra de cinta.

También llamado como serrucho de banda, es una de las sierras que contiene una tira de metal dentado, largo y muy flexible. Haciendo un recorrido continuo y así llegando a realizar su trabajo. Pueden ser utilizadas en rubros como metalmecánica, carpintería y metalurgia, también se utiliza para realizar diversos cortes como formas irregulares.



*Figura N°. 4. Máquina de sierra de cinta vertical
Fuente: Sierras DEWALT*

1.3.5. Partes de las Sierra Electromecánica

La sierra electromecánica está conformada por las siguientes partes como se muestra en la figura No 5.

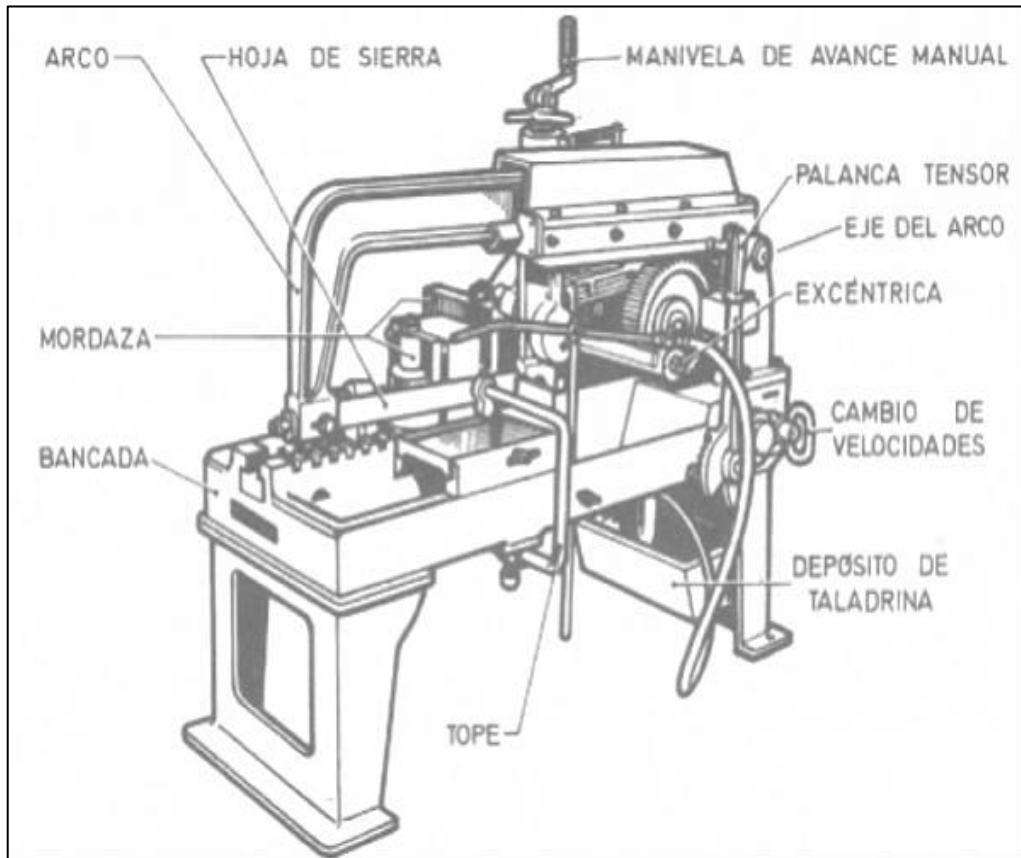


Figura N°. 5. Partes de la Sierra electromecánica
Fuente: Sistemas estructurales

Bancada: También conocida como base de la sierra, principalmente contiene un depósito de refrigerante y una bomba para transportar el refrigerante al lugar de trabajo.

Mordaza: Mordaza o tornillo de banco reajutable para que se puedan sostener varios tamaños y estructuras de metal.

Marco: Armazón o marco donde reposa los componentes de la sierra, de buen espesor para poder soportar todo el peso de los materiales.

Depósito de taladrina: Recipiente donde se encuentra el aceite refrigerante de corte, dicho producto está compuesto por agua y aceites, utilizado como refrigerante y lubricante en la industria de mecanizados.

Mecanismo de cambio de velocidad: La palanca de cambio nos va a permitir realizar el cambio de velocidades determinando una cantidad de golpes por minuto para que se pueda cortar una variedad de metales a una velocidad adecuada.

Palanca tensor: O también llamada embrague de alimentación ajustable, es un mecanismo de gancho que está acoplado al tornillo de alimentación, donde nos permitirá ajustar la cantidad deseada de alimentación en milésimas de pulgada.

Hoja de sierra: Es una herramienta muy importante en el corte de metal en la industria metal mecánica. Algunas llevan sujeciones que mantienen la sierra firme y la vuelven fácil de manipular, la cuchilla es de dientes finos y está tensionada sobre una montura.

Motor: Componente electromecánico utilizado para poner en marcha la máquina, generando movimientos en los volantes de la misma.

1.3.6. Principio de Funcionamiento

El principio de funcionamiento de esta máquina se centra principalmente en el mecanismo de transformación del movimiento, el motor brindara un movimiento circular y gracias a este principio se obtendrá en la salida un movimiento alternativo como se muestra en la figura No 6. (Awakenthecenturies.blogspot.pe).

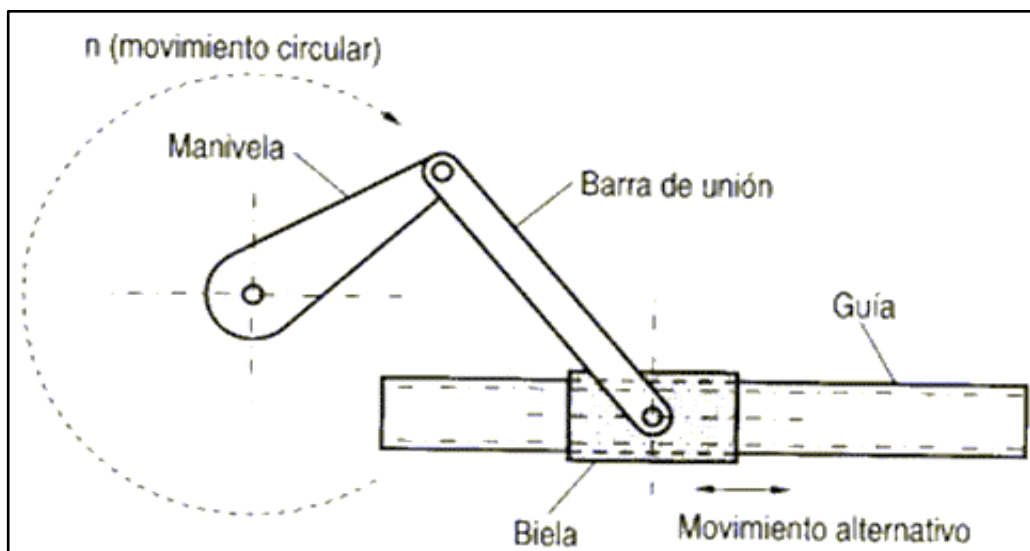
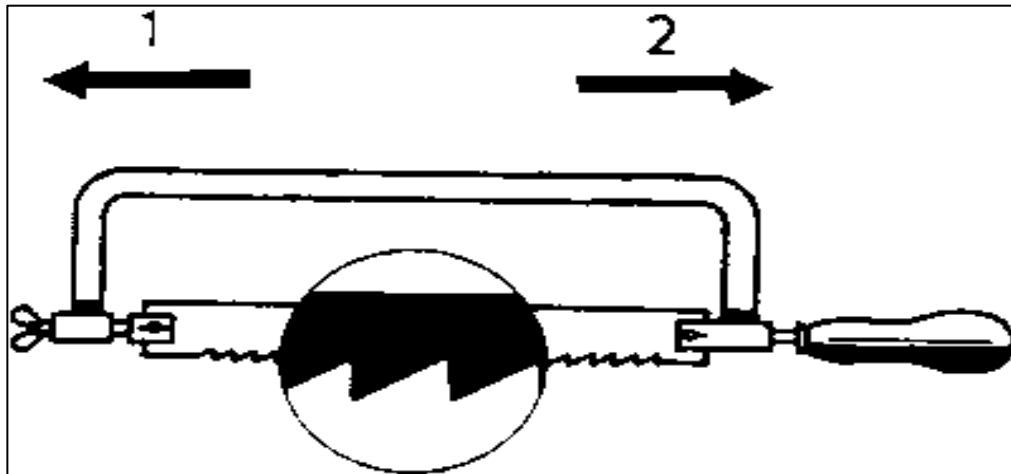


Figura N°. 6. Principio de funcionamiento

Fuente: A waken the centuries

El mecanismo de trabajo de la sierra es de golpe, es decir que se deslizará la sierra hacia un lado indicado, (ver figura No 7) el sentido número 1 se desliza penetrando los dientes en el material, el sentido número 2 indica el recorrido de retorno,

teniendo un movimiento de vaivén que tiene como propósito final realizar el corte del material en contacto con la hoja de sierra.



*Figura N°. 7. Mecanismo de trabajo
Fuente: The University of walkato*

1.3.7. Diseño de Sierras Electromecánicas

Fórmula de esfuerzo por flexión:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{I/c} = \frac{M}{S} \quad \dots (1)$$

Esfuerzo uniformemente distribuidos

Considerando en el diseño que el esfuerzo está distribuido de manera uniforme. En este caso el resultado se llama tensión pura

Esfuerzos Normales

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \dots (2)$$

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} \quad \dots (3)$$

Torsión

Un vector que sea colineal con un eje de un elemento mecánico se llama vector de par de torsión, porque el momento causa que el elemento se tuerza respecto a ese eje.

$$\theta = \frac{Tl}{GJ} \quad \dots (4)$$

Dónde:

T : Par de torsión.

l : Longitud.

G : Módulo de rigidez.

J : Segundo momento polar del área.

Análisis Estático

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}}(\frac{d}{2})}{I} = \frac{32 M_{\text{máx}}}{\pi d^3} \quad \dots (5)$$

$$\tau = \frac{T_{\text{máx}}(\frac{d}{2})}{I} = \frac{16 T_{\text{máx}}}{\pi d^3} \quad \dots (6)$$

Esfuerzo de Von Mises σ' :

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2} \quad \dots (7)$$

Factor de Seguridad, F.S:

$$F.S = \frac{S_y}{\sigma'} \quad \dots (8)$$

Reemplazando las dos anteriores ecuaciones:

$$\left(\frac{S_y}{F.S}\right)^2 = \sigma_f^2 + 3\tau^2 \quad \dots (9)$$

$$\left(\frac{S_y}{F.S}\right)^2 = \left(\frac{32 M_{\text{máx}}}{\pi d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{16 T_{\text{máx}}}{\pi d^3}\right)^2 \quad \dots (10)$$

Se despejara el diámetro

$$d = \sqrt[6]{\left(\frac{F.S}{S_y}\right)^2 \left(\left(\frac{32 M_{\text{máx}}}{\pi}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 T_{\text{máx}}}{\pi}\right)^2 \right)} \quad \dots (11)$$

Donde:

F.S: Factor de Seguridad.

S_y : Resistencia a la fluencia de AISI 1020 (MPa)

$M_{m\acute{a}x}$: Momento máximo (N.m)

$T_{m\acute{a}x}$: Torque máximo (N.m)

d: diámetro (m)

Análisis por fatiga:

Ecuación de Marin.

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad \dots (12)$$

Dónde:

S_e : Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

k_a : Factor de modificación de la condición superficial

k_b : Factor de modificación del tamaño

k_c : Factor de modificación de la carga

k_d : Factor de modificación de la carga

k_e : Factor de confiabilidad

k_f : Factor de modificación de efectos varios

S'_e : Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Factor de superficie k_a :

$$k_a = a S_{ut}^b \quad \dots (13)$$

Factor de tamaño k_b :

$$k_b = 1.24 d^{-0.107} \quad \dots (14)$$

Factor de temperatura k_c :

$$k_c = 1 \quad \dots (15)$$

Factor de temperatura k_d :

$$k_d = \text{Temp ambiente} \quad \dots (16)$$

Factor de confiabilidad k_e :

$$k_e = 1 - 0.08z_a \quad \dots (17)$$

Factor de efectos varios k_f :

$$k_f = \frac{\text{esfuerzo máximo en la pieza de prueba con muesca}}{\text{esfuerzo en la pieza de prueba sin muesca}} = 1 \quad \dots (18)$$

Límite de resistencia a la fatiga S'_e :

$$S'_e = 0.5S_{ut} \quad \dots (19)$$

Esfuerzos en ejes

$C = \text{Diámetro} / 2$

$$\sigma_a = K_f \frac{M_a C}{I} \quad \dots (20)$$

$$\sigma_m = K_f \frac{M_m C}{I} \quad \dots (21)$$

$$\tau_a = K_{fs} \frac{T_a C}{J} \quad \dots (22)$$

$$\tau_m = K_{fs} \frac{T_m C}{J} \quad \dots (23)$$

Dónde:

σ_a : Esfuerzo alternante.

σ_m : Esfuerzo medio.

τ_a : Torsión alternante.

τ_m : Torsión media.

M_a : Momento flexionante alternante.

M_m : Momento flexionante medio.

T_a : Par torsor alternante.

T_m : Par torsor medio.

I : Momento de Inercia

J : Factor Geométrico.

C : Variable de distancia

K_f : Factor de concentración de esfuerzos por fatiga de la flexión.

K_{fs} : Factor de concentración de esfuerzos por fatiga de la torsión.

Esfuerzo de Von Mises.

$$\sigma'_m = (\sigma_m^2 + 3\tau_m^2)^{1/2} = \left[\left(\frac{32K_f M_m}{\pi d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{16K_{fs} T_m}{\pi d^3} \right)^2 \right]^{1/2} \dots (24)$$

Calculo para diámetro del eje por el método de carga estática en un eje sometido a torsión y flexión mediante ED-GOODMAN

El cálculo para el diseño del eje está basado en el libro de Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. ((Nisbett, 2008). Para determinar el diámetro del eje utilizaremos la siguiente ecuación.

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2]^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{S_{ut}} [4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2]^{\frac{1}{2}} \right\} \right)^{1/3} \dots (25)$$

Dónde:

d: Diámetro (m.)

n: Factor de seguridad (adim.)

M: Momento flector (N.m)

T: Momento torsor (N.m)

S_y : Límite de fluencia (Pa.)

n : Factor de Seguridad.

Calculo de Potencia de Motor

Para la potencia requerida del motor primeramente es necesario calcular el torque que se halla con la siguiente formula

$$T = F * d \quad \dots (26)$$

Dónde:

T : Torque.

F : Fuerza de Corte

d : Radio de la biela

Con el valor de transmisión se halla la potencia requerida

$$P = T x Vel. Angular / 746 \quad \dots (27)$$

1.3.8. Definición de Términos

Vaivén: Movimiento alternativo de un cuerpo que después de recorrer una línea en una dirección, vuelve a describirla, caminando en sentido contrario.

Electromecánico: dispositivo mecánico que se acciona con mando eléctrico.

Biela: Pieza de una máquina que sirve para transformar el movimiento rectilíneo en movimiento de rotación, o viceversa.

Manivela: Pieza mecánica, generalmente de hierro, con forma de ángulo recto, que, al darle movimiento rotatorio con la mano, hace girar un eje y pone en funcionamiento un motor o mecanismo.

Piñón: En mecánica, es la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas o a la rueda de un mecanismo de cremallera o la rueda pequeña en la transmisión por cadena o por correa.

Taladrina: O aceite de corte es un producto compuesto por agua y aceites que se utiliza como lubricante.

Punto muerto: En ingeniería mecánica se denomina a la disposición de los elementos mecánicos tal que no hay transmisión del movimiento.

Acero dulce: Que contiene niveles de carbono que se sitúan entre el 0,15% y el 0,25%, casi hierro puro.

Eficiencia mecánica: Se define como la proporción del trabajo mecánico realizado respecto de la energía global invertida

Deflectores: dispositivos que sirven para realizar el cambiar o desviar la dirección del material que sale hacia un recipiente.

Trinquete: pieza mecánica diseñada para sujetar la uñeta.

ANSYS: Software de simulación de muy alto nivel para predecir como funcionara y reaccionara un determinado producto ejecutado bajo un entorno real.

SOLIDWORKS: Software de diseño asistido por computadora para realizar modelamiento mecánico y simularlo.

Estado de Arte: investigaciones realizadas últimamente e implementación de maquinaria con tecnología de punta.

ROI: Es el retorno de inversión y es el valor económico generado como ganancia de la realización en diferentes proyectos.

TIR: Es la tasa interna de retorno y se puede proyectar como un indicador de la rentabilidad en la ejecución de un proyecto.

VAN: Es el valor actual neto y cumple la función como indicador financiero que sirve para determinar si un proyecto es viable.

GUI: Interfaz Gráfica de Usuario

1.4. Formulación del Problema

¿Cuál será la disposición geométrica de partes y las especificaciones técnicas de una sierra electromecánica de diámetros hasta 4 pulgadas en la empresa metalmecánica “AMIGO” - Chiclayo?

1.5. Justificación e importancia del estudio

1.5.1. Justificación técnica

La Sierra electromecánica cuenta con un innovador diseño y con un cálculo ingenieril detallado que servirá como base para futuras mejoras. De igual modo, a nivel nacional no existe un proyecto de ingeniería que permita cubrir con el diseño de la máquina. Esta podrá realizar cortes de hasta 10 pulgadas debido a que la empresa utiliza este diámetro como máximo en sus trabajos cotidianos, esto logra que la máquina no sea muy robusta y alcance en la zona de corte de material.

1.5.2. Justificación Económica

Este proyecto tiene como finalidad cambiar o introducir una máquina automatizada de corte a la empresa Metal mecánica “Amigo” que incrementará las ganancias debido a la reducción de personal necesario y tiempo de producción.

1.5.3. Justificación Social

La sierra electromecánica inventada en los años 1940 trajo consigo una reducción de los accidentes de manera manual, con este proyecto se busca minimizar los accidentes en la empresa realizando la actividad de corte de varillas.

1.6. Hipótesis

No se aplica en este tipo de investigación.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Diseñar una sierra electromecánica dedicada a cortes primarios de habilitación de material para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica “Amigo” – Chiclayo.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar las necesidades de la empresa para obtener cortes primarios, para ser utilizados en sus trabajos cotidianos.

- Generar 6 conceptos de sierra mecánica capaces de solucionar los requerimientos de ingeniería planteados.
- Usando la matriz de selección determinar la opción óptima.
- Dimensionar la máquina por medio de cálculo y selección en forma general considerando las normas y estándares.
- Elaborar análisis financiero de la sierra electromecánica (VAN, TIR)

Capítulo II

MATERIAL Y MÉTODOS

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de investigación

Aplicada, cuasi-experimental

2.2. Población y muestra

No aplica para este tipo de investigación

2.3. Variables, Operacionalización

El Presente trabajo de investigación aplicada es un diseño de ingeniería asociado a una metodología. Debido a ello, se utilizara una adaptación del esquema de variables basado en el trabajo de especialistas en el área del diseño (Eggert, 2010; Dieter 2013) que propone: Variables Dependientes y Variables Independientes.

Variables Dependientes:

Diseño de la máquina

- Esfuerzo de Von Mises (*MPa*)
- Factor de Seguridad (*Adim*)
- Deformación máxima (*mm*)

Variables Independientes:

Proceso de corte

- Tipo de Material
- Espesor de sección (*mm*)

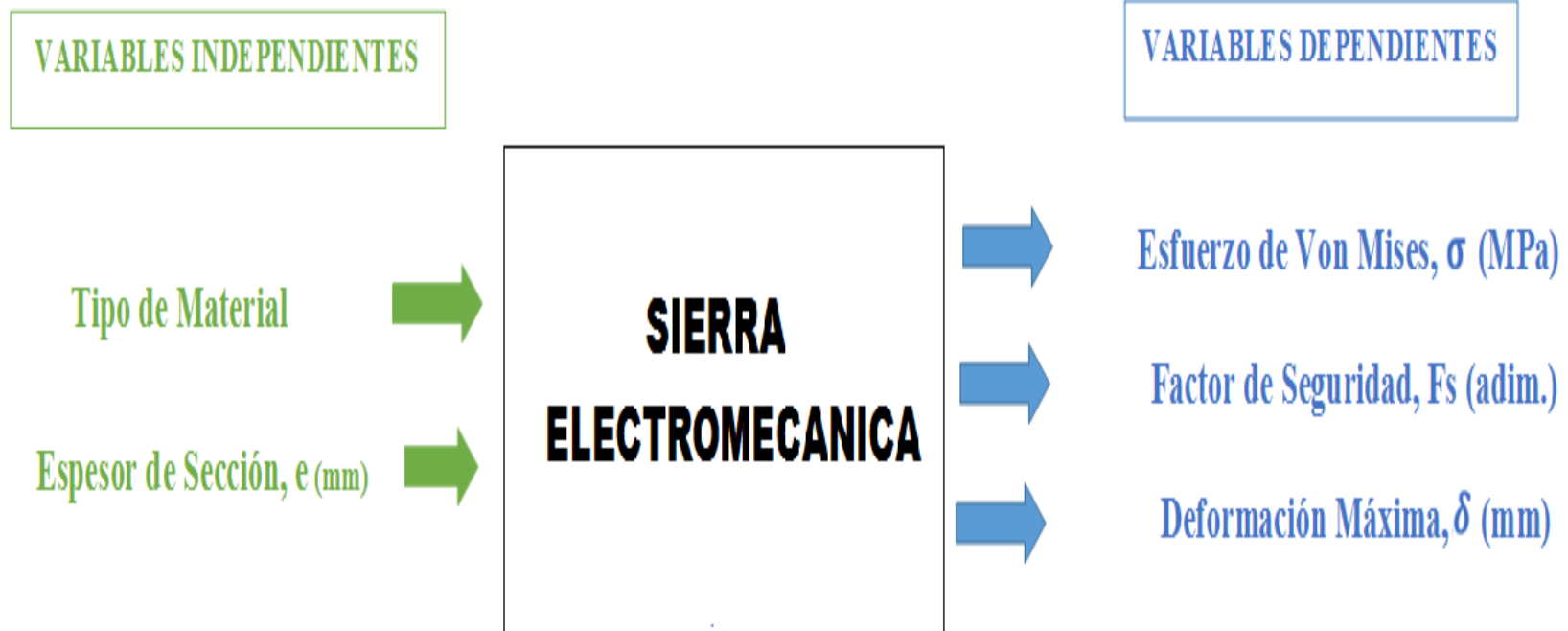
1.2.1. Caja negra para variables

La caja negra es un sistema cuyo interior no puede ser revelado y sus elementos internos son desconocidos, solo puede conocerse “por fuera”. El funcionamiento de la caja negra consiste en que la entrada que llegue en este caso las variables independientes sean procesadas en el interior de la caja, y la salida que son las variables dependientes brinden la transformación de dicha entrada.

El diagrama de caja negra de esta máquina se puede apreciar en la figura No 9.

1.2.2. Operacionalización de variables

La Operacionalización de variables que intervienen en el diseño de la Sierra electromecánica se puede ver en la Tabla No 3.



*Figura N°. 8. Diagrama de caja negra para el chasis de la sierra electromecánica
Fuente: Propia*

Tabla N°. 3. Operacionalización de variables para la Sierra Electromecánica

Fuente: Propia

	DIMENSION	INDICADOR	ITEM	ESCALA
VARIABLES INDEPENDIENTES	Material del eje	Son los diversos materiales que pueden ser utilizados en una posible fabricación.	-	-
	Espesor de Sección	Es la medida de sección que tendrá las piezas de la máquina.	Longitud (L)	mm
VARIABLES DEPENDIENTES	Esfuerzo de Von Mises	Es la teoría de diseño que permite evitar que la energía de distorsión ocasione falla en las piezas.	Presión (P)	MPa
	Factor de Seguridad	Es la capacidad de carga que la maquina podrá soportar funcionando en condiciones aceptables.	Adimensional	-
	Deformación máxima	Es la capacidad que tiene el material para soportar la tensión antes de perder sus propiedades.	Longitud (L)	mm

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

1.2.3. Técnica de recolección de datos, validez y confiabilidad

En este proyecto de investigación, para la recolección de datos se emplearon cuatro técnicas, con la finalidad de adquirir la información deseada para alcanzar los objetivos de la investigación. Las técnicas de recolección son las siguientes:

Observación

En el proceso de investigación la observación es una técnica útil para el analista, consta en contemplar a las personas cuando ejecutan su trabajo. El propósito de esta técnica es múltiple ya que permite hallar que se realiza, como se realiza, quien lo realiza, cuando se lleva a cabo, cuanto tiempo toma, porque y donde se realiza.

Se ejecutaran algunas visitas técnicas a la empresa Metalmecánica “EL AMIGO” para precisar la problemática actual de la empresa y también observar el número de trabajadores que realizan la actividad manual de cortar varillas de acero.

Encuestas

Esta técnica consiste en realizar un conjunto de preguntas sencillas que nos permitirá conocer estados de opinión o hechos específicos.

La encuesta será realizada por los alumnos de la Universidad Señor de Sipán a los trabajadores de la empresa Metalmecánica “EL AMIGO”.

Información bibliográfica

La técnica de información bibliográfica servirá para una evaluación correcta de diseño y construcción de la sierra electromecánica, esta información acerca del tema serán obtenidas de las fuentes bibliográficas que se visitarán para la obtención de información. La información será recopilada de internet, libros, leyes, normas, tesis, publicaciones etc.

Análisis de documentos

Esta técnica es utilizada para alcanzar un estudio de los documentos recopilados (libros, tesis, publicaciones, etc.) Para contar con una información veraz con respecto al tema y así brindar una certera evaluación de diseño y construcción de la sierra electromecánica, teniendo en cuenta que se cumpla con el propósito de darle un beneficio económico a la empresa.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Para la recolección de datos se realizaron las siguientes etapas:

Paso 1: Identificación de las necesidades de la empresa

Se determinará las necesidades de los trabajadores para adjuntarlos como dato para una futura fabricación de la sierra electromecánica.

Paso 2: Evaluación social

Se llevará acabo visitas técnicas a la empresa metal mecánica “Amigo” con el fin de identificar la problemática de la empresa con respecto al corte de varillas de acero. De tal manera, se necesita tomar medidas correctivas para lograr solucionar las necesidades de la empresa con relación al diseño de la sierra electromecánica.

Paso 3: Elaboración de encuestas

Se elaborará algunas preguntas a los trabajadores de la empresa metal-mecánica "AMIGO" detallando los datos específicos que necesitaos para una futura fabricación de una sierra electromecánica.

Paso 4: Ejecución de la encuesta

Se realizará la encuesta a los trabajadores de la empresa metal-metálica “AMIGO” los cuales desempeñen la actividad de cortar varillas de acero para determinar su nivel de satisfacción y opinión para una futura fabricación de la sierra electromecánica.

Paso 5: Evaluación Geográfica

Se realizará una visita de campo a la empresa metal-mecánica para observar la ubicación y el montaje de la sierra electromecánica sin tener dimensionamientos en el área para una futura fabricación.

Paso 6: Evaluación de la demanda de la empresa

Se ejecutará una encuesta sobre el abastecimiento de varillas de acero y el tiempo que les toma a los trabajadores realizar su actividad para determinar la demora.

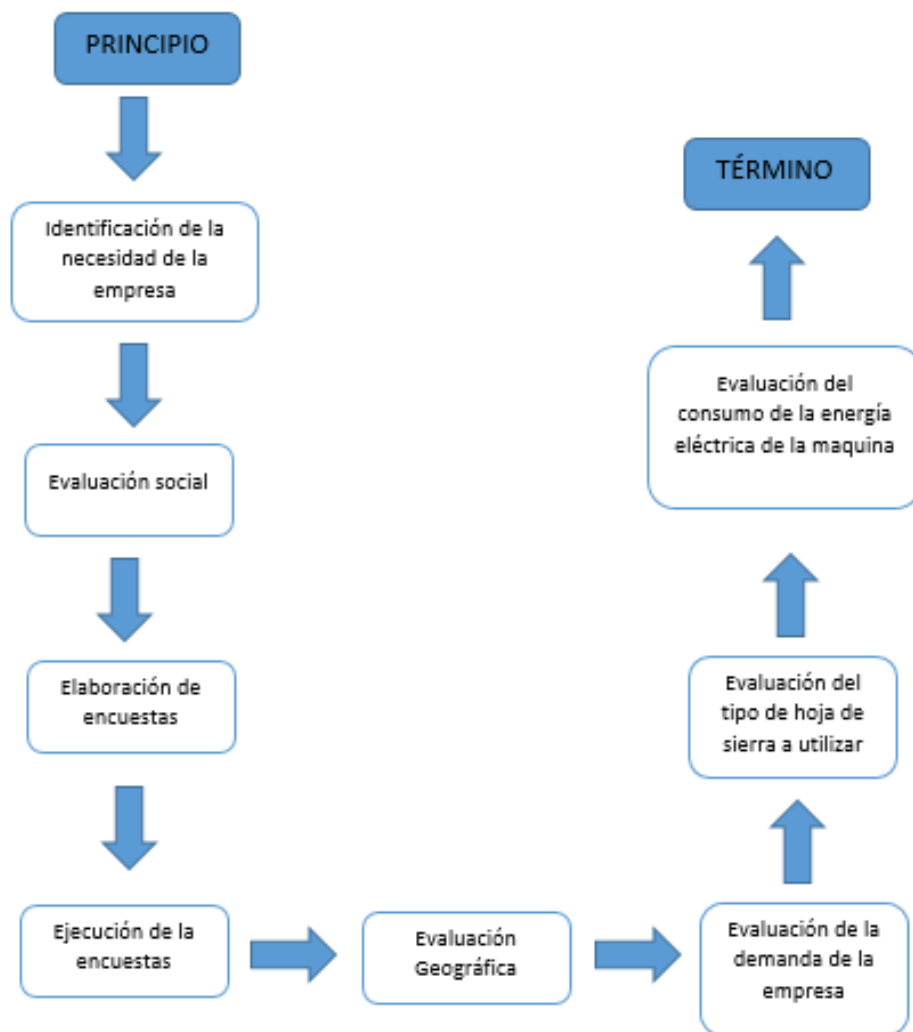
Paso 7: Evaluación del tipo de hoja de sierra a utilizar

Se realizará una encuesta sobre el tipo de material que se corta con frecuencia para determinar la hoja de sierra adecuada, con el fin de obtener una eficiencia máxima de la máquina.

Paso 8: Evaluación del consumo de energía eléctrica de la maquina

Se ejecutara una encuesta con el fin de determinar el consumo de energía eléctrica que debería tener la máquina, teniendo en cuenta ciertos rangos de diseño. Esperando demostrar que la maquina no consume mucha energía.

En la Figura No 10 se puede ver el diagrama del desarrollo por etapas de los procedimientos realizados para la recolección de datos e información, validez y confiabilidad.



*Figura N°. 9. Diagrama de desarrollo por etapas de los procedimientos realizados
Fuente: Propia*

1.2.4. Validación y confiabilidad

Las técnicas de recolección de datos se validaran por un profesional experto reconocido como investigador y con un grado académico que lo respalda.

1.2.5. Método de análisis de datos

Los elementos básicos de la estadística descriptiva se utilizarán para el análisis de datos, que incluyen promedios aritméticos, tablas de distribución de frecuencia y otras estadísticas generales.

2.6. Criterios Éticos

Los Criterios que tendremos presentes serán el fundamento para nuestros valores personales como la responsabilidad, honestidad y el respeto teniendo como imagen la ética profesional del colegio de ingeniero del Perú (CIP,1999) y el Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipan (USS,2017)

Código de ética del CIP (Colegio de ingenieros del Perú) aprobada en la III SECCIÓN ORDINARIA del congreso nacional de consejos departamentales del periodo 1998 – 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23, 24 de abril de 1999.

Art. 1 – los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales.

Art. 5 – los ingenieros cuidaran que los recursos humanos, económicos, naturales y materiales, sean racional y adecuadamente utilizados, evitando un abuso o dispendio, respetaran y harán respetar las disposiciones legales que garanticen la preservación del medio ambiente.

Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS)

“Art. 1 – los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales.”

“Art. 4 – los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar del país de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país depende de los juicios, decisiones incorporados por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, máquinas,

productos y procesos. Por ninguna razón pondrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecte la paz y la salud.”

2.7. Criterios de rigor científicos

En este proyecto de investigación se tendrá como bases los criterios de validez, generalización, fiabilidad y replicabilidad.

Validez: Las variables relativas y relacionadas al problema tendrán un adecuado análisis en el instante de ser seleccionadas.

Generalización: La información rescatada de las encuestas esté debidamente planeada y ejecutada.

Fiabilidad: Todas las medidas que sea obtengan tienen que coincidir con una metodología metódica y científica.

Replicabilidad: El trabajo de investigación contará con protocolos y procedimientos que permita la repetición experimental y llegar a encontrar mejoras.

Capítulo III

RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1. Resultados en tablas y figuras.

Los resultados que se demostraran en esta investigación referido al diseño y cálculo de la sierra electromecánica está basada en diseños ya existentes en este tipo de maquina (Ver Anexo N° 8)

3.1.1 Necesidades de la Empresa

Las necesidades de la empresa se determinaron mediante 5 entrevistas realizadas a los trabajadores de la empresa “AMIGO” involucrados con el corte de piezas metálicas. El formato vacío de entrevista se puede apreciar en el Anexo N° 1 y las cinco entrevistas desarrolladas están en el Anexo N° 2.

En la Tabla N° 4 se detalla el resumen de las entrevistas realizadas. Del análisis de estas entrevistas se extrajeron las conclusiones más probables las cuales se detallan a continuación.

Pregunta No. 1: ¿Qué materiales cortan frecuentemente?

La empresa metalmecánica “AMIGO” realiza cortes a los materiales conocidos y que podemos encontrarlos en el mercado metalmecánico con mucha facilidad.

Pregunta No. 2: ¿Qué dimensiones son las que más se usan?

Las medidas que más se trabaja en el corte son medidas estándares del mercado.

Pregunta No. 3: ¿Qué herramientas o máquinas suele usarse para realizar los cortes de tuberías?

De esta pregunta podemos obtener la relación de máquinas que se utilizan para realizar el corte el producto ya sea tubos o varillas de fierro o de otro material, herramientas tales como cierra de mano, amoladora, etc.

Pregunta No. 4: ¿Cuánto tiempo o dinero piensa usted le cuesta realizar el corte manual de varillas con personal propio? Explique.

Al realizar esta pregunta el entrevistado indico que mientras haya mayor cantidad de material a cortar se invertirá mayor tiempo y dinero para realizar el trabajo.

Pregunta No. 5: ¿Sufrió alguna vez usted o algún trabajador de su entorno, algún accidente con una herramienta o máquina de corte?

De esta pregunta podemos deducir que siempre debemos utilizar equipos de protección personal para así poder evitar de cualquier tipo de accidentes, en este caso la gran parte de personal que realizan cortes con algún tipo de máquinas o herramientas siempre llegan a tener un accidente.

Pregunta No. 6: ¿Cree usted que es importante aliviar el esfuerzo humano mediante el uso de máquinas especializadas?

De acuerdo a esta pregunta la totalidad del personal entrevistado respondieron que es primordial una máquina para que realice el trabajo en menor tiempo.

Pregunta No. 7: ¿Considera que es importante reducir el costo y tiempo de corte de varillas?

Se llegó a determinar mediante esta pregunta que es primordial realizar los trabajos en menor tiempo así mismo la reducción del pago del personal, teniendo más tiempo para poder realizar otros tipos de trabajos.

Pregunta No. 8: ¿Le gustaría que los cortes se elaboren de manera más rápida y eficiente?

El objetivo principal de la empresa en este tipo de trabajos, es tener una máquina que realice los cortes de manera más rápida y eficiente, ahorrando tiempo y dinero en el personal.

Pregunta No. 9: ¿En caso de existir una máquina de corte semiautomática, estaría dispuesto a adquirirla?

Con esta pregunta queremos evidenciar que la empresa tiene la intención de adquirir la máquina para satisfacer la necesidad del corte de varillas.

Pregunta No. 10: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una máquina que realice los cortes de manera rápida y eficiente?

Mediante esta interrogante tenemos un valor referencial en cuanto el Gerente de la empresa estaría dispuesto a pagar por adquirir la máquina.

Pregunta No. 11: En su opinión ¿Qué características debería poseer una máquina de corte semiautomática?

Las dimensiones de diseño de la máquina que necesita la empresa

Tabla N°. 4. Resumen de entrevistas de necesidad de la empresa metalmecánica “AMIGO” respecto al diseño de una máquina electromecánica de hasta 4 pulgadas de diámetro.

ASPECTOS	Entrevista Preguntas	Pedro Ruiz Campos (Gerente General)	Jhoel Campo Ugaz (Ayudante)	Edinson Pascaul Efió (Técnico)	Aldair Vargas Delgado (Técnico)	Walter Inga Arcila (Técnico)
	SERVICIOS BRINDADOS	¿Qué materiales cortan frecuentemente?	Fierro dulce, bronce, aluminio	Aluminio, Bronce, acero fundido	Fierro dulce, aluminio	Aluminio, bronce
¿Qué dimensiones de cortes son las que más se solicita?		2 ” 3” 4”	2”, 3”, 4”	3” 4”	3”, 4”	3”, 4”
¿Qué herramientas o maquinas suele usar para realizar los cortes de tuberías?		Sierra manual amoladora	Amoladora, sierra de arco	Amoladora, Cierra de arco	Cierra de arco, amoladora.	Cierra de arco, amoladora.
DISEÑO	¿Qué características debería poseer una máquina de corte automática? (metros) Largo, Ancho, Altura.	1 x 0.5 x 1.5	1 x 0.25 x 1	1 x 0.5 x 1.2	1 x 0.5 x 1	1 x 0.4 x 1
	¿Mecanismo de transmisión de Potencia?	Cadena o fajas.	Cadena	Cadena	Cadena	Cadena o faja
ECONÓMICO	¿Precio dispuesto a pagar por una máquina de corte automático?	S/. 2500 – S/. 4000	S/. 2500 – S/. 4000	S/. 2500 – S/. 4000	S/. 2500 – S/. 4000	S/. 2500 – S/. 4000

3.1.2 Recomendaciones de Diseño

En ausencia de normativa detallada para el diseño de sierras electromecánicas de corte metálico se elabora una tabla (Tabla No. 5) con recomendaciones de diseño de especialistas que previamente han diseñado y construido equipos similares.

3.1.3 Especificaciones Ingenieriles

Una vez realizado las encuestas, analizada la normativa y las recomendaciones de diseño se determinó más claramente los requerimientos de la empresa. Teniendo en cuenta el lenguaje de ingeniería y el criterio ingenieril se elaboró una tabla conteniendo los requerimientos del cliente respecto de las funciones o subsunciones a realizar. Esta tabla se denomina Especificaciones Ingenieriles y se muestra como la tabla No. 6. Esta información nos servirá de guía para los cálculos, análisis y optimizaciones subsecuentes.

Tabla N°. 5. Recomendaciones de diseño
Fuente: Propia

Criterios	Recomendaciones	Fuente
Materiales	Velocidad óptima para cortar acero dulce es de 35 rpm	Chaitanya, 2016
	Se recomienda que la velocidad angular de la manivela sea 7.85 rad/s	
	Para cortar aluminio 6061 con las medidas L: 50; A: 10; H: 50 mm se necesita una velocidad de corte de 130 mm/min	Wu. et. al.,2013
Técnica	El corte a alta velocidad requiere el uso de un refrigerante. El refrigerante reduce la fricción, aumenta la vida útil de la cuchilla y Previene los dientes astillados.	Pravin. et. al., 2015
	Para obtener la mejor acción de corte, aplique una gran presión de alimentación en materiales duros y trabajos grandes.	
	Use hojas de 10 y 14 dientes principalmente en máquinas livianas donde el trabajo se limita a secciones pequeñas que requieren una presión de alimentación moderada o ligera.	
Geometría	Para determinados tamaños de hoja de sierra estándar del arco debe ser mayor a: L: 30 cm; A: 0.05 mm; H: 12 mm	Umale. et. al., 2016

Tabla N°. 6. Especificaciones Ingenieriles
Fuente: Propia

SUB-FUNCION	CARACTERISTICAS INGENIERILES	UNIDADES	LIMITES
Tamaño de la maquina	Dimensiones	metros	Largo: $1.20 \leq l \leq 1.50$ Altura: $1.00 \leq h \leq 1.20$ Ancho : $0.70 \leq a \leq 1$
Conteo de giro del eje del motor mientras realiza el corte	Giro del eje por segundo	RPM	Corte
Arranque del motor	Tiempo de arranque	segundos	≤ 5
Encendido del motor	Tiempo de apagado	segundos	≤ 5
Detener el giro del motor cuando termine el corte	Tiempo del término del corte	segundos	$0 < x < 1$

3.1.4 Conceptos de solución para la configuración de la sierra electromecánica.

Después de verificar la bibliografía asociada a los distintos tipos de máquinas de sierra se destacaron los siguientes 6 conceptos.

Concepto N°1: Sierra Mecánica de hoja horizontal.

Es una sierra mecánica de hoja horizontal que es accionada por un motor eléctrico, este mueve la polea generando un movimiento de giro que esta acoplado a dos engranajes que reducen la velocidad en el eje de trabajo. La máquina cuenta con un dispositivo automático de desacople para cuando la sierra culmine su trabajo, el arco caiga en un tope de seguridad.

Ventajas

Aprovecha el peso del arco para realizar el corte.

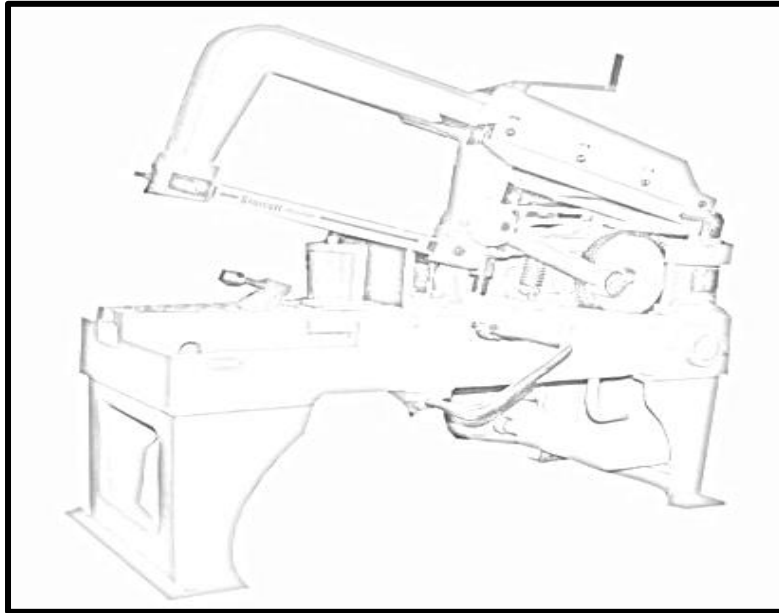
Herramienta de fácil cambio (Hoja comercial).

Mantenimiento fácil de realizar.

Fácil transporte.

Desventajas:

Los cortes no superan los 200 mm de longitud



*Figura N°. 10. Sierra Electromecánica de hoja horizontal
Fuente: Propia*

Concepto N° 2: Sierra Mecánica de cinta vertical

Es una sierra mecánica de cinta vertical que es impulsada por un motor eléctrico, entretanto el volante superior es empujado por la cinta. Los volantes cuentan con un corcho o goma en su alrededor para que facilite el apoyo elástico de la ojo, disminuye el ruido y absorbe las vibraciones.

Ventajas

Mayor espacio de trabajo

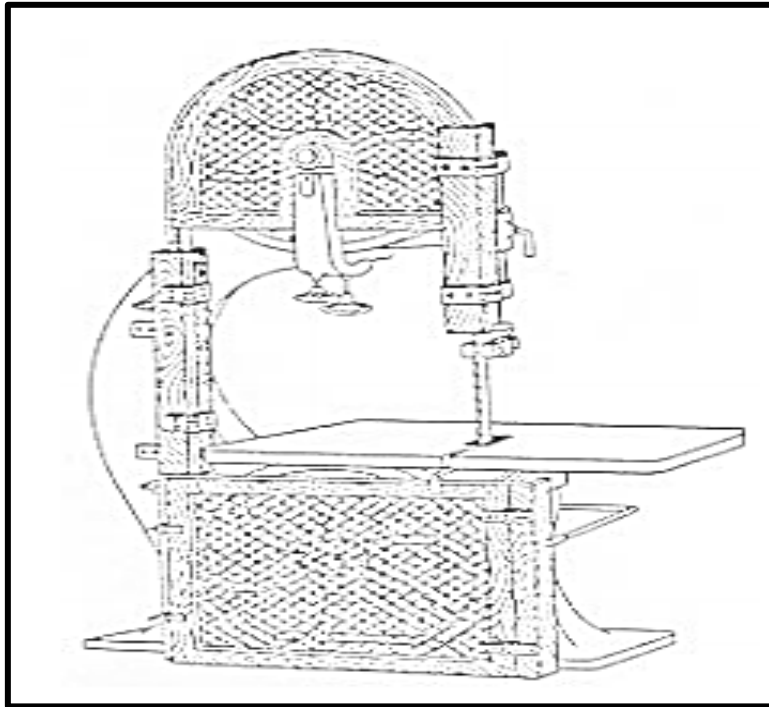
Corte continuo

Desventajas

Corte exclusivo para madera

Cinta no comercial

Tamaño demasiado grande



*Figura N°. 11. Sierra mecánica de cinta Vertical
Fuente: Propia*

Concepto N° 3: Sierra Mecánica de disco

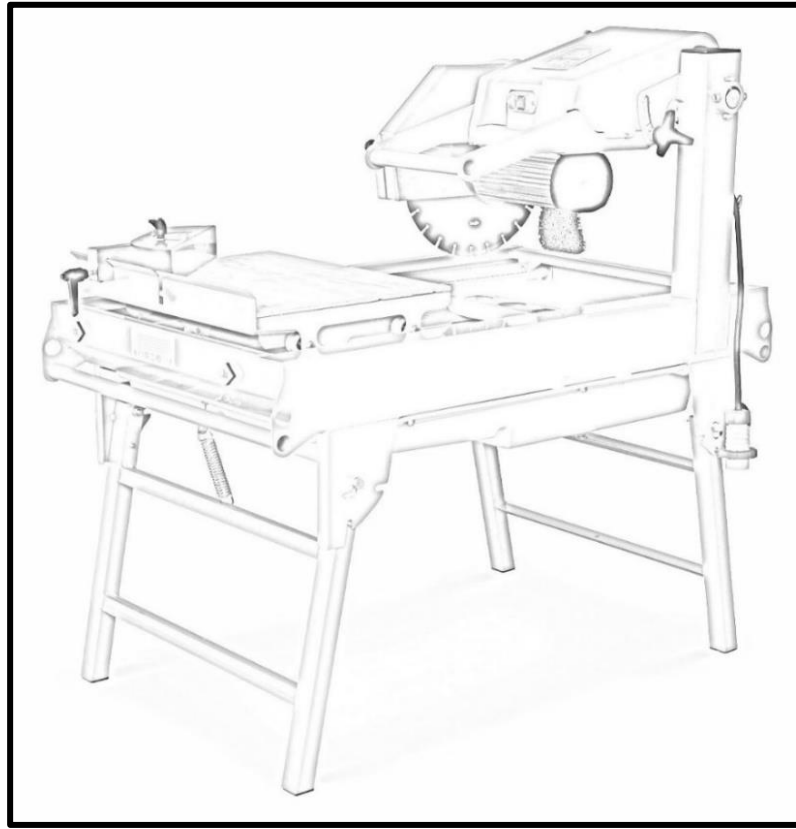
Es una sierra mecánica de disco que es accionada por un motor eléctrico de 2,2 kw. Esta máquina cuenta con cuatro ruedas de transporte, dos de las cuales le permite dar el ángulo de corte (igual o menor a 45°) y las otras dos son utilizadas como freno. El disco de corte es de diamante que permite cortar cualquier tipo de material de construcción y puede ser cambiado (350 – 450mm).

Ventajas

Permite realizar cortes con ángulo.
Es multiusos la mesa puede reducirse.
Freno automático

Desventajas

Ocupa demasiado espacio
Excesiva vibración en la herramienta de corte



*Figura N°. 12. Sierra mecánica de disco
Fuente: Propia*

Concepto N° 4: Sierra Mecánica impulsada con pedal.

Es una sierra de corte accionada mediante pedal de hoja horizontal muy práctica para realizar todo tipo de cortes no mayores de 1 ½” esta máquina es muy práctica y puede ubicarse en algún lugar no muy amplio del área trabajo en el taller o ambiente donde pueda trabajar, el centro de la rueda es de material muy resistente que brinda una mayor seguridad para poder ejercer fuerza en el pedal y así poder transmitir la energía que se genera mediante el movimiento circular hacia movimiento lineal.

Ventajas

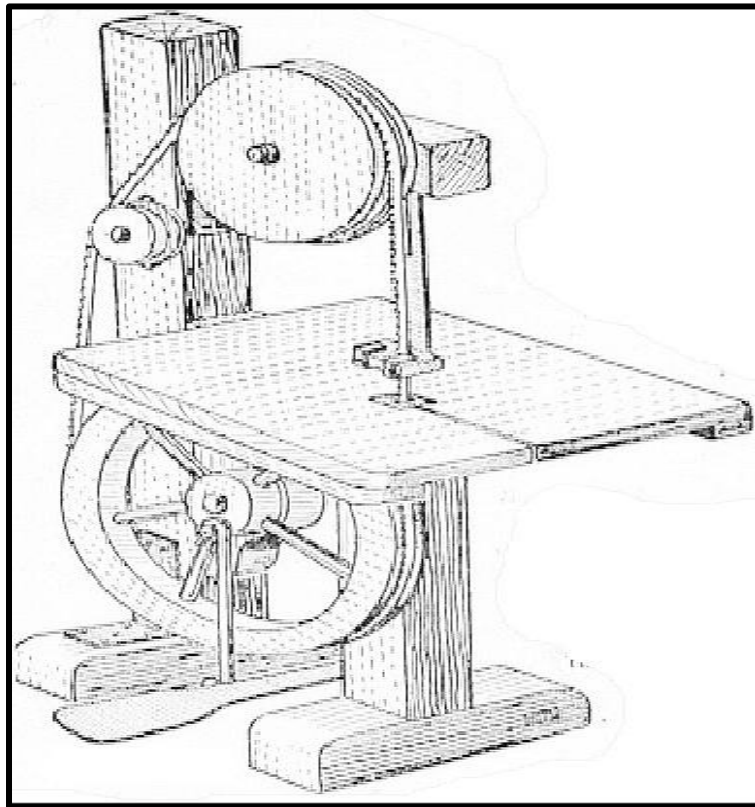
Horro de energía

Desventajas

Los cortes no superan los 1 ½” de diámetro

Requiere mayor esfuerzo del operario

Tarda más en realizar el corte en comparación a la demás.



*Figura N°. 13. Sierra mecánica impulsada por pedal
Fuente: Propia*

Concepto N° 5: Sierra de cinta rotativa.

Esta máquina es una sierra de cinta rotativa con ángulos de inclinación para cortes de 90° para un diámetro de 120 mm y en 45° corte de 65mm. Cuenta con una robusta mordaza y de buena materia fundido e incluye una cinta para el corte de material muy resistente. Muy práctica de manejo ya que tan solo pesa 21 kg además de muy fácil movilización de la máquina para trabajar en lugares de fácil acceso para el personal de trabajo.

Ventajas

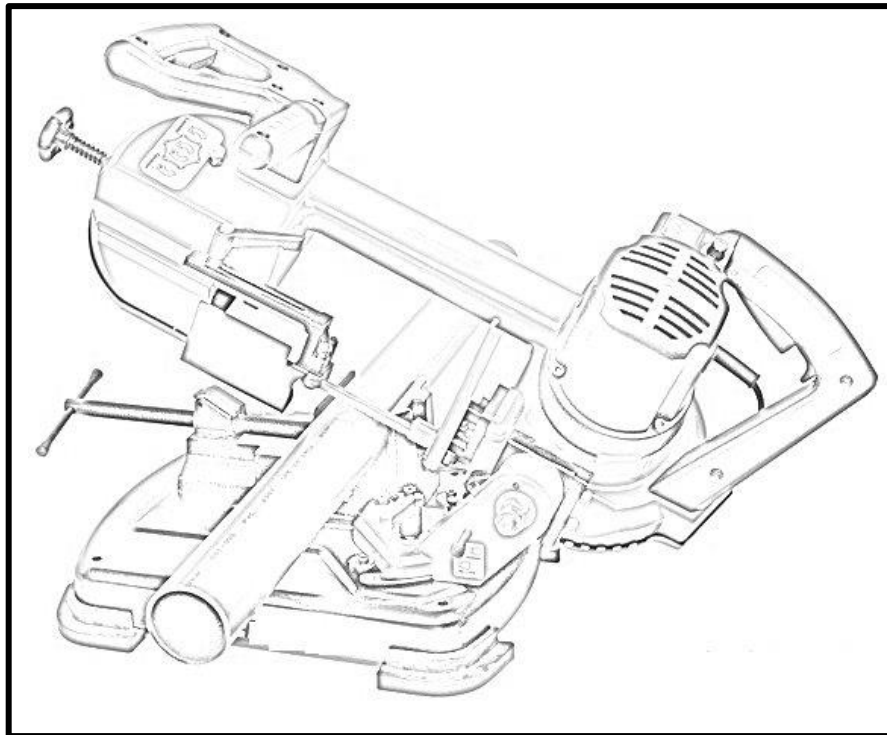
Cuenta con 2 velocidades de trabajo.

Fácil de trasladar.

Desventajas

Elevado costo de la máquina.

Difícil de adquirir en el Perú.



*Figura N°. 14. Sierra mecánica de cinta rotativa
Fuente: Propia*

Concepto N° 6: Sierra electromecánica de 4 hojas de sierra.

La siguiente máquina es muy importante para poder realizar muchos cortes al mismo tiempo ya que algunas industrias requieren optimizar tiempo y equipos, es muy interesante ya que cuenta con 4 sierras de corte simultáneamente que facilitan al operador realizar el trabajo previo.

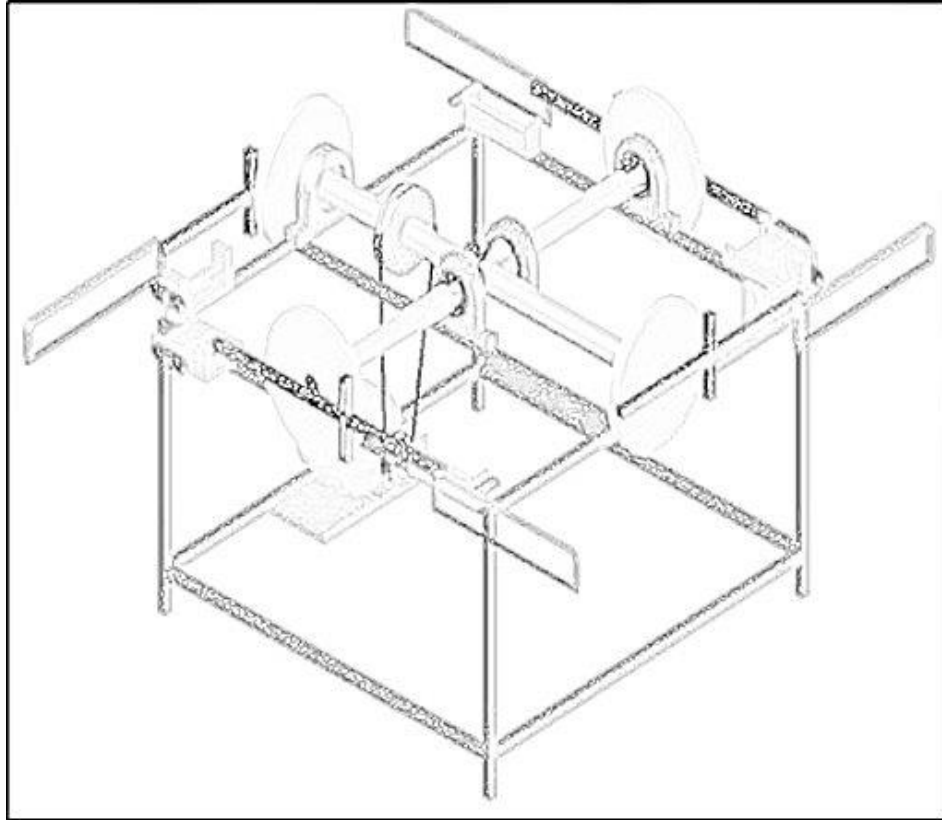
Ventajas

Ahorro de energía.

Cortes simultáneos.

Desventajas

Alto nivel de causar un accidente.



*Figura N°. 15. Sierra electromecánica de 4 hojas de sierra
Fuente: Propia*

3.1.5 Determinación de Criterios Ponderados

Se estudiaron los criterios convenientes (Tabla N° 9 y Tabla N° 10) para evaluar una matriz ponderada de selección óptima de las sierras electromecánicas para el corte de barras de acero en la empresa metal mecánica “Amigo”. Los siguientes criterios fueron obtenidos:

Energía: Este criterio nos permite evaluar mediante que energía va ser accionada la máquina.

Material: Este criterio permite seleccionar el tipo de material con la cual será fabricada la máquina.

Costo: Para poder fabricar la maquina genera un gasto y este criterio nos permite evaluarlo.

Mantenimiento: Debido a la necesidad de realizar un mantenimiento óptimo a la sierra electromecánica, este criterio nos permite evaluarlo.

Seguridad: Las sierra electromecánica debe contar con una seguridad que permita evitar el daño del operario y este criterio permite seleccionarlo.

Tamaño: Este criterio permite determinar el tamaño de la sierra electromecánica para una óptima ubicación.

En la Tabla N° 11 se encuentra el cuadro de selección de la alternativa más óptima a través de una matriz ponderada la cual consiste en un conjunto de criterios que servirán para evaluar el concepto óptimo. Cada criterio posee un ponderado definido por los autores y está acorde a las necesidades de requerimiento de la empresa. La puntuación arrojada por la matriz de selección señala que el concepto No 1 es el óptimo para la construcción de la sierra electromecánica por lo tanto este fue el seleccionado.

3.1.6 Explicación de promedios ponderados

Utilizando los criterios obtenidos de las recomendaciones de diseño de la Tabla No 5 y guiándose de su importancia se le atribuyó correspondientemente una calificación en porcentaje de cada criterio Tabla No 7.

Mediante los criterios de selección que son energía, material, costo, mantenimiento, seguridad y tamaño, se evaluarán las 6 alternativas de concepto. Una puntuación se le fue asignada a los diferentes criterios dependiendo de la importancia de cada uno de ellos, la puntuación asignada a cada concepto se puede evidenciar en la Tabla No 8. La puntuación ponderada se obtiene multiplicando el porcentaje (%) por la puntuación dividido entre el total del porcentaje final de criterios.

Tabla N°. 7. Ponderado de los criterios considerados para la matriz de selección

Fuente: Propia

INDICADORES	
CRITERIO	PONDERADO (%)*
Energía	10
Material	20
Costo	30
Mantenimiento	20
Seguridad	10
Tamaño	10
Total	100

Tabla N°. 8. Puntuación de los criterios considerados para la matriz de selección

Fuente: Propia

INDICADORES	
PUNTUACIÓN	EXPLICACIÓN*
1	Poco satisfecho
3	Satisfecho
5	Muy satisfecho

Tabla N°. 9. Selección de la alternativa más óptima mediante una matriz ponderada de selección

Fuente: Propia

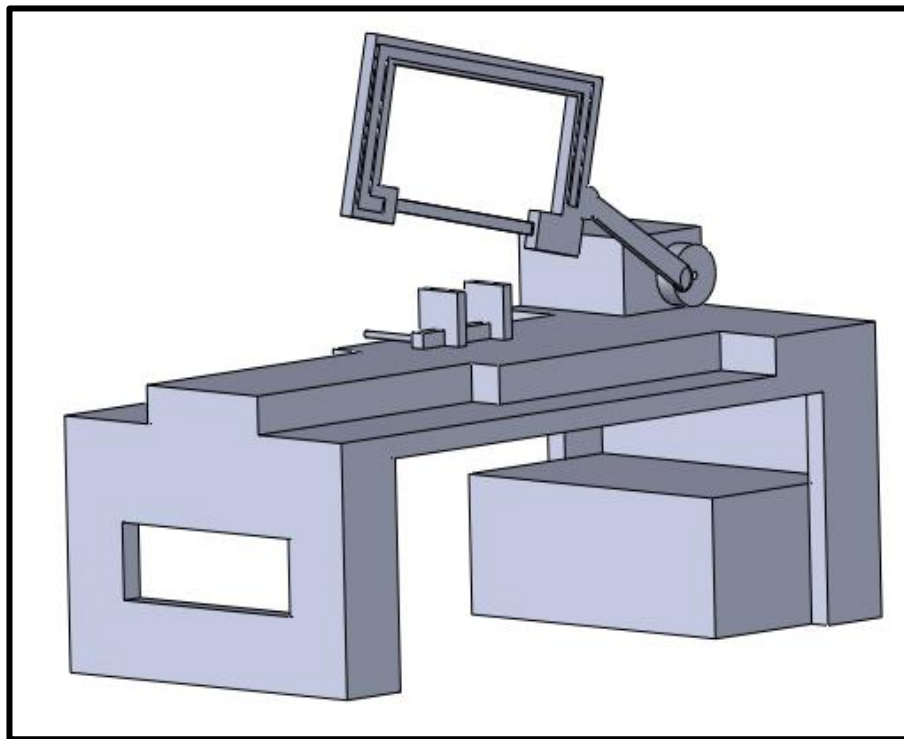
CONCEPTOS DE SOLUCION		Concepto General N° 01			Concepto General N° 02			Concepto General N° 03			Concepto General N° 04			Concepto General N° 05			Concepto General N° 06		
CRITERIO	Ponderado (%)	Puntuación	Puntuación Ponderada	Puntuación	Puntuación Ponderada	Puntuación	Puntuación Ponderada	Puntuación	Puntuación Ponderada	Puntuación	Puntuación Ponderada	Puntuación	Puntuación Ponderada	Puntuación	Puntuación Ponderada	Puntuación	Puntuación Ponderada	Puntuación	Puntuación Ponderada
ENERGÍA	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3	5	0.5	3	0.3	3	0.3						
MATERIAL	20	5	1	3	0.6	3	0.6	1	0.2	3	0.6	1	0.2						
COSTO	30	3	0.9	5	1.5	3	0.9	5	1.5	1	0.3	5	1.5						
MANTENIMIENTO	20	5	1	3	0.6	3	0.6	3	0.6	1	0.2	5	1						
SEGURIDAD	10	5	0.5	3	0.3	5	0.5	1	0.1	5	0.5	1	0.1						
TAMAÑO	10	5	0.5	5	0.5	5	0.5	3	0.3	5	0.5	1	0.1						
TOTAL	100	4.2			3.8			3.4			3.2			2.4			2.2		

3.1.7 Diseño de Configuración

Con los datos de la Tabla No 9 y con la ayuda de un software de simulación se diseñaron tres opciones de configuración para el diseño de la sierra electromecánica, las cuales se muestra a continuación:

Configuración A:

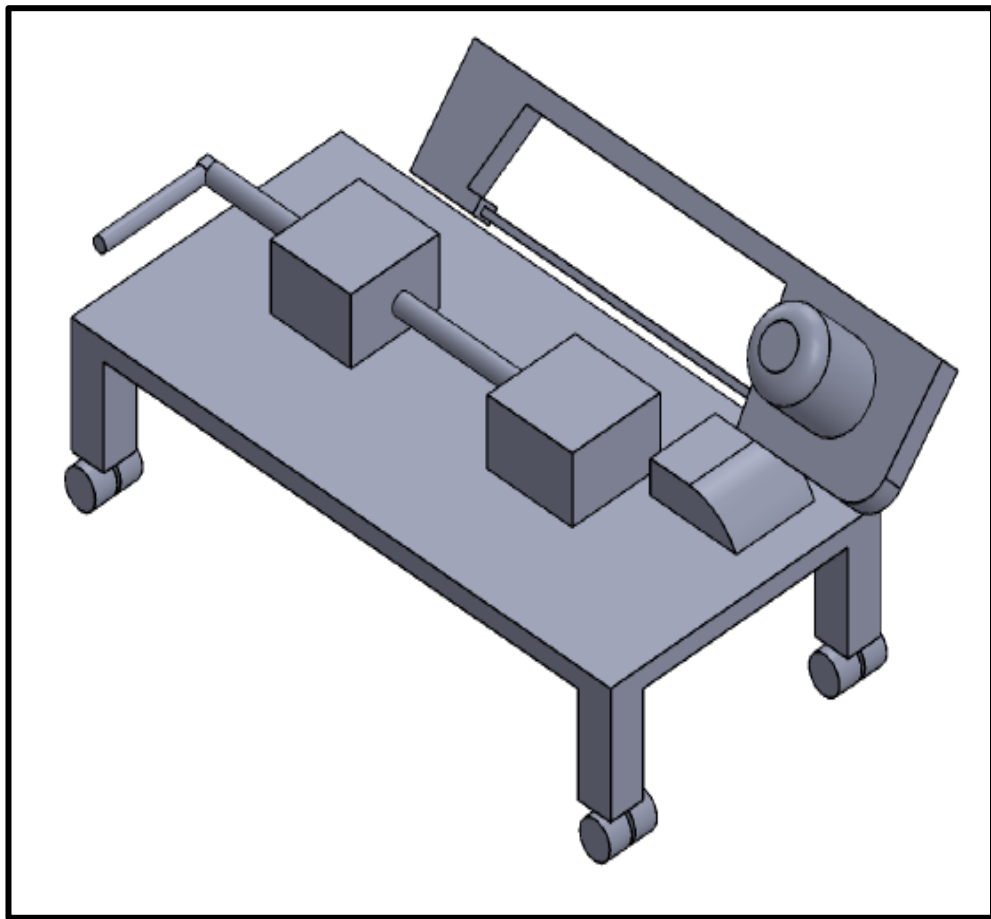
Esta estructura tiene como soporte una mesa donde se realiza el corte, el motor está ubicado en la parte inferior y transmite el movimiento mediante poleas a una caja reductora de engranajes, para luego llegar a un disco excéntrico y darle el movimiento al arco de sierra, en esta configuración se aprovecha el peso del arco para realizar el corte de manera correcta y la forma de ajuste al material a cortar es por medio de un tornillo de banco. La desventaja que se presenta en esta configuración es el exceso de material. En la imagen No 17 se observa el diseño de esta sierra electromecánica.



*Figura N°. 16. Configuración A para la sierra electromecánica
Fuente: Propia*

Configuración B:

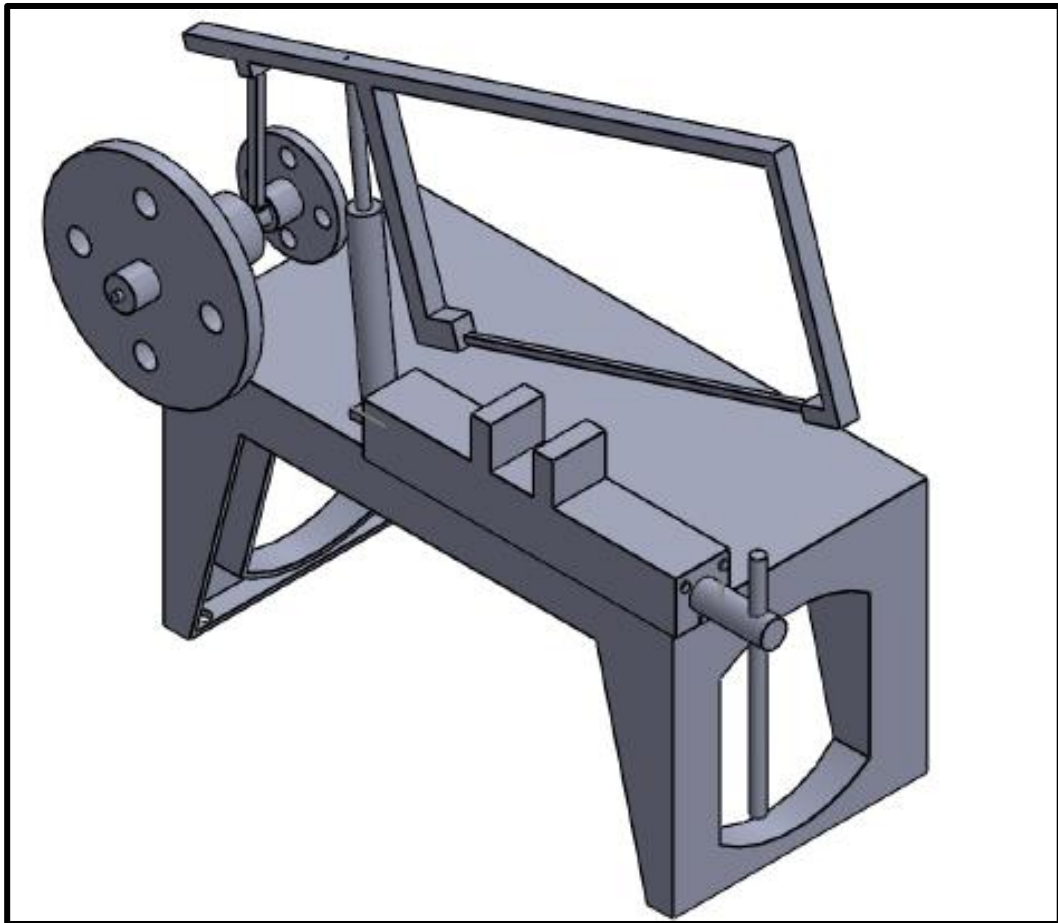
Esta configuración cuenta con un soporte con ruedas para un fácil transporte de la máquina, el motor se encuentra en la herramienta de corte y transmite el movimiento mediante engranajes. La estructura tiene un tornillo de banco para sujetar la pieza a cortar, la ventaja de la máquina es que puede realizar cortes con un ángulo hasta 45° . La desventaja es la alta presencia de vibraciones debido a falta de fijación al piso.



*Figura N°. 17. Configuración B para la sierra electromecánica
Fuente: Propia*

Configuración C:

En esta configuración la sección que cortare el material está dada por una sierra de 30 cm de longitud y el recorrido estará proporcionado por el radio del disco excéntrico, lo llamativo de esta configuración es que tiene una varilla que será utilizado para posicionar en un punto elevado para el cambio de la hoja de sierra. Como se puede ver en la Figura N° 19.



*Figura N°. 18. Configuración C para la sierra electromecánica
Fuente: Propia*

3.1.8 Selección de Configuración

Para realizar una matriz de selección (Tabla N° 11) de las tres configuraciones desarrolladas, se plasmaron los siguientes criterios:

Eficiencia: Se tendrá en cuenta que la maquina a diseñar tenga una eficiencia adecuada.

Tamaño: En este criterio se considerará debido a que las dimensiones son limitadas por los requerimientos.

Cantidad de material: Este criterios estará directamente relacionado con el peso de la máquina.

Ensamble: La facilidad que tendrá el ensamble se determinara cuando ya se tenga todas las partes.

Esta matriz será evaluada con la escala usada en la Tabla N° 8 y el ponderado de cada criterio se puede apreciar en la Tabla N° 10, donde la puntuación está dada por los criterios de los autores. Como resultado se obtuvo que la Configuración C es la más óptima para la construcción de máquina, debido a que responde de mejor manera a los criterios en comparación a las otras dos configuraciones. Por lo tanto esta configuración fue la seleccionada para la construcción de la sierra electromecánica.

Tabla N°. 10. Matriz ponderada de selección de la configuración óptima para la sierra electromecánica.

Fuente: Propia

INDICADORES	
CRITERIO	PONDERADO (%)*
EFICIENCIA	20
TAMAÑO	30
CANTIDAD DE MATERIAL	30
ENSAMBLE	20
TOTAL	100

Tabla N°. 11. Matriz ponderada de selección del material óptimo para la sierra electromecánica.

Fuente: Propia

<i>a</i>	CRITERIOS	PONDERADO (%)	Configuración A		Configuración B		Configuración C	
			Puntuación	Puntuación Promedio	Puntuación	Puntuación Promedio	Puntuación	Puntuación Promedio
	EFICIENCIA	20	3	0.6	3	0.6	5	1
	TAMAÑO	30	1	0.3	1	0.3	5	1.5
	CANTIDAD DE MATERIAL	30	3	0.9	5	1.5	5	1.5
	ENSAMBLE	20	3	0.6	3	0.6	3	0.6
	TOTAL	100	2.4		3.0		4.6	

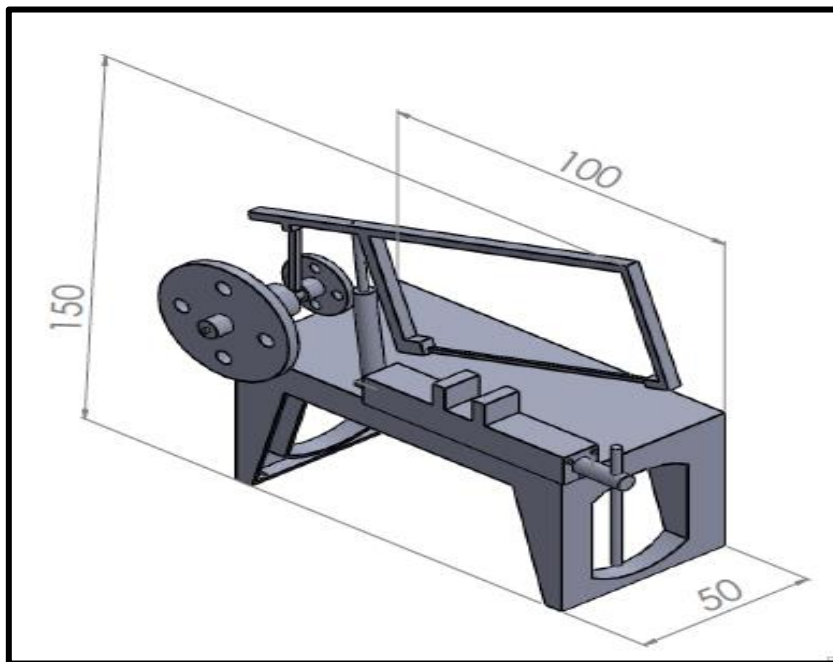
3.1.9 Dimensionamiento de la Máquina

Después de elegir el diseño conceptual idóneo y el diseño de configuración para la Sierra electromecánica, se estableció las medidas generales del equipo (Figura N° 20). Para este dimensionamiento se consideraron las tesis relacionadas al tema, normas de diseño (Anexo N°2), recomendaciones de diseño (Tabla No 5) y el uso de las especificaciones ingenieriles (Tabla No 6).

La longitud del arco de sierra será limitada por la medida de la hoja de sierra que se va utilizar ya que tiene las medidas estándar (Anexo N° 6).

La altura límite de la estructura de la maquina debe ser de 1.5 metros, para tener una mayor facilidad de operación, montaje y desmontaje de la hoja de sierra cuando esta se desgaste. Por otro lado, el ancho es de 0.5 m y una longitud de 1 m; estos datos fueron proporcionados por los trabajadores de la empresa metal mecánica “Amigo” mediante las entrevistas.

Se realizó un cálculo de escritorio para determinar el tipo de transmisión que se utilizara en la máquina, dando como resultado que utilizar fajas no era viable, por lo tanto se optó por emplear una caja reductora.



*Figura N°. 19. Dimensionamiento general de la sierra electromecánica
Fuente: Propia*

3.1.10 Selección de Materiales para el Eje del Sistema de Transmisión

Para la elección del material conveniente y propicio para la construcción de los ejes del sistema de transmisión se tienen en cuenta diversos tipos de materiales, Aceros AISI: 1010, 1020 y 1045. Las alternativas fueron evaluadas bajo criterios de: Propiedades Mecánicas (Límites de fluencia y Resistencia a la Tracción), Aplicaciones (Usos en la Metal Mecánica), Disponibilidad (Facilidad de adquirir en el mercado de nuestra localidad), Costos (Precio asequibles para el cliente).

A los Criterios se les fue asignada una ponderación según la importancia de cada uno. La puntuación que se asignó a cada alternativa de diseño fue en base a la Tabla No 8. De los resultados obtenidos de la Matriz de Selección (Tabla N° 12).

Tabla N°. 12. Matriz ponderada de selección de la Selección de Material.
Fuente: Propia

CRITERIO	Importancia (%)	MATERIALES					
		AISI 1010		AISI 1020		AISI 1045	
		Rango	Ponderado	Rango	Ponderado	Rango	Ponderado
PROPIEDADES MECÁNICAS (Alta Resistencia)	25	1	0.25	3	0.75	5	1.25
APLICACIÓN	25	1	0.25	3	0.75	5	1.25
DISPONIBILIDAD	25	5	1.25	5	1.25	1	0.25
BAJO COSTO	25	5	1.25	3	0.75	1	0.25
TOTAL	100	3.0		3.5		3	

3.1.11 Cargas de Diseño

Las cargas de diseño de la máquina están dadas por el peso del brazo deslizante y la velocidad angular que brinda el eje saliente del motor y los parámetros para determinar el corte para varillas de acero.

El eje hecho de acero AISI 1020 que se muestra en la Figura N° 21, se encuentra sometido a una fuerza vertical $F= 192.27 \text{ N}$. Este eje está sometido a un momento torsor R_2 entregado por la caja reductora a la salida del motor y una reacción R_1 , por otro lado encontramos un momento torsor de 68.45 N.m , generado por el peso del arco de la sierra y la distancia de la biela. El detalle de la reacción R_1 .

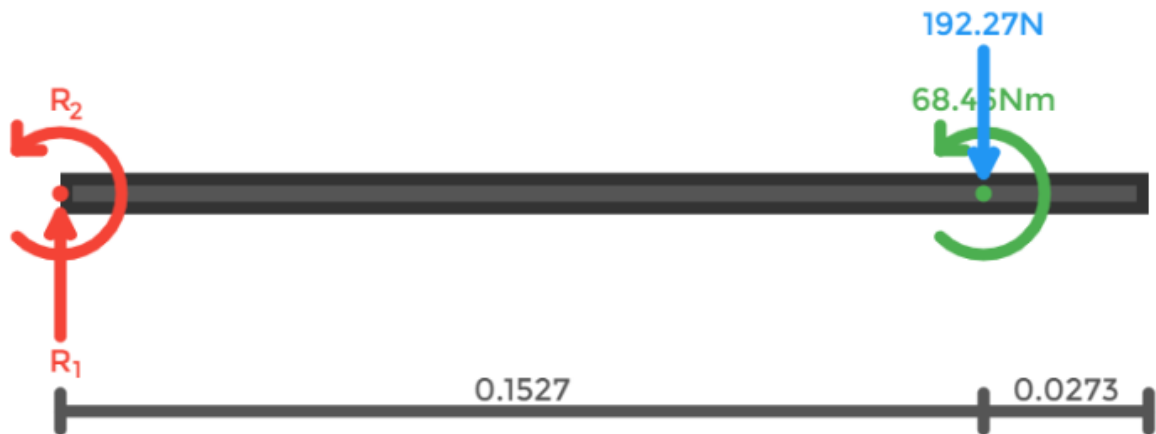


Figura N°. 20. Diagrama de cuerpo libre del eje
Fuente: Propia

3.1.12 Diseño Paramétrico

Luego de determinar las cargas de diseño y examinar la influencia de las Variables independientes en relación a las Variables dependientes de la Figura N° 9 (Caja negra de diseño de la sierra electromecánica), se realiza el análisis paramétrico del factor de seguridad vs el diámetro, utilizando como parámetros los diversos tipos de materiales (AISIS 1010, 1020, 1045).

3.1.12.1 Diseño Paramétrico mediante GUI

Se realizó una Interface Gráfica de Usuario (GUI) para agilizar el diseño paramétrico. A continuación se describe los valores tomados para los cálculos en la GUI.

*Tabla N°. 13. Variables y valores para el Diseño Paramétrico.
Fuente: Propia*

	Variable	Unidad	Valor/Rango
Parámetro de definición del Problema	Acero ASTM A36	Adim.	250 MPa
	Diámetro de material a cortar	mm	$0 < x < 152.4$
Variables de Diseño	Velocidad Angular	Rpm	88
	Diámetro del eje	mm	$12.7\text{mm} < x < 50.8$
	Angulo de Corte	Grados	0.5
	Material del Eje	Adim.	AISI 1010
			AISIS 1020
AISIS 1045			
Variable de solución	Esfuerzo de Von Mises	MPa	A determinar
	Factor de Seguridad	Adim.	A determinar
	Deformación Máxima	mm	A determinar

En la Figura N° 22 se puede observar la pantalla de presentación de esta GUI, se muestra la portada de la Interface Gráfica de Usuario, tiene como nombre “Cálculo para el Diseño de Eje de Transmisión para la Sierra Electromecánica”. Tiene dos botones, uno que te lleva al diseño estático y el otro al diseño por fatiga.



*Figura N°. 21. Ventana de Inicio GUI
Fuente: Propia*

Se realizó un cálculo de escritorio detallado del eje con el objetivo de corroborar los datos arrojados por la GUI. En la Tabla N° 14 y 15 se muestra los resultados del cálculo estático y por fatiga respectivamente. Los resultados de la GUI se muestran en las Figuras 23 y 24, se puede observar que coinciden con los cálculos de escritorio.

Tabla N°. 14. Resultado de cálculo de escritorio del diseño Estático.
Fuente: Propia

	Unidades	Valor
Tipo de Material	Adim.	AISI 1020
Torque	Nm	85.7643
Momento	Nm	68.46
Resistencia a la Fluencia	Pa	330* 10 ⁶
Diámetro	mm	16.1

Tabla N°. 15. Resultado de cálculo de escritorio del diseño por Fatiga.
Fuente: Propia

	Unidades	Valor
Tipo de Material	Adim.	AISI 1020
Diámetro del Eje	mm	17.7
Esfuerzo de Von Mises	MPa	246.22
Factor de Seguridad	Adim.	1.507
Deformación Máxima	mm	4.977e-004

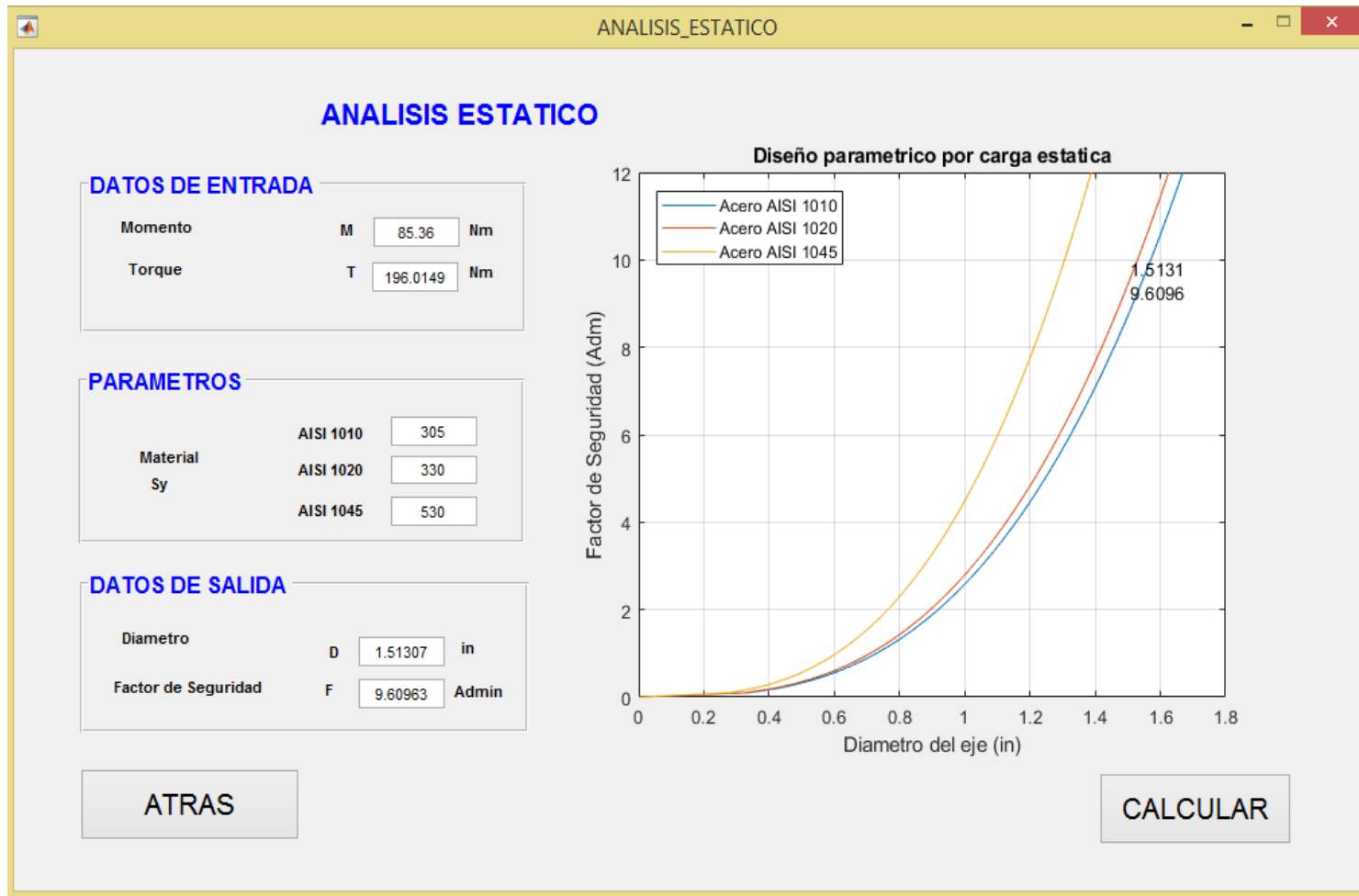


Figura N°. 22. Ventana de Diseño Estático del Eje
Fuente: Propia

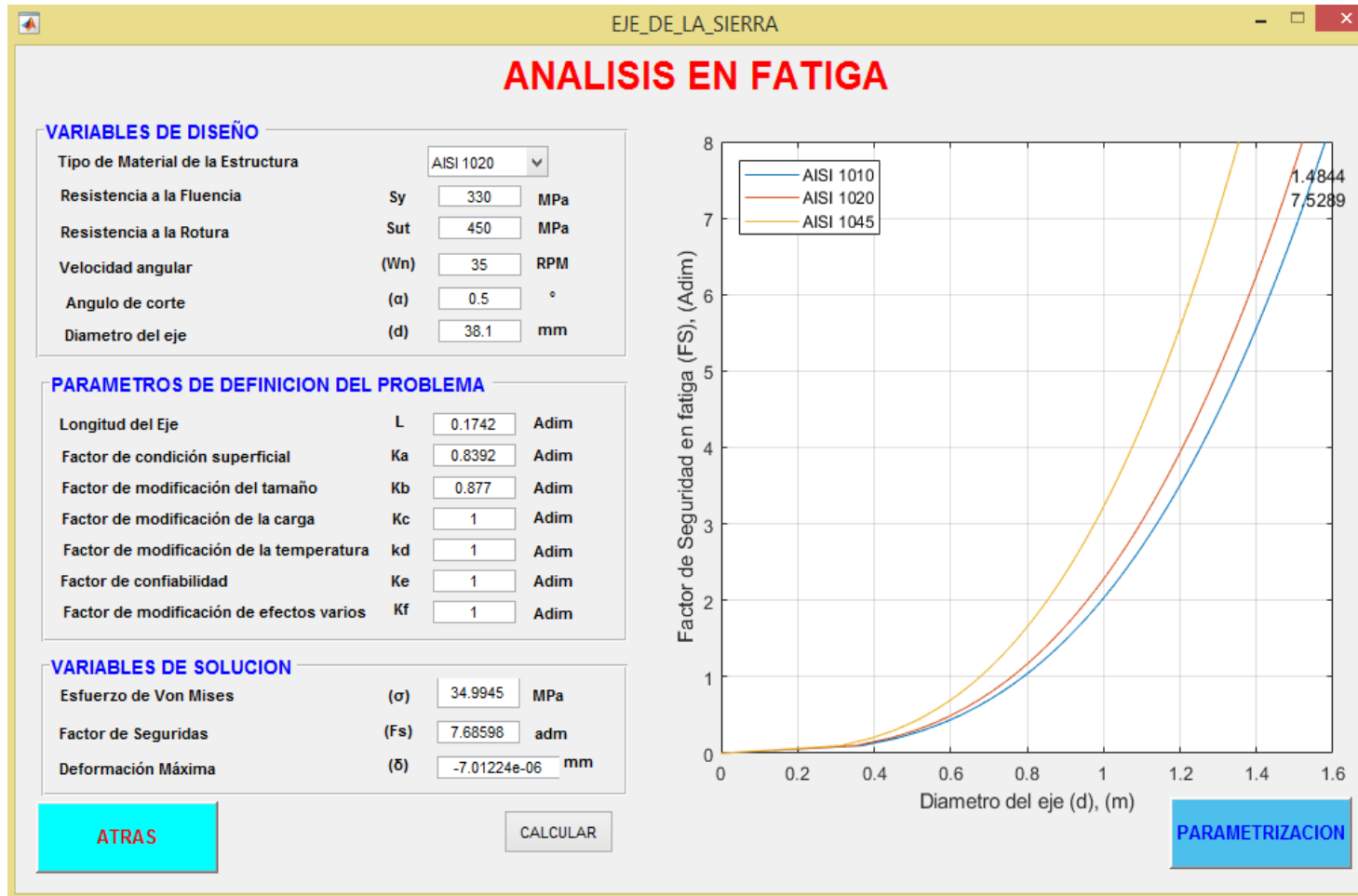


Figura N°. 23. Ventana de Diseño de Eje por Fatiga
Fuente: Propia

Las variables involucradas paramétricamente fueron evaluadas luego de culminar de procesar la GUI. En las abscisas se analizó el diámetro del eje de transmisión para hallar el factor de seguridad que se aprecia en las ordenadas, referente a los distintos materiales: AISI 1010, AISI 1020 y AISI 1045. El eje debe contar con un diseño adecuado, para esto se decidió establecer un factor de seguridad entre 1 y 2.

De la misma manera, se evaluó el tipo de material a utilizar con los fenómenos dinámicos, cambios de flexión y resistente a la torsión; dando como resultado que el Acero AISI 1020 cumple con todas las características requeridas (Ver Anexo N° 3). En lo que tiene que ver con el diámetro del eje se observa que a menor diámetro el factor de seguridad va a disminuir, pero como lo que buscamos es un valor entre 1.5 y 5 para un diseño óptimo podemos ver que el diámetro del eje es 1.25” pulgada (Figura N° 25) y por diseño de ingeniería se optara por usar un eje de 3/4” pulgada que también es más comercial en el mercado.

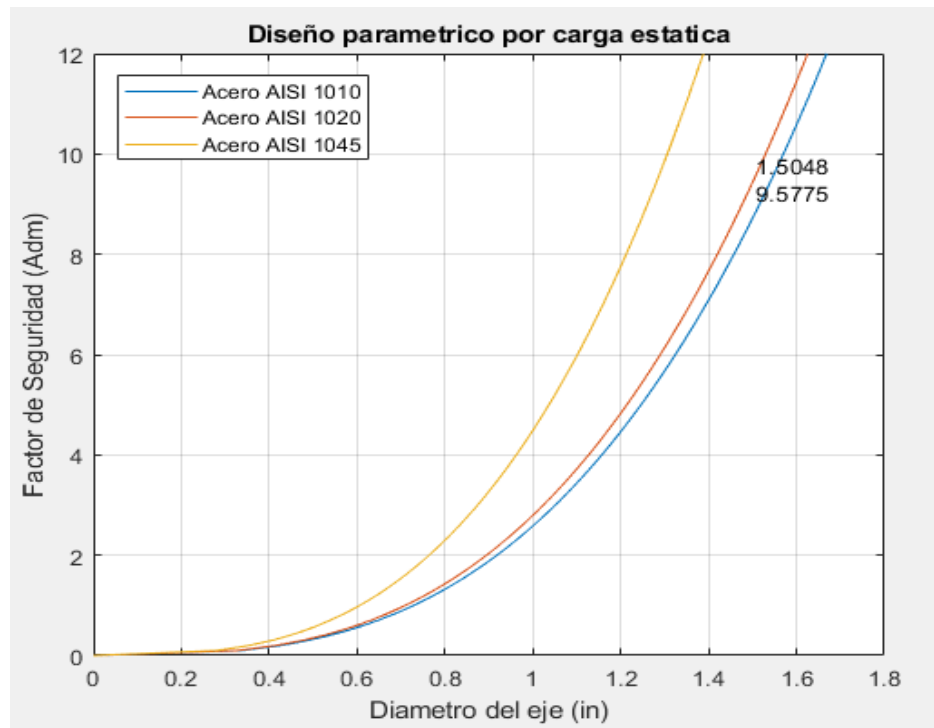


Figura N°. 24. Grafica Paramétrica GUI para evaluar la variable de Solución, Factor de seguridad y la variable de diseño parametrizadas.

Fuente: Propia

3.1.12.2 Diseño Paramétrico Mediante Simulaciones

Después de culminar con el cálculo de la GUI se halla con un factor de seguridad confiable el diámetro y se selecciona el material del eje de transmisión. Esta selección asegura que el diseño sea el adecuado (Tabla 16)

Los resultados obtenidos mediante las simulaciones nos mostraron la concentración de la deformación total en el sistema, el esfuerzo de Von Mises y el factor de seguridad, para la verificación y validación del análisis. En el Anexo N° 4 se puede mostrar al detalle la simulación del material AISI 1020 que fue escogido para el del eje, que cumple correctamente con las especificaciones requeridas para el diseño.

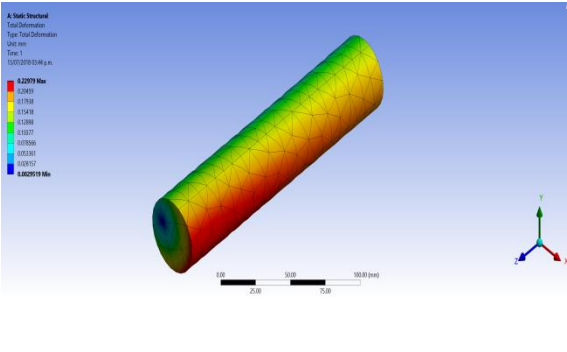
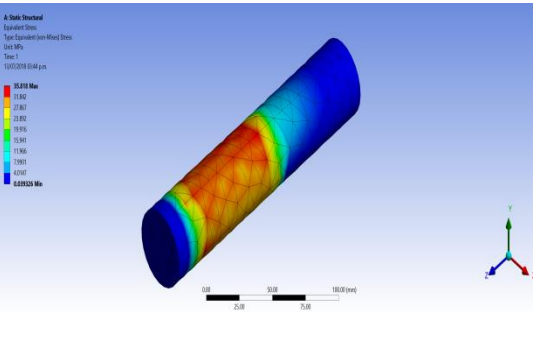
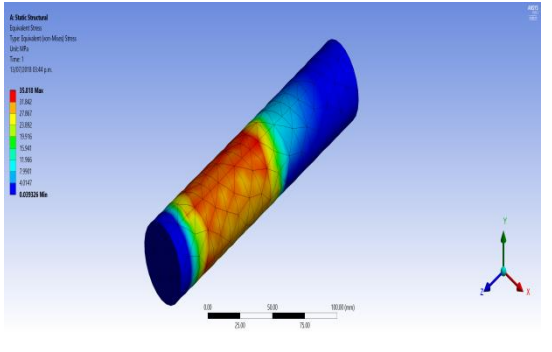
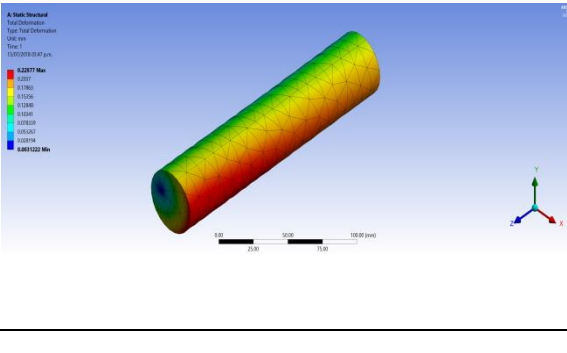
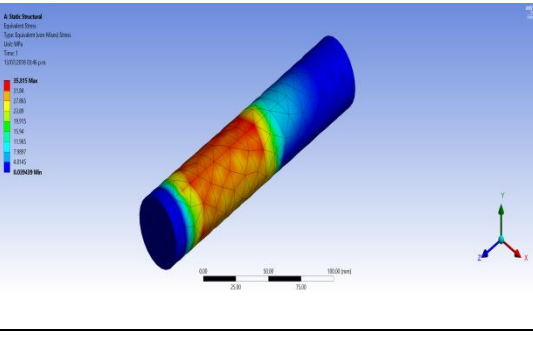
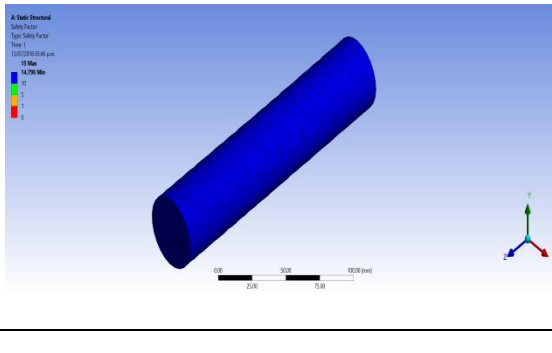
En la Tabla N° 17 se muestra el diseño paramétrico por medio de la simulaciones para diferente material analizado a un diámetro determinado (3/4" pulgada). En el Anexo N° 3 se muestran las propiedades tomadas en cuenta para cada material e ingresadas al Software ANSYS.

*Tabla N°. 16. Variables y Valores para la simulación Paramétrica en ANSYS.
Fuente: Propia*

	Nombre	Unidades	Valores / Rangos
Parámetros de Definición del Problema	Carga Máxima	N	192.27
	Torque	Nm	85.7643
Variables de Diseño	Materiales a prueba	Adm.	AISI 1010
			AISI 1020
			AISI 1045
Variables de Solución	Deformación total	Mpa	A determinar
	Esfuerzo Von Mises	mm	A determinar
	Factor de seguridad por fatiga	n	A determinar

Tabla N°. 17. Matriz Grafica Paramétrica para evaluar los tipos de materiales expuestos a diversos esfuerzos por fatiga.

Fuente: Propia

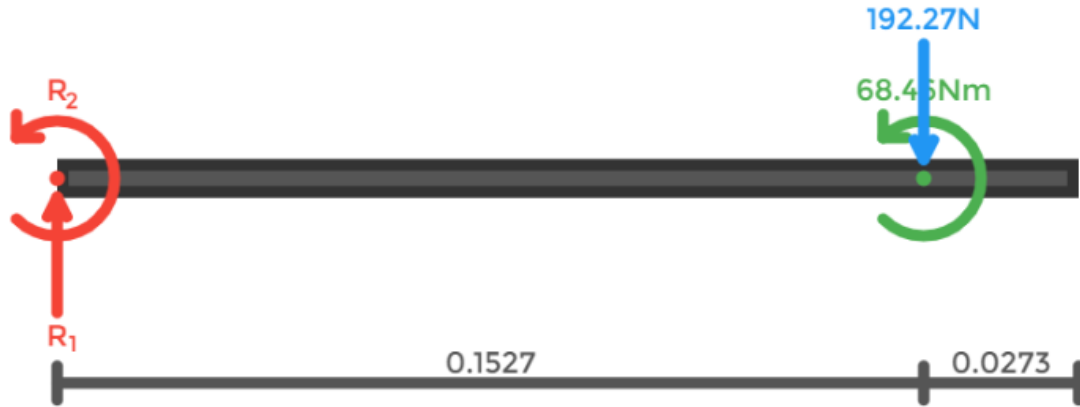
Materiales	Resultado de Análisis		
	Deformación Total	Von Mises	Factor de Seguridad
AISI 1010			
AISI 1020			
AISI 1045			

3.10. Selección de los Componentes Estándar del Equipo.

3.10.1. Cálculo y selección del eje

CÁLCULO DE ANÁLISIS ESTÁTICO PARA EL EJE PRINCIPAL.

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DEL EJE PRINCIPAL.



Por lo tanto, al calcular las fuerzas verticales de equilibrio, podemos encontrar que:

$$\sum F_y = 0$$

$$F_1 - R_1 = 0$$

$$R_1 = 192.27 \text{ N}$$

Al resolver la reacción R_1 , determinamos ahora los momentos en el eje.

$$\sum M = 0$$

$$R_2 + M_1 - F_2(0.1527) = 0$$

$$R_2 = (-68.46) + 192.27(0.1527)$$

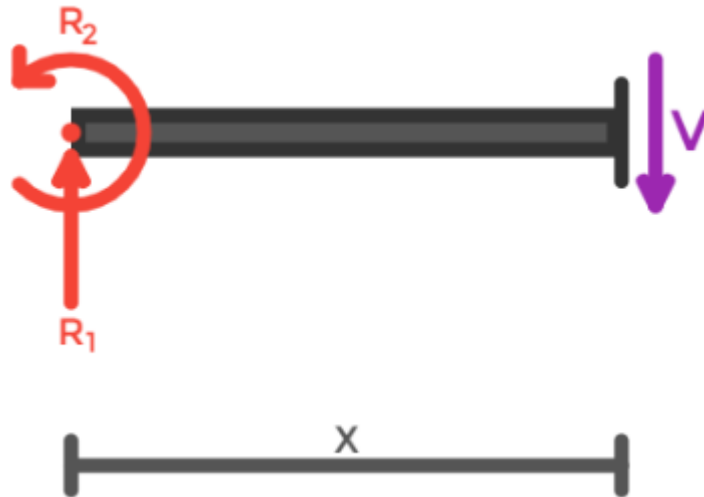
$$R_2 = -39.1004 \text{ Nm}$$

CÁLCULO DE FUERZA DE CORTE:

$$\sum F_y + V(x) = 0$$

Sección 1: $(0 \leq x \leq 0.1527)$

Resolviendo el equilibrio de fuerzas en la sección:



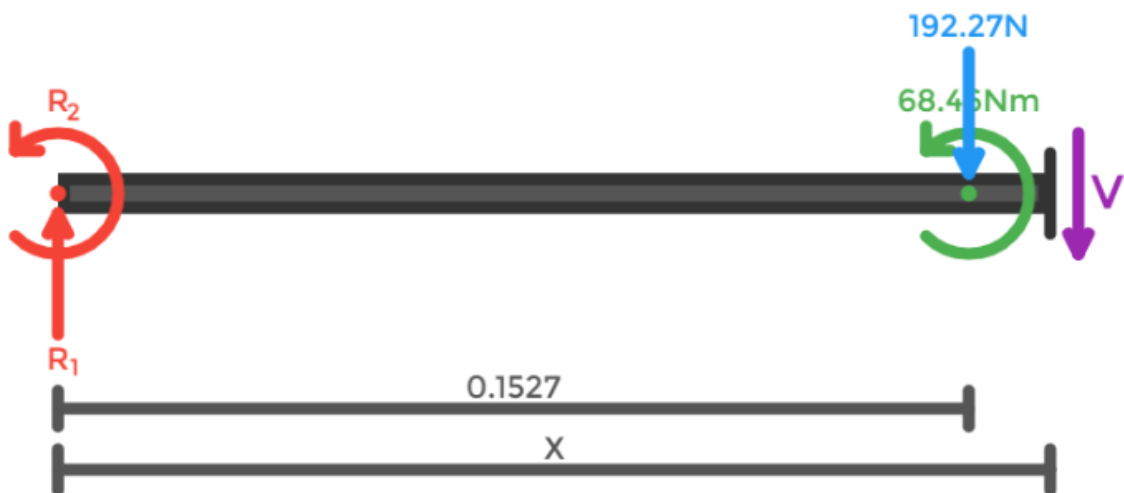
$$-R_1 + V(x) = 0$$

$$V(x) = R_1$$

$$V(x) = 195.27$$

Sección 2: $(0.1527 \leq x \leq 0.18)$

Resolviendo el equilibrio de fuerzas en la sección:

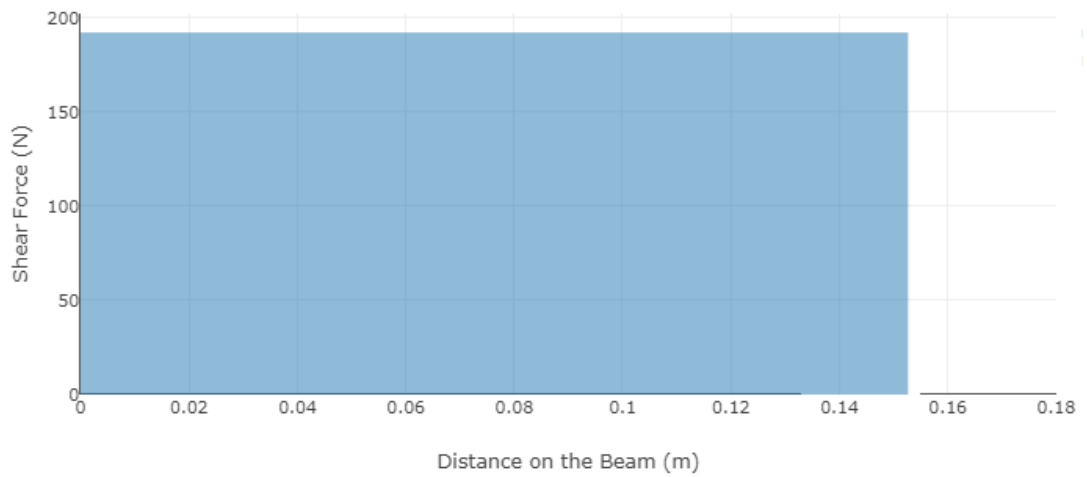


$$F_2 - R_1 + V(x) = 0$$

$$192.27 \text{ N} - 192.27 \text{ N} + V(x) = 0$$

$$V(x) = 0$$

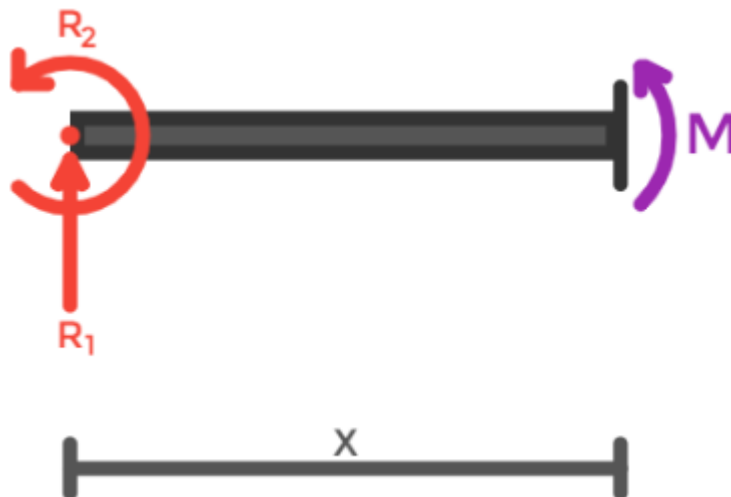
DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES



CÁLCULO DEL MOMENTO FLEXIONANTE:

$$\sum M + M(x) = 0$$

Sección 1: ($0 \leq x \leq 0.1527$)



Resolviendo el momento de equilibrio en la sección:

$$-R_1(x) + R_2 + Mx = 0$$

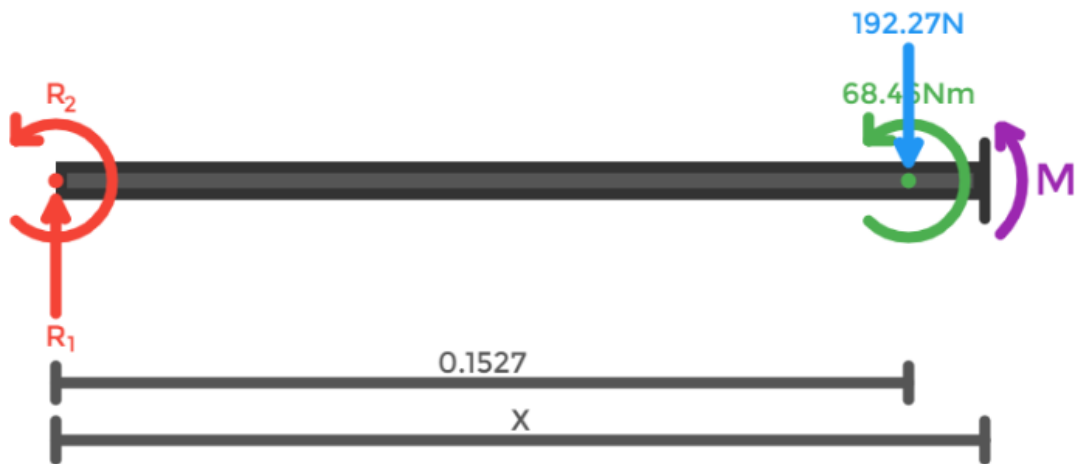
$$M_x = R_1(x) - R_2$$

$$M_x = 192.27(x) - (-39.1004)$$

$$M_x = 192.27(x) + 39.1004$$

Sección 1: ($0.1527 \leq x \leq 0.18$)

Resolviendo el momento de equilibrio en la sección:



$$M_1 + F_2(0.1527) - R_1(0) + R_2 + M(x) = 0$$

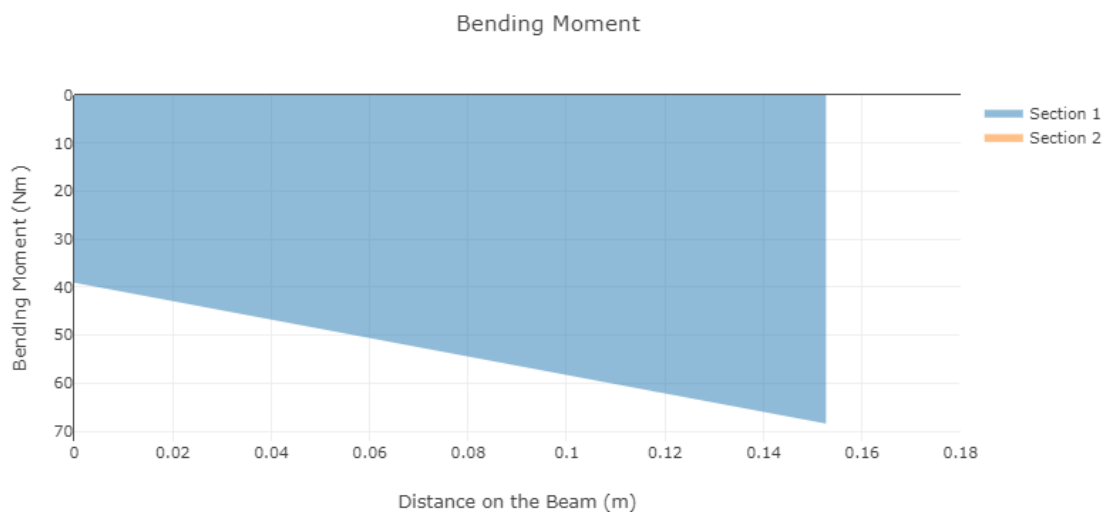
$$M(x) = R_1(0) - R_2 - M_1 - F_2(0.1527)$$

$$M(x) = 0 - (-39.1004) - 68.45 - 192.27(0.1527)$$

$$M(x) = 39.1004 - 68.45 - 29.3496$$

$$M_x = 0$$

DIAGRAMA DE MOMENTOS



SOLUCION DE ANALISIS ESTATICO PARA EL EJE PRINCIPAL

Al inicio se trabajó con un factor de seguridad de $F.S = 1.5$, según (Mechanical Analysis Shafts & keyways, city University London), para materiales conocidos. También se obtuvo los valores de Torque (τ) y Momento máximo (M_{max}) del diagrama de Momento flector.

Para llegar a determinar el diámetro de nuestro eje, a continuación desarrollaremos la ecuación.

Dónde:

$$\tau : 85.56 Nm$$

$$M_{max}: 68.46 Nm$$

$$S_y : 330 MPa$$

$$d = \sqrt[6]{\left(\frac{F.S}{S_y}\right)^2 \left(\left(\frac{32 M_{m\acute{a}x}}{\pi}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 \tau_{max}}{\pi}\right)^2 \right)}$$

$$d = \sqrt[6]{\left(\frac{1.5}{330 \times 10^6}\right)^2 \left(\left(\frac{32 (68.46)}{\pi}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 (85.56)}{\pi}\right)^2 \right)}$$

$$d = 0.0161 m.$$

Al reemplazar del diámetro obtenido en la ecuación anterior, se desarrollara la siguiente ecuación para determinar el esfuerzo por flexión σ_f .

$$\sigma_f = \frac{M_{m\acute{a}x} \left(\frac{d}{2}\right)}{I} = \frac{32 M_{m\acute{a}x}}{\pi d^3}$$

$$\sigma_f = \frac{32 (68.46)}{\pi (0.0161)^3}$$

$$\sigma_f = 167.09 MPa$$

$$\tau = \frac{T_{\max} \left(\frac{d}{2}\right)}{I} = \frac{16 \tau_{\max}}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{16 (85.56)}{\pi(0.0161)^3}$$

$$\tau = 104.42 \text{ MPa}$$

Siguiendo con los cálculos hallaremos el esfuerzo de Von Mises, σ' :

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{(167.09)^2 + 3(104.41)^2}$$

$$\sigma' = 246.22 \text{ MPa}$$

Una vez se ha obtenido el esfuerzo de Von Mises, trataremos de encontrar el nuevo valor del factor de seguridad.


$$F.S = \frac{370}{246.22}$$

$$F.S = 1.507$$

Calculo del diámetro mínimo

Según recomendaciones y parámetros de diseño Tabla N° 18, recomienda utilizar el material AISI 1020 – acero para el eje principal.

Tabla N°. 18. Propiedades mecánicas del AISI 1020.
Fuente: FERROCORTES.

AISI 1020 Steel, as rolled		
Physical Properties	Metric	English
Density	7.87 g/cc	0.284 lb/in ³
Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Brinell	143	143
Hardness, Knoop	163	163
Hardness, Rockwell B	78	78
Hardness, Vickers	149	149
Tensile Strength, Ultimate	450 MPa	65300 psi
Tensile Strength, Yield	330 MPa	47900 psi
Elongation at Break	36 %	36 %
Reduction of Area	59 %	59 %
Modulus of Elasticity	186 GPa	27000 ksi
Bulk Modulus	148 GPa	21500 ksi
Poissons Ratio	0.29	0.29
Shear Modulus	72.0 GPa	10400 ksi
Charpy Impact 	16.9 J	12.5 ft-lb
	@Temperature -30.0 °C	@Temperature -22.0 °F
	18.0 J	13.3 ft-lb
	@Temperature -18.0 °C	@Temperature -0.400 °F
	20.0 J	14.8 ft-lb
	@Temperature -3.00 °C	@Temperature 26.6 °F
	24.0 J	17.7 ft-lb
@Temperature 10.0 °C	@Temperature 50.0 °F	
41.0 J	30.2 ft-lb	
@Temperature 38.0 °C	@Temperature 100 °F	
54.0 J	39.8 ft-lb	
@Temperature 65.0 °C	@Temperature 149 °F	
61.0 J	45.0 ft-lb	

$$S_{ut} = 450 \text{ MPa}$$

$$S_y = 330 \text{ MPa}$$

Para el cálculo del diámetro mínimo del eje se utilizará la ecuación **ED-GOODMAN**, ecuación N° 25, basada en el libro de Diseño en ingeniería mecánica de Shigley.

En donde $T_a = M_m = 0$.

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} \left[4 \left(\frac{K_f M_a}{S_e} \right)^2 + 3 \left(\frac{K_{fs} T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}^{1/3}$$

De la ecuación N° 06, se procede a calcular los factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga S_e a través de la ecuación de Marin.

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$

Procedemos a calcular el límite de resistencia a la fatiga, factores que modifican el límite a la fatiga propuesto por Joseph Marín, de la ecuación N° 19, tenemos:

$$S'_e = 0.5 \times S_{ut} = 0.5 \times 450 = 220 \text{ MPa}$$

De la ecuación N° 13, se determina el factor de modificación de la condición superficial (k_a)

$$k_a = a S_{ut}^b$$

Los factores a y b se halla del maquinado o estirado en frío.

*Tabla N°. 19. Parámetro del factor de la condición superficial de Marín.
Fuente: (Nisbett, 2008)*

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} , kpsi	S_{ut} , MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o estirado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

$$k_a = a S_{ut}^b$$

$$k_a = 4.51 \times 450^{-0.265}$$

$$k_a = 0.8988$$

Factor de modificación del tamaño, para temas de cálculo consideramos una diámetro de $\frac{3}{4}$ pulg. Que vendría hacer $1,905 \text{ cm} = 19.05 \text{ mm}$ (k_b)

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 \leq d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 \leq d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

$$k_b = 1.24 \times 19.05^{-0.107} = 0.9046$$

Luego al calcular el diámetro verificamos el Factor de modificación de la carga (k_c)

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsion} \end{cases}$$

Según a las cargas a la cual estará sometido el eje, consideramos un $k_c = 1$, debido a que el eje tendera a reflexionarse durante su funcionamiento.

Consideramos un Factor de modificación de temperatura (20°C) de $k_d = 1$, un Factor de confiabilidad de $k_e = 1 - (0.08 \cdot z_a)$, para el diseño se opta por una confiabilidad del 50% utilizando un $k_e = 1$

Se encuentran los valores K_f y K_{f_s} para hallar los valores de esfuerzo medio y alternante respectivamente considerando $r = 3 \text{ mm}$ (radio de muesca) y el eje rodado con filete en el hombro por flexión, dichas ecuaciones se muestran a continuación.

Dónde:

K_f : Factor de concentración de esfuerzo flector

K_{f_s} : Factor de concentración de esfuerzos torsor

K_t : Constate de flexión

K_{ts} : Constante de torsión

q : Sensibilidad a la muesca (flexión)

q_{cort} : Sensibilidad a la muesca (torsión)

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \dots\dots Ec. 28$$

$$K_{fs} = 1 + q_{cort}(K_{ts} - 1) \dots\dots Ec. 29$$

GRAFICA DE FACTORES TEORICOS DE CONCENTRACION DE ESFUERZOS.

Dónde:

$D = 19.05 \text{ mm}$

$d = 16.05 \text{ mm}$

$r = 3 \text{ mm}$

Tabla N°. 20. Eje redondo con filete en el hombro en flexión.

Fuente::SHIGLEY 8TH EDITION

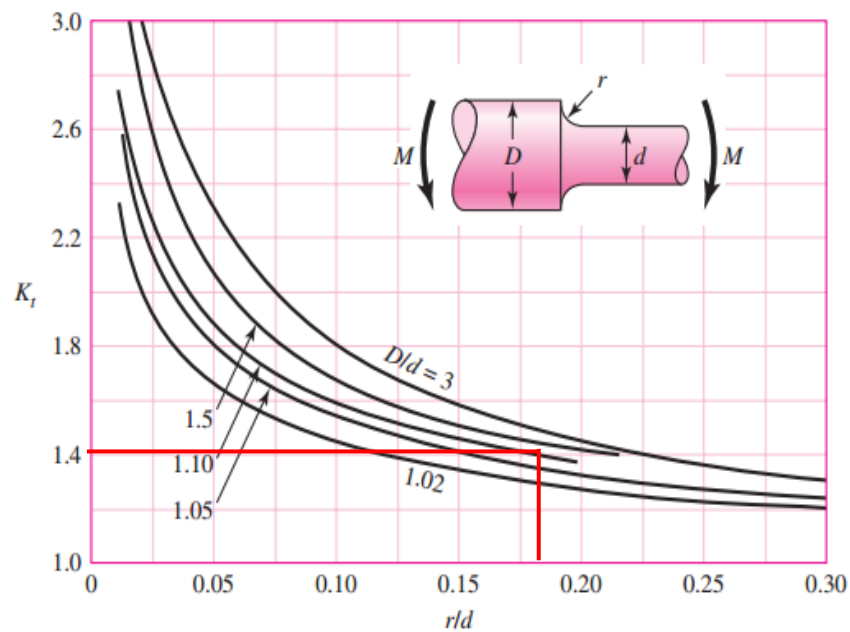
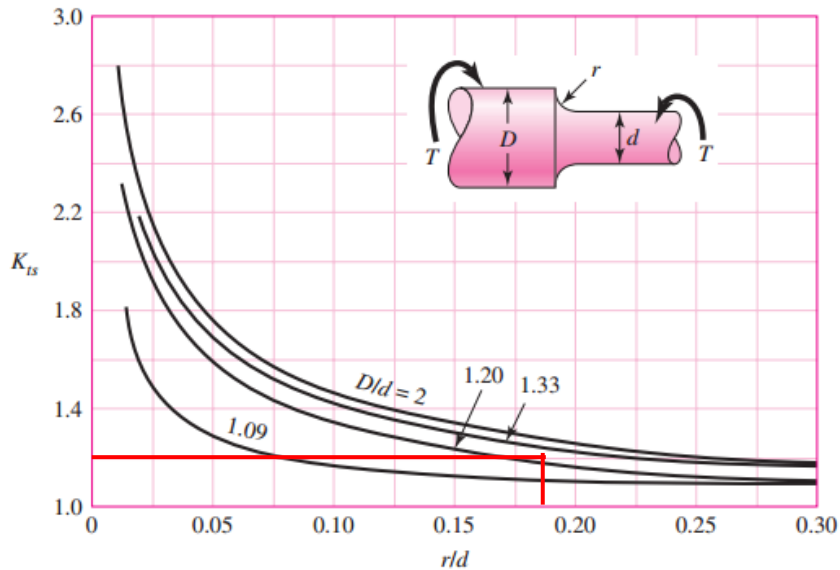


Tabla N°. 21. Eje redondo con filete en el hombro en torsión.
Fuente::SHIGLEY 8TH EDITION



Desarrollando y reemplazando de las ecuaciones N° 28 y N° 29, tenemos que:

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

$$K_f = 1 + 0.75(1.4 - 1)$$

$$K_f = 1.3$$

$$K_{fs} = 1 + qcort(K_{ts} - 1)$$

$$K_{fs} = 1 + 0.9(1.2 - 1)$$

$$K_{fs} = 1.18$$

Una vez que se encuentra dichos valores modificadores, es sustituida en ecuación de Marín, ecuación N° 12.

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$

$$S_e = 0.8988x 0.9046x 1 x 1 x 1 x 1.3 x 220$$

$$S_e = 257.06 \text{ MPa}$$

De la ecuación N° 25, reemplazamos para calcular el diámetro del eje mediante la ecuación de ED-GOODMAN, teniendo en cuenta que: $M_m = T_a = 0$

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} \left[4 \left(\frac{K_f M_a}{S_e} \right)^2 + 3 \left(\frac{K_{fs} T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}^{1/3}$$

Cálculo de esfuerzos fluctuantes

Determinamos esfuerzos fluctuantes M_a y T_m

Momento alternante (M_a)

$$M_a = \frac{M_{max} + M_{min}}{2}$$

$$M_a = \frac{68.46 + 39.1}{2}$$

$$M_a = 53.78$$

Torque Medio ($T_m = 85.76 \text{ Nm}$)

$$d = \left\{ \frac{16 \times 1.507}{\pi} \left[4 \left(\frac{1.3 \times 53.78}{257.06 \times 10^6} \right)^2 + 3 \left(\frac{1.18 \times 85.76}{330 \times 10^6} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}^{1/3}$$

$$d = 17.7 \text{ mm}$$

Una vez determinado el diámetro para nuestro eje, vemos un diámetro comercial, por lo tanto, migraríamos a un eje de diámetro de $1.905 \text{ mm} = 3/4 \text{ pulg.}$

Análisis cinemático del sistema biela manivela

Frecuentemente, el análisis dinámico de cualquier máquina inicia con la primera parte del análisis cinemático o de otros más mecanismos que constituyen una maquina mecánica, eléctrica o electromecánica. En esta oportunidad se analizará el mecanismo de la biela manivela, para tal fin, se podrá obtener ecuaciones determinantes para el análisis de posición, velocidad y aceleración del mecanismo.

Considere el mecanismo de la biela manivela que se muestra en la figura N° 26, la ecuación del mecanismo está dado por:

$$\vec{a}_2 + \vec{a}_3 = \vec{e} + \vec{s} \dots (1)$$

Si se seleccionan los ángulos asociados a los vectores $\theta_e = 270^\circ, \theta_2, \theta_3, \theta_s = 0^\circ$, a partir del semi-eje positivo X, las componentes escalares de la ecuación (1), a lo largo de los ejes X y Y están dadas por:

$$a_2 \cos \theta_2 + a_3 \cos \theta_3 = e \cos \theta_e + s \cos \theta_s \dots (1)$$

$$a_2 \sin \theta_2 + a_3 \sin \theta_3 = e \sin \theta_e + s \sin \theta_s \dots (1)$$

O, sustituyendo los valores de ángulos θ_s y θ_e , se tiene que:

$$a_2 \cos \theta_2 + a_3 \cos \theta_3 = s \dots (1)$$

$$a_2 \cos \theta_2 + a_3 \cos \theta_3 = -e \dots (1)$$

Debe notarse que los parámetros del mecanismo son $e, \theta_e, a_2, a_3, \theta_s$, mientras que las variables son θ_2, θ_3 y s . Más aún, si el eslabón motriz es el eslabón 2, aun cuando es una variable, es:

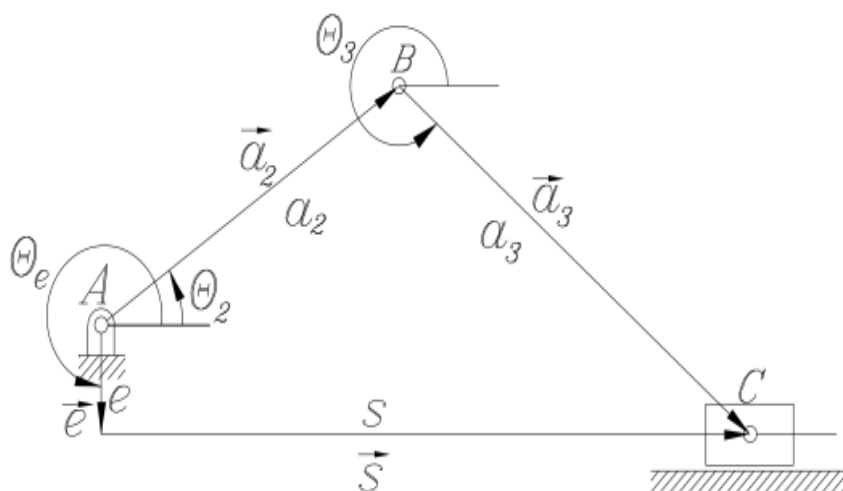


Figura N°. 256. mecanismo de biela manivela corredera
Fuente: Propia

Cálculo de velocidad de la manivela

Se determinará un Angulo de 70° para el previo calculo en el mecanismo de la sierra mecánica.

Análisis de Posición:

Datos

$$\begin{aligned} r_3 &= 6'' \\ r_2 &= 1,75'' \\ \vartheta_2 &= 70'' \end{aligned}$$

$$\vec{r}_2 + \vec{r}_3 = \vec{r}_4$$

$$r_2 \cdot \text{sen } 70^\circ + r_3 \cdot \text{sen} \vartheta'_3 = 2,5; \text{sen} \vartheta'_3 = \left(\frac{2,5 - r_2 \cdot \text{sen} 70^\circ}{r_3} \right)$$

$$\vartheta'_3 = \arcsen \left(\frac{2,5 - 1,75 \cdot \text{sen} 70^\circ}{6} \right) = \arcsen \left(\frac{2,5 - 1,64}{6} \right) = 8,19$$

$$\vartheta'_3 = 8,19^\circ \rightarrow \vartheta_3 = 90 - 8,19 + 90 = 171,81^\circ$$

$$\vec{r}_2 + \vec{r}_3 = \vec{r}_4 \quad \dots \text{descomponenos}$$

$$\begin{cases} x: r_2 \cdot \cos \vartheta_2 + r_3 \cdot \cos \vartheta_3 = r_4 \cdot \cos \vartheta_4 \\ y: r_2 \cdot \text{sen} \vartheta_2 + r_3 \cdot \text{sen} \vartheta_3 = r_4 \cdot \text{sen} \vartheta_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x: 1,75 \cdot \cos 70^\circ + 6 \cdot \cos 171,81^\circ = r_4 \cdot \cos \vartheta_4 \\ y: 1,75 \cdot \text{sen} 70^\circ + 6 \cdot \text{sen} 171,81^\circ = r_4 \cdot \text{sen} \vartheta_4 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} (r_4)^2 &= 1,75^2 + 6^2 + 2 \cdot 1,75 \cdot 6 \cdot \cos(\vartheta_3 + \vartheta_2) \\ (r_4)^2 &= 34,7645 \rightarrow r_4 = 5,8961 \end{aligned}$$

Sustituimos en la componente x

$$\cos \vartheta_4 \left(\frac{1,75 \cdot \cos 70^\circ + 6 \cdot \cos 171,81^\circ}{5,8961} \right) = 154,92^\circ$$

Recopilando datos:

$$\theta_2 = 70^\circ \text{ (inicial)}; r_2 = 1,75'' = 0,04445 \text{ m}$$

$$\theta_3 = 171,81^\circ; r_3 = 6'' = 0,1524 \text{ m}$$

$$\theta_4 = 154,92^\circ; r_4 = 5,8961'' = 0,1497 \text{ m}$$

$$\vec{r}_2 = 0,0444(\cos 70^\circ \vec{i} + \text{sen} 70^\circ \vec{j})$$

$$\vec{r}_2 = 0,01518 \vec{i} + 0,04172 \vec{j} \text{ (m)}$$

$$\vec{r}_3 = 0,1524(\cos 171,81^\circ \vec{i} + \sin 171,81^\circ \vec{j})$$

$$\vec{\tau}_3 = 0,15084 \vec{i} + 0,02171 \vec{j} \text{ (m)}$$

$$\vec{r}_4 = 0,1497(\cos 154,92^\circ \vec{i} + \sin 154,92^\circ \vec{j})$$

$$\vec{\tau}_4 = 0,13558 \vec{i} + 0,06345 \vec{j} \text{ (m)}$$

Velocidades

$$w_2 = 100 \text{ rad/s}$$

$$\vec{v}_{b(2)} = \vec{w}_2 \times \vec{\tau}_2 =$$

$$= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & 100 \\ 0,01518 & 0,04172 & 0 \end{vmatrix} = -100(0,04172 \vec{i} - 0,01518 \vec{j})$$

$$\vec{v}_{b(2)} = -4,172 \vec{i} + 1,518 \vec{j} = \vec{v}_{b(3)}$$

$$\vec{v}_{c(3)} = \vec{v}_{b(3)} + \vec{v}_{(c-b)}$$

$$\vec{v}_{(c-b)} = \vec{w}_3 \times \vec{\tau}_3 = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & w_3 \\ -0,15018 & 0,02171 & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= -w_3(0,02171 \vec{i} + 0,15084 \vec{j})$$

$$\vec{v}_{c(3)} = v_c \vec{i} + 0 \vec{j} \text{ (solo tiene componente x)}$$

$$\vec{v}_{c(3)} = \vec{v}_{b(3)} + \vec{v}_{(c-b)} \text{ (descomponemos)}$$

$$\begin{cases} x: v_c = -4,172 - 0,02171 w_3 \\ y: 0 = 1,518 - 0,15084 w_3 \end{cases}$$

$$w_3 = \frac{1,518}{0,15084} = 10,06 \text{ rad/s}$$

Sustituimos en la componente X , entonces:

$$V_c = 4,3904 \text{ m/s}$$

$$\vec{V}_c = 4,3904 \vec{i} \text{ m/s}$$

3.10.2. Potencia del motor

Para determinar la potencia del motor es importante saber el torque que se necesita, la velocidad de corte y el radio de la carrera del disco excéntrico. Teniendo todo se reemplaza en la Ecuación N° 26 y se calcula el torque

$$T = F * d$$

$$T = 192.27N * 0.09 \text{ m}$$

$$T = 17.30 \text{ Nm}$$

Se adiciona al cálculo del motor el momento torsor que genera el peso del arco de la sierra y la distancia de la biela siendo un torque de 68.46 N.m.

Siendo un total de:

$$T = 17.30 \text{ Nm} + 68.46 \text{ Nm}$$

$$T = 85.7643 \text{ Nm}$$

Para culminar de hallar la potencia del motor, por recomendación de diseño se conoce la velocidad angular de corte. Se usa la Ecuación 27.

$$P = \frac{T * \text{Vel. Angular}}{746}$$

$$P = \frac{85.7643 * 9.215}{746}$$

$$P = 1.08 \text{ HP}$$

La potencia necesaria por cálculo para accionar el equipo es de 1.068 HP. El motor seleccionado por disponibilidad en el mercado y fácil adquisición es un motor Motor Eléctrico MARATHON 1.5HP K56AC54F07 de 1800RPM.

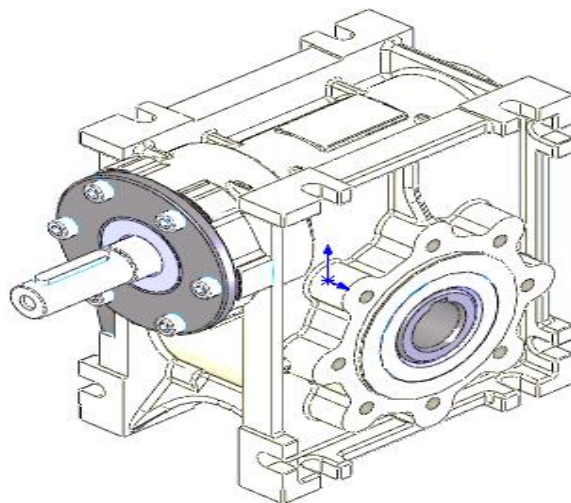


*Figura N°. 26. Motor DELCROSA 1 HP – Trifásico
Fuente: Motores delcrosa*

3.10.3. Caja Reductora

Para determinar y seleccionar la caja reductora adecuada para el sistema de transmisión del equipo se tuvo en cuenta el diámetro del eje del motor, el torque y la relación de transmisión. Se realizó la búsqueda de catálogos de las cajas reductoras más comerciales en el país. Teniendo como parámetros de entradas un velocidad angular de 1800 RPM y una potencia de 1.5 HP. En cuanto a la salida de la caja reductora tenemos como parámetros un torque de 128 N.m y una velocidad angular de 88 RPM.

	Radio i	Velocidad de Salida RPM	Máximo Torque de Salida in-lbs	HP	OHL
063	7.5	233	1076	4.48	492
	10	175	1093	3.49	542
	15	117	1177	2.59	620
	20	88	1135	1.92	683
	25	70	1093	1.54	735
	30	58	1345	1.66	781
	40	44	1219	1.19	860
	50	35	1135	0.94	926
	60	29	1093	0.80	984
	80	22	1025	0.61	1083
	100	18	992	0.53	1167



*Figura N°. 27. Reductor de velocidad Sin Fin
Fuente: Shimpo*

3.10.4. Hoja de Sierra.

Determinamos el material que se va a realizar el corte, en la empresa “EL AMIGO. S.A.C” encargada de brindar servicio de corte a empresas terceras, cuyos parámetros son el corte en acero, lo cual se enfocó en realizar el cálculo con el acero AISI 1060, dicho acero posee unas características para su corte.

Como se puede observar en la figura N° 28.

TABLA DE CORTE / BI-METAL

TABELA DE CORTE PARA LÂMINAS DE SERRA DE FITA BI-METAL / TABLA DE CORTE PARA LÂMINAS DE SIERRA DE CINTA BI-METAL				
Material / Material	Dimensão da Peça (mm) / Dimensión de la Pieza (mm)		50-125mm	
	Velocidade / Índice de Corte Velocidad / Índice de Corte		VC m/min. VC m/min.	IC cm ² /min. IC cm ² /min.
	Norma ABNT / AISI / SAE Norma ABNT / AISI / SAE	Dureza Dureza		
Aços carbono / Aceras al carbono	1005-1012	150HB	79 - 91	77 - 103
	1015-1026	150HB	76 - 88	71 - 97
	1030-1055, A36	175HB	55 - 67	52 - 58
	1060-1095	200HB	49 - 61	39 - 52
Aços carbono de usinagem fácil Aceras al carbono de mecanizado fácil	1110-1117-1118	150HB	79 - 98	77 - 103
	1137-1151	175HB	67 - 79	52 - 77
	1211-1215	150HB	79 - 98	97 - 120
Aços manganês / Aceras manganeso	1330-1345	200HB	55 - 67	39 - 52
	1513-1527	150HB	79 - 91	77 - 103
	1536-1552	175HB	61 - 79	52 - 65
	1561-1572	200HB	49 - 61	39 - 52
Aços molibdênio / Aceras molibdeno	4012-4024	175HB	61 - 73	45 - 58
	4030-4042	175HB	58 - 70	45 - 52
	4047-4068	175HB	55 - 67	39 - 52
Aços cromo molibdênio Aceras cromo molibdeno	4130-4140	200HB	55 - 67	39 - 52
	4142-4161	200HB	52 - 64	32 - 45
	4320	175HB	61 - 73	45 - 58
Aços níquel cromo molibdênio Aceras níquel cromo molibdeno	4340	200HB	55 - 67	39 - 52
	8115, 8615-8622, 8145, 8625-8637	175HB	61 - 73	45 - 58
	8640-8660, 8740	200HB	55 - 67	39 - 52
	8720, 8822	200HB	61 - 73	45 - 58
	9310	175HB	49 - 58	19 - 26

Figura N°. 28. Tabla de corte para hojas de sierra.
Fuente: STARRETT.

Dicho material necesita una velocidad de corte de 49 – 61 m/min, para realizar el corte.

Del mismo modo se logró determinar las características de la hoja de sierra, cuales sus características de dimensionamiento se detallan en la figura N° 30.

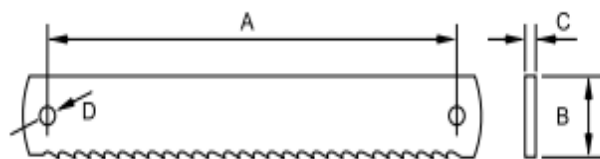


Figura N°. 29. Hoja de Sierra
Fuente: STARRETT.

Dónde:

- A: Longitud de la hoja de sierra.
- B: ancho de la hoja de sierra.
- C: Espesor de la hoja de sierra.
- D: Diámetro para la conexión con el arco de la sierra.

Seleccionamos la hoja de Sierra de acuerdo a nuestras características de diseño.

LINHA MÉTRICA / LÍNEA MÉTRICA		
Dimensões em milímetros (A x B x C x D)	Dentes por polegada (25,4mm)	Nº Catálogo
Dimensiones en milímetros (A x B x C x D)	Dientes por pulgadas (25,4mm)	Nº Catálogo
300 x 32 x 2,00 x 8,50	6	RS300-6
	10	RS300-10
350 x 32 x 2,00 x 8,50	6	RS350-6
	10	RS350-10
400 x 32 x 2,00 x 8,50	4	RS400-4
	6	RS400-6
450 x 38 x 2,00 x 8,50	10	RS400-10
	4	RS450-4
500 x 45 x 2,00 x 10,50	6	RS450-6
	10	RS450-10
550 x 45 x 2,00 x 10,50	4	RS500-4
	6	RS500-6
550 x 45 x 2,00 x 10,50	10	RS500-10
	4	RS550-4
550 x 45 x 2,00 x 10,50	6	RS550-6
	10	RS550-10

*Figura N°. 30. Dimensiones de hojas de sierra
Fuente: STARRETT.*

Se seleccionó una hoja de sierra del catálogo de STARRETT, siendo la serie RS300-6, la cual tiene las características adecuadas para ser ensamblada en el arco de sierra diseñado.

Calculo para determinar la velocidad de corte con el disco excéntrico de $r = 90$ mm, teniendo como un parámetro de 88 rpm o 49,76 m/min, velocidad recomendada por la empresa SCARRETT para realizar cortes con aceros al carbono.

CALCULO DE TIEMPO PARA EL CORTE

$$TC = \frac{A}{IC} \dots Ec. 30$$

Dónde:

- TC: Tiempo de Corte.
- A : Área de la sección a cortar.
- IC : Índice de corte.

3.10.5. Selección del sistema de protección y control del motor eléctrico

Para tener un excelente manejo del funcionamiento del motor y a la vez mantenerle protegido de algún daño que pueda causarle algún cortocuito o alguna sobrecarga se implementa el sistema de protección y control del motor eléctrico.

En la Tabla N° 22 se muestran un listado de los dispositivos eléctricos de control y protección que deberían emplearse cuando se ponga en funcionamiento el motor eléctrico y con este, la sierra electromecánica. Cabe mencionar que todos los elementos a detallar dependen de la corriente y potencia del motor eléctrico.

Tabla N°. 22. Elementos del sistema eléctrico para la máquina pelletizadora

Fuente: Propia.

ELEMENTO	MARCA	CANTIDAD	CORRIENTE (A)
Guardamotor Sirius 3RV1041-4KA15	Siemens	1	57-75
Interruptor termomagnético	Schneider	1	60
Contactador LC1D80M7	Schneider	1	80
Relé térmico RT3B	General Electric	1	55-80
Pulsador N.A	Chint	1	---
Pulsador N.C	Chint	2	---
Cable	INDECO	30 m	30 A

Guardamotor

Disyuntor magneto-térmico ajustable encargado de brindar distintas funciones en una misma unidad compactada para la protección de un motor eléctrico expuesto a sobrecargas, elevación de la corriente de cortocircuito y pérdida de fase. Una de las características principales del Guardamotor es la alta capacidad de interrupción, su curva de disparo y la intensidad nominal.



*Figura N°. 31. Guardamotor Sirius 3RV Siemens
Fuente: www.dmpcontrol.mx*

Contactador

El contactor es un dispositivo electromecánico que sirve como conexión y desconexión eléctrica mediante una fuerza que origina su bobina que funciona como un electroimán de sus contactos. Normalmente un contactor posee varias tensiones de accionamiento tanto para AC como para DC siendo las más comunes de 24, 48, 220 y 380 V.



*Figura N°. 32. Contactor Schneider
Fuente: www.imc-direct.com*

Relé térmico

Los relés térmicos son dispositivos de protección de motores contra sobrecargas débiles o prolongadas. Optimiza la durabilidad de los motores ya que impide que estas máquinas funcionen en condiciones de calentamiento anómalas, además de que generan que un motor vuelva arrancar con mayor rapidez después de un disparo.



*Figura N°. 33. Relé térmico RT3B General Electric
Fuente: www.ge.com*

Interruptor termomagnético

El interruptor o llave termomagnética es un dispositivo que tiene como función desconectar un circuito cuando este está sobrepasando valores límites para el cual está instalado. El interruptor termomagnético cuenta con un electroimán que crea una fuerza debido al paso de la corriente, capaz de abrir un circuito en caso de que la corriente sobrepase el límite establecido, conocido como cortocircuito.



*Figura N°. 34. Interruptor termomagnético Schneider
Fuente: www.schneider-electric.com.pe*

3.11. Análisis Económico

3.11.1. Tasa Interna de Retorno (PRI)

A continuación se realizará el análisis económico para la construcción de la sierra electromecánica determinando costos de los componentes que se determinó por recomendaciones de diseño.

El siguiente análisis se plantea como una determinación del periodo en meses para la recuperación de la inversión inicial para la construcción de la sierra electromecánica para diámetros de hasta 4 pulgadas. El ahorro mensual de realización de cortes de varillas de acero y otros materiales y la tasa de interés que estaría cobrando el banco por la capital que brindara para esta inversión. Este método de análisis se conoce como el Periodo de Recuperación de la inversión (PRI) y se calcula de la siguiente manera.

$$P = \sum_1^j CF_j(P/F, i\%, j)$$

$$P = \sum_1^j CF_j(1 + i)^{-j}$$

P: valor Monetario de la Inversion Inicial (soles)

CF_j: Flujo de caja Positivo al final del año (soles)

i: Tasa de Interes Mensual (adimensional)

j: Numero de Periodos hasta que se iguale al valor monetario actual (años)

Gracias al programa Excel determinamos la tasa interna de retorno, lo cual para ello se considera los precios de los materiales que se emplean en la construcción de la sierra electromecánica. Además, se considerará el costo de la mano de obra por cada día de trabajo. En la Tabla (N° 23) se detalla los precios de los componentes para la construcción de la sierra electromecánica.

Tabla N°. 23. Materiales para la fabricación de la sierra electromecánica.

Fuente: Propia

Elementos	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
SISTEMA DE POTENCIA			
Motor Marathon 1.5 HP 1800 RPM	1	S/560	S/660
Riel base del motor	1	S/70	S/70
Juego arandela, tuerca y pernos de anclaje M14	6	S/1.60	S/9.6
SISTEMA DE TRANSMISIÓN			
Caja Reductora 88 RPM	1	S/800	S/800
Eje principal	1	S/.220	S/.220
Chaveta Motor	1	S/13	S/13
Chaveta Disco excéntrico	1	S/13	S/13
SISTEMA DE CORTE			
Hoja de Sierra SCARRETT	1	S/50	S/50
SISTEMA DE REFRIGERACION			
Depósito para refrigerante 2Lts.	1	S/75	S/75
Refrigerante TUF CUT	1 gl.	S/120	S/120
Bomba para refrigerante 1.5 lts/min.	1	S/250	S/250
Manguera	2 mts	S/5	S/10
Boquilla			

Niple	2	S/3	S/6
Pernos tapa	6	S/1.60	S/9.6

ENSAMBLAJE Y FABRICACIÓN

Mano de obra 2 trabajadores	12 días.	S/200	S/2400
Pintura		S/80	S/80
TOTAL			S/4 786.20

Gracias al programa Excel determinamos la tasa interna de retorno, como se puede mostrar en la figura N° 35.

PERÍODO DE RETORNO DE INVERSIÓN DESCONTADO					
Inversión Inicial (S)		4786.2		Interés Mensual	1.5%
Ganancia Mensual (S)		850			
Nº Mes	Flujo de Caja (S)	CFj (S)	(P/F, 2%, n)	CFj(P/F, 2%, n) (S)	Sum (S)
0	-4786.20	-4786.20	1.00000	-4786.20	-4786.20
1	850.00	850.00	0.98522	837.44	-3948.76
2	850.00	850.00	0.97066	825.06	-3123.70
3	850.00	850.00	0.95632	812.87	-2310.83
4	850.00	850.00	0.94218	800.86	-1509.97
5	850.00	850.00	0.92826	789.02	-720.95
6	850.00	850.00	0.91454	777.36	56.41
7	850.00	850.00	0.90103	765.87	822.28
8	850.00	850.00	0.88771	754.55	1576.84
9	850.00	850.00	0.87459	743.40	2320.24
10	850.00	850.00	0.86167	732.42	3052.66
11	850.00	850.00	0.84893	721.59	3774.25
12	850.00	850.00	0.83639	710.93	4485.18
13	850.00	850.00	0.82403	700.42	5185.60
14	850.00	850.00	0.81185	690.07	5875.67
15	850.00	850.00	0.79985	679.87	6555.55
16	850.00	850.00	0.78803	669.83	7225.37
17	850.00	850.00	0.77639	659.93	7885.30
18	850.00	850.00	0.76491	650.17	8535.48
19	850.00	850.00	0.75361	640.57	9176.04
20	850.00	850.00	0.74247	631.10	9807.14
21	850.00	850.00	0.73150	621.77	10428.92

Figura N°. 35. Periodo de retorno de Inversión
Fuente: Propia

En el presente proyecto, luego de haber realizado el presupuesto de inversión. Obtenemos por realizar un análisis del periodo de retorno de inversión, por lo tanto como datos base tenemos que la inversión inicial es de S/. 4 786.20 y siguiendo con la evaluación del presente proyecto obtuvimos que los ingresos mensuales son de S/. 850. Finalmente, tomamos como consideración un interés mensual del 1.5%, teniendo como resultado final un PRI del 5.92 , siendo este recuperado en un transcurso de tiempo de 5 meses con 28 días.

3.12. Plan de mantenimiento para la sierra electromecánica

A continuación se detallara un plan de mantenimiento Preventivo para determinar el perfecto funcionamiento de todas las partes y componentes que conforman la sierra electromecánica, y así poder aumentar la vida útil para todo el sistema. Las operaciones a realizarse se detallan en la (Tabla No 24).

*Tabla N°. 24. Operaciones a realizarse para el mantenimiento.
Fuente: Propia*

OPERACIONES	SIMBOLOGÍA
Inspección Visual	A
Limpieza	B
Ajuste / Engrase	C
Revisión	D
Sustitución	E

Se optó por trabajar las siguientes piezas ver (Tabla 25). Las cuales se determinarán las operaciones a realizarse según horas de trabajo, puesta en marcha y término de trabajo.

*Tabla N°. 25. Partes críticas para realizar el mantenimiento.
Fuente: Propia*

ELEMENTOS DE MANTENIMIENTO	HORAS				
	25	50	100	200	500
MOTOR ELECTRICO PRINCIPAL	ACD	ACD	ACD	ACD	ACD
MOTOR ELECTRICO BOMBA	ACD	ACD	ACD	ACD	ACD
RODAMIENTOS	AB	AB	AB	AB	AB
CILINDRO HIDRAULICO	AB	ABC	ABC	ABC	ABC
FAJA	A	A	AB	AB	AB

3.2. Discusión de resultados

Las necesidades de la empresa fueron determinadas mediante 5 entrevistas a los trabajadores, los cuales tienen la disposición de adquirir una sierra electromecánica. Para obtener los cortes los trabajadores utilizan arco de sierra y moladora, empleando un tiempo prolongado y un obrero realizando solo ese trabajo específico. Debido a la ausencia de normatividad se optó por seguir las recomendaciones de diseño para guiar el diseño final de la máquina y los parámetros. Esta etapa del proyecto fue indispensable para adquirir datos iniciales para las siguientes etapas de diseño: conceptual, de configuración y paramétrico.

Se generaron 6 conceptos alternativos para el diseño conceptual de esta investigación y son los siguientes: “Sierra Mecánica de hoja horizontal”, “Sierra Mecánica de cinta vertical”, “Sierra Mecánica de disco”, “Sierra Mecánica impulsada con pedal”, “Sierra de cinta rotativa” y “Sierra electromecánica de 4 hojas de sierra”. Los conceptos fueron considerados que eran los correctos para la evaluación estática y por fatiga, por lo tanto, fueron evaluados generándose ventajas y desventajas con respecto a las condiciones de que presentaba la empresa.

Una matriz ponderada fue necesaria para la selección del mejor concepto, los criterios que se tuvieron en cuenta fueron: energía, material, costo, mantenimiento, seguridad y tamaño. La sierra mecánica de hoja horizontal resultó ser la adecuada

para nuestra investigación debido a que aprovecha el peso del arco para realizar el corte, se puede transportar fácilmente para realizar los cortes en diferentes lugares de la empresa, el mantenimiento es fácil de realizar y el cambio de la herramienta de corte es muy sencillo.

Con la intención de hallar una opción óptima para resistir los esfuerzos y cargas a las que la máquina y cada uno de sus elementos se encuentra sometida, se realizó un diseño de configuración de la máquina debido a la diversas posiciones de los elementos, el tipo de transmisión y el chasis. Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: eficiencia de la máquina, tamaño, cantidad de material a utilizar y que sea fácil de ensamblar.

Tomando en consideración la información obtenida en las encuestas, el diseño de configuración, el juicio ingenieril y las investigaciones previas se determinaron los diámetros generales de la sierra electromecánica: 1m de largo; 1m de altura y 0.5m de ancho. Estas medidas se basaron a los datos dados por los trabajadores de la empresa metal mecánica “Amigo”. El diámetro del eje de transmisión es de 38.1 mm dado que las recomendaciones ingenieriles nos indica que debemos optar por una medida comercial. Las planchas de acero del cual será el soporte de la máquina tendrá como espesor 3 mm. El diámetro del disco excéntrico es de 180 mm este dato fue extraído de los ensayos realizados en el libro. (Diseño en Ingeniería Mecánica 2008).

Se seleccionó el material del eje de transmisión teniendo en cuenta las propiedades y que sean altamente resistentes a la deformación, el material estructural que cumple con estos requisitos es el acero por lo que fueron evaluados 3 tipos (AISI 1010, AISI 1020 y AISI 1045) mediante una matriz ponderada, teniendo en cuenta los criterios de propiedades mecánicas (Alta resistencia), aplicación, disponibilidad en el mercado y bajo costo. Los resultados de esta matriz fue que el AISI 1045 es el que cuenta con las mejores propiedades mecánicas lo que significa que es más resistente, pero es más caro y con ellos menos disponible, en comparación con el AISI 1010 sus propiedades mecánicas son mínimas y el costo más económico. El acero AISI 1020 el material que fue seleccionado tiene sus propiedades mecánicas resistentes y su costo es menor en comparación con el 1045.

Para el diseño paramétrico no se encontraron trabajos previos que detallen el mismo, con el software de interface gráfica de usuario (GUI), por lo tanto, esta investigación cuenta con la ventaja de una secuencia de cálculos de escritorio que pueden ser validados por el programa Matlab. Asimismo, ocurre con el análisis paramétrico mediante simulaciones con el software ANSYS para el eje, arrojando datos para la deformación máxima, esfuerzo de Von Mises y el factor de seguridad. Estos datos arrojados son del eje de material acero AISI 1020 con un diámetro de 3/4" pulgada.

Capítulo IV

CONCLUSIONES

IV. CONCLUSIONES

4.1. Conclusiones

Se logró determinar la necesidad de la empresa metal mecánica “Amigo” que requería una Sierra electromecánica después de realizar las encuestas a los trabajadores, de los cuales se obtuvo valiosa información. Los trabajadores encuestados dieron a conocer la variedad de accidentes que sufrieron ya que la actividad de cortar varillas de acero es muy riesgosa y el tiempo utilizado para realizar el corte era muy prolongado, imposibilitando así que pudieran realizar otras actividades.

Mediante la matriz de selección ponderada de Eggert, se realizó la selección del diseño conceptual. Se pudo evaluar las ventajas y desventajas entre los 6 conceptos presentados, a través de la técnica de esta matriz se decidió que el concepto de la Sierra mecánica de hoja horizontal es la más adecuada para este trabajo de investigación. Del mismo modo se llevó a cabo una configuración paramétrica y se seleccionó la mejor opción, y al ser evaluada con los cálculos nos arrojaron un alto nivel de fiabilidad y un factor de seguridad de 1.5 en relación el tipo de material AISI 1020.

Los resultados conseguidos del cálculo de escritorio guardan relación con los resultados obtenidos mediante el software de la Interface Gráfica de Usuario (GUI) y la solución de la simulación fue la esperada, debido a que tiene una precisión y se acerca a la realidad. El material AISI 1020 seleccionado obtuvo los resultados esperados, esto fue demostrado mediante la simulación por fatiga. Las simulaciones presentan un margen de error de un 10% comparado con los datos teóricos, dicha diferencia está dada porque la GUI.

El presente trabajo de investigación destaca entre los trabajos previos revisados en que existe una secuencia de cálculo para determinar el material los equipos y elementos a utilizar en la máquina, con este cálculo conducimos a una nueva investigación utilizando como guía este trabajo generando una posible mejora.

Recomendaciones

Realizar el análisis por Elementos Finitos adicionando concentradores de tensiones como el canal chavetero o asientos del eje concéntrico.

Realizar análisis por el método de elementos finitos para determinar las concentraciones que se producen debido al desgaste en la sierra.

REFERENCIAS

REFERENCIAS.

Robert L. Mott, P.E. Diseño de elementos de máquinas, 4ta edición.

Shigley. Diseño en ingeniería mecánica, octava edición.

Starrett . Selección del tipo de hoja de sierra para diferentes diámetros de acero.

<http://www.starrett.com/saws/saws-hand-tool-products/band-saw-blades/bi-metal>

Aceros Arequipa. Composiciones químicas de la hoja de sierra.

<http://www.acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/docs/HOJA-TECNICA-SIERRA-BIMETALICA.pdf>

Tecnología Informática. Mecanismos de transformación de Movimientos.

<http://awakenthecenturies.blogspot.pe/2012/03/maqueta-sobre-manivela-biela-y-embolo.html>

Normativas ISO 2336-2:2996. International Organization for standardization.

Máquina de sierra de 4 vías con accesorios *Revista Internacional de Investigación Científica y Desarrollo* 2017.

Partes de la Sierra electromecánica. <http://unionycorte.blogspot.es/>

Rodajes – SEIKO. Vida útil, capacidad de carga y precisión de los rodajes.

<http://www.nose-seiko.co.jp/esp/image/pdf/s01.pdf>[en línea]

Diseño de transmisión por engranajes rectos.

<http://www.monografias.com/trabajos82/disenotransmisionengranajesrectos/disenotransmisionengranajesrectos.shtm>

Electrodos para soldadura. Clasificación y características de electrodos según material de trabajo. <https://www.reparatucultivador.com/electrodos-para-soldadura/>

Umale, S. (2016). Design, Development and Manufacturing of Pedal Operated Metal Cutting Machine. , (1), 1-4,

Santikarn , D. (1982). An Analysis of Gravity-Fed Hacksawing for Force and Cutting Rate Prediction. , (1), 1-6,

Vasavi College of Engineering, . (2016). Design and analysis of Power hack Saw attachment to a Center Lathe. , (4), 1-14,

Tambari, S. (2015). . Technical Study on the Design and Construction of a Pedal Powered Hacksaw Cutting Machine, (12), 1-5,

Rong, W. (2013). Specific energy distributions for sinusoidal multi-cutters process. *Journal of Materials Processing Technology*, (1), 1-19.

Mecanismo de la sierra mecanica www.mecanizadobasico.blogspot.pe

Motor 1.5 HP delcrosa <http://www.edipesa.com.pe/tienda/motores/motor-electrico-1hp-1800rpm-delcrosa-detalle>

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO N° 01
modelo de entrevista sin llenar.



MODELO DE ENTREVISTA

ENCUESTA DE ESTUDIO DE MERCADO DE NECESIDAD DE UNA SIERRA ELECTROMECHANICA

Empresa : Metal Mecánica "Amigo"

Nombre y Apellidos : _____

Cargo : _____

Encuestador : _____

INSTRUCCIONES:

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas, luego proceda a responder en la respectiva hoja su respuesta.
- Al marcar usted puede utilizar una (X) o una (√) o en otro caso responder a la interrogante.

CUESTIONARIO

Pregunta 1: ¿Qué material cortan frecuentemente?

Aluminio Bronce Acero Otro:.....

Pregunta 2: ¿Que dimensiones son las que más se usa?

½" 1" 2" 4" Otro:.....

Pregunta 3: ¿Qué herramientas o maquinas suele usar para realizar los cortes de tuberías?

Sierra de arco

Amoladora

Otro:.....

Pregunta 4: ¿Cuánto **tiempo o dinero** piensa usted le cuesta realizar el corte manual de varillas con personal propio? Explique

.....
.....

Pregunta 5: ¿Sufrió alguna vez usted o algún trabajador de su entorno, algún **accidente** con una herramienta o máquina de corte?

Sí

No

Comentario.....

.....

Pregunta 6: ¿Cree usted que es importante aliviar el esfuerzo humano mediante el uso de máquinas especializadas?

Sí

No

Comentario:

Pregunta 7: ¿Considera usted que es importante reducir el costo y tiempo de corte de varillas?

Sí

No

No opina

Pregunta 8: ¿Le gustaría que los cortes se elaboren de manera más rápida y eficiente?

Sí

No

No opina

Pregunta 9: ¿En caso de existir una máquina de corte semi-automática, estaría dispuesto a adquirirla?

Sí No Comentario:

Pregunta 10: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una máquina que realice los cortes de manera rápida y eficiente?

Entre S/.800 - S/.1500	<input type="checkbox"/>	Entre S/.1500 - S/.2500	<input type="checkbox"/>
Entre S/.2500 - S/.4000	<input type="checkbox"/>	Entre S/.4000 - S/.6000	<input type="checkbox"/>

Pregunta 11: En su opinión ¿Qué características debería poseer una máquina de corte semi-automática?

Dimensiones (Largo, Ancho, altura):

Color:

Material de partes:

Potencia:

Mecanismos (Ejemplo: biela manivela o fajas):

Otros:

ANEXO N° 02

Hojas de sierra para metales parte 1: Dimensiones para hojas de mano

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
2336-1

First edition
1996-04-01

Hacksaw blades —

Part 1:
Dimensions for hand blades

Lames de scies droites à métaux —
Partie 1: Dimensions des lames à main



Reference number
ISO 2336-1:1996(E)

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
2336-2

Second edition
2006-08-01

Hacksaw blades —

Part 2:
Dimensions for machine blades

Lames de scies droites à métaux —

Partie 2: Dimensions des lames à machine




Reference number
ISO 2336-2:2006(E)

© ISO 2006

ANEXO N° 03

Propiedades del material AISI 1020: [www. Matweb.com](http://www.Matweb.com)

AISI 1020 Steel, as rolled

Physical Properties	Metric	English
Density	7.87 g/cc	0.284 lb/in ³
Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Brinell	143	143
Hardness, Knoop	163	163
Hardness, Rockwell B	78	78
Hardness, Vickers	149	149
Tensile Strength, Ultimate	450 MPa	65300 psi
Tensile Strength, Yield	330 MPa	47900 psi
Elongation at Break	36 %	36 %
Reduction of Area	59 %	59 %
Modulus of Elasticity	186 GPa	27000 ksi
Bulk Modulus	148 GPa	21500 ksi
Poissons Ratio	0.29	0.29
Shear Modulus	72.0 GPa	10400 ksi
Charpy Impact 	16.9 J	12.5 ft-lb
	@Temperature -30.0 °C	@Temperature -22.0 °F
	18.0 J	13.3 ft-lb
	@Temperature -18.0 °C	@Temperature -0.400 °F
	20.0 J	14.8 ft-lb
	@Temperature -3.00 °C	@Temperature 26.6 °F
	24.0 J	17.7 ft-lb
@Temperature 10.0 °C	@Temperature 50.0 °F	
41.0 J	30.2 ft-lb	
@Temperature 38.0 °C	@Temperature 100 °F	
54.0 J	39.8 ft-lb	
@Temperature 65.0 °C	@Temperature 149 °F	
61.0 J	45.0 ft-lb	

Propiedades del material AISI 1010 y 1045

AISI 1010 Steel, cold drawn

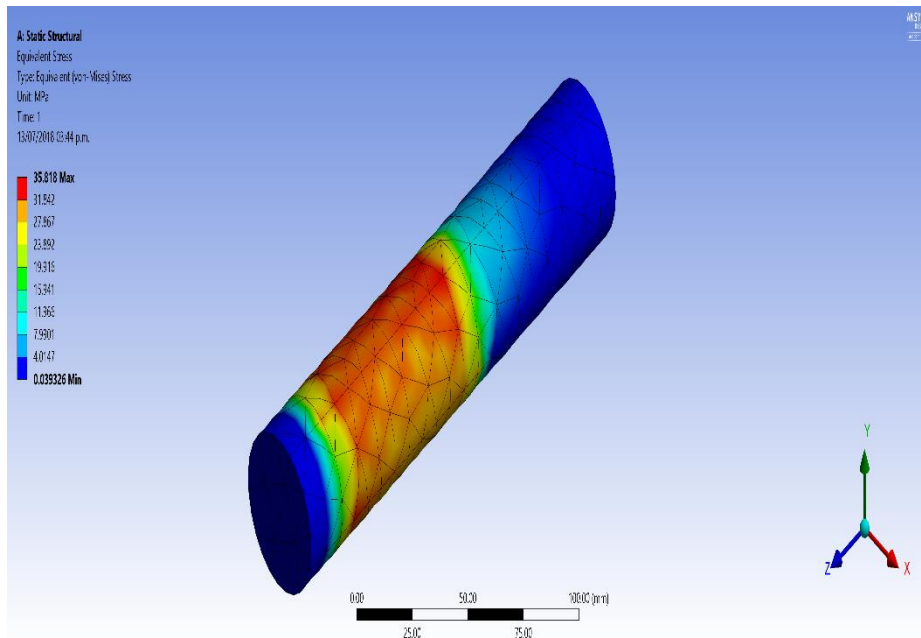
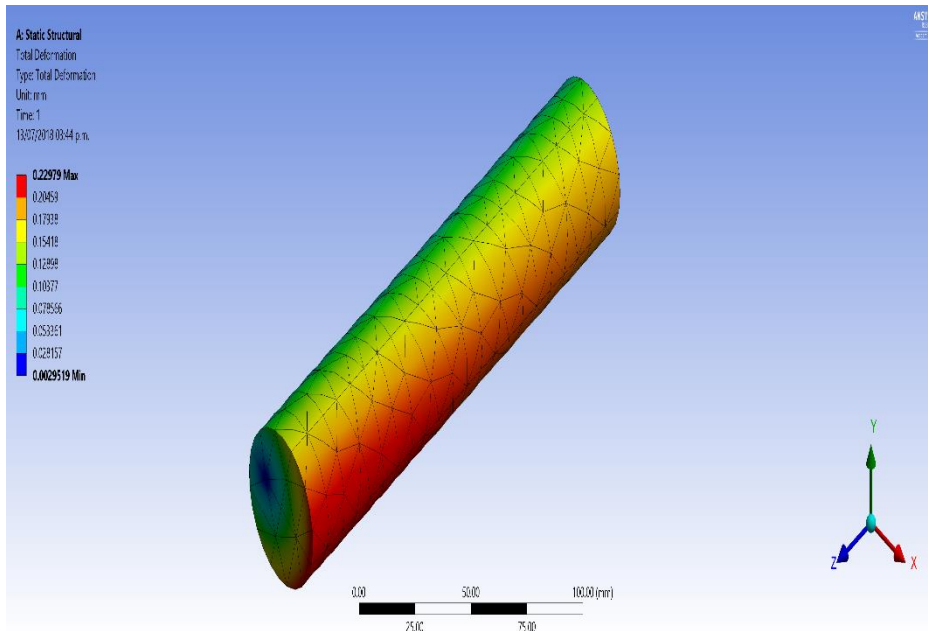
Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.87 g/cc	0.284 lb/in ³	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell	105	105	
Hardness, Knoop	123	123	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell B	60	60	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Vickers	108	108	Converted from Brinell hardness.
Tensile Strength, Ultimate	365 MPa	52900 psi	
Tensile Strength, Yield	305 MPa	44200 psi	
Elongation at Break	20 %	20 %	In 50 mm
Reduction of Area	40 %	40 %	
Modulus of Elasticity	205 GPa	29700 ksi	Typical for steel
Bulk Modulus	160 GPa	23200 ksi	Typical for steel
Poissons Ratio	0.29	0.29	Typical For Steel
Machinability	55 %	55 %	Based on AISI 1212 steel. as 100% machinability. Group I bar, rod, and wire products machinability can be improved by cold drawing.
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi	Typical for steel
Electrical Properties	Metric	English	Comments
Electrical Resistivity	0.0000143 ohm-cm	0.0000143 ohm-cm	condition unknown

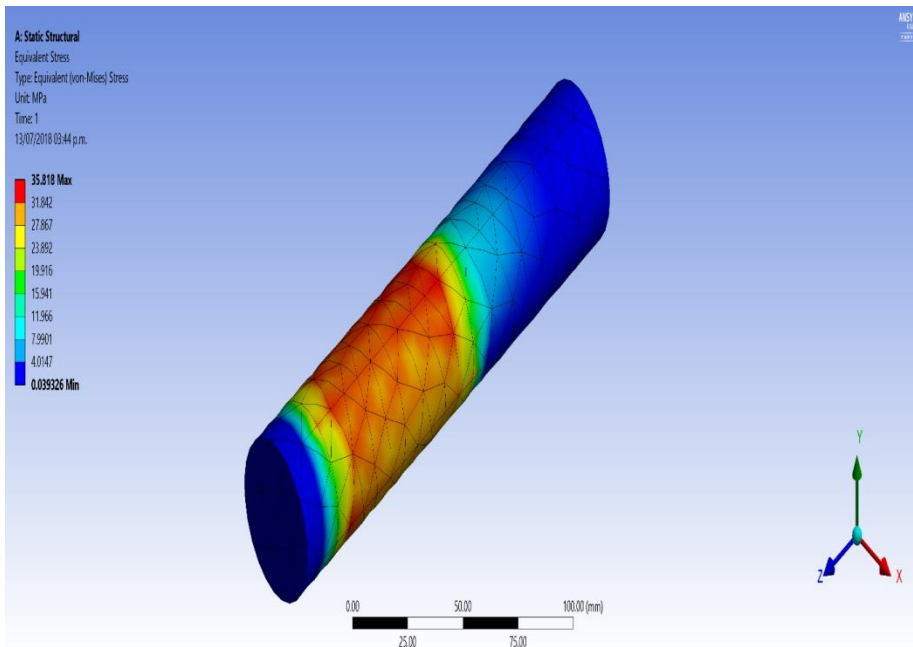
AISI 1045 Steel, cold drawn, 19-32 mm (0.75-1.25 in) round

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.85 g/cc	0.284 lb/in ³	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell	179	179	
Hardness, Knoop	200	200	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell B	88	88	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Vickers	188	188	Converted from Brinell hardness.
Tensile Strength, Ultimate	625 MPa	90600 psi	
Tensile Strength, Yield	530 MPa	76900 psi	
Elongation at Break	12 %	12 %	In 50 mm
Reduction of Area	35 %	35 %	
Modulus of Elasticity	206 GPa	29900 ksi	
Bulk Modulus	163 GPa	23600 ksi	Estimated from elastic modulus
Poissons Ratio	0.29	0.29	Typical for steel
Machinability	55 %	55 %	Based on AISI 1212 steel. as 100% machinability
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi	Estimated from elastic modulus

Anexo N° 04

Simulación al detalle mediante ANSYS del material escogido para el diseño (AISI 1020)





Anexo N° 05

Catálogo de hojas de Sierra: Starrett



SIERRA MÁQUINA

ACERO RÁPIDO RS ACERO RÁPIDO Y RIGIDO

LÍNEA MÉTRICA		
Dimensiones en milímetros (A x B x C x D)	Dientes por pul. (25,4mm)	N° Catálogo
300 x 32 x 2,00 x 8,50	6	RS300-6
	10	RS300-10
350 x 32 x 2,00 x 8,50	6	RS350-6
	10	RS350-10
400 x 32 x 2,00 x 8,50	4	RS400-4
	6	RS400-6
	10	RS400-10
450 x 38 x 2,00 x 8,50	4	RS450-4
	6	RS450-6
	10	RS450-10
500 x 45 x 2,00 x 10,50	4	RS500-4
	6	RS500-6
	10	RS500-10
550 x 45 x 2,00 x 10,50	4	RS550-4
	6	RS550-6
	10	RS550-10
575 x 50 x 2,50 x 10,50	4	RS575-4
	6	RS575-6
600 x 50 x 2,50 x 10,50	4	RS600-4
	6	RS600-6
650 x 54 x 2,50 x 10,50	4	RS650-4
	6	RS650-6
	10	RS700-10
700 x 54 x 2,50 x 10,50	4	RS700-4
	6	RS700-6
	10	RS700-10
850 x 60 x 3,00 x 12,50	4	RS850-4
	6	RS850-6
	10	RS850-10
1000 x 125 x 3,50 x 12,50	2.1/2	RS1000-2.1/2

Láminas de 300mm (12") a 500mm (20") suministradas en tubo plástico con 5 piezas.
Láminas con 525mm (21") o mayores, suministradas en sobre con 1 pieza.

LÍNEA PULGADA			
Dimensiones		Dientes por pul. (25,4mm)	N° Catálogo
pul. (A x B x C x D)	mm (A x B x C x D)		
12 x 1 x .050 x .334	300 x 25 x 1,25 x 8,50	10	RS1210-5
		14	RS1214-5
14 x 1 x .050 x .334	350 x 25 x 1,25 x 8,50	10	RS1410-5
		14	RS1414-5
		6	RS1406-6
14 x 1.1/4 x .062 x .334	350 x 32 x 1,60 x 8,50	10	RS1410-6
		14	RS1414-6
16 x 1.1/4 x .062 x .334	400 x 32 x 1,60 x 8,50	6	RS1606-6
		10	RS1610-6
16 x 1.1/2 x .075 x .334	400 x 38 x 2,00 x 8,50	4	RS1604-7
		6	RS1606-7
		6	RS1706-6
17 x 1.1/4 x .062 x .334	425 x 32 x 1,60 x 8,50	10	RS1710-6
		6	RS1806-6
18 x 1.1/4 x .062 x .413	450 x 32 x 1,60 x 10,50	10	RS1810-6
		4	RS1804-7
		6	RS1806-7
		10	RS1810-7
18 x 1.3/4 x .088 x .413	450 x 45 x 2,25 x 10,50	4	RS1804-8
		6	RS1806-8
20 x 1.1/2 x .075 x .413	500 x 38 x 2,00 x 10,50	6	RS2006-7
		10	RS2010-7
20 x 1.3/4 x .088 x .413	500 x 45 x 2,25 x 10,50	4	RS2004-8
21 x 1.1/2 x .075 x .413	525 x 38 x 2,00 x 10,50	10	RS2110-7
		4	RS2104-8
21 x 1.3/4 x .088 x .413	525 x 45 x 2,25 x 10,50	6	RS2106-8
		4	RS2404-8
24 x 1.3/4 x .088 x .492	600 x 45 x 2,25 x 12,50	6	RS2406-8
		4	RS2404-0
24 x 2 x .100 x .492	600 x 50 x 2,50 x 12,50	6	RS2406-0
26 x 2 x .100 x .492	650 x 50 x 2,50 x 12,50	4	RS2604-0
30 x 2.1/2 x .100 x .492	650 x 63 x 2,50 x 12,50	4	RS3004-0
36 x 3 x .118 x .492	900 x 76 x 3,00 x 12,50	2.1/2	RS3602.1/2-3

ANEXO N° 06

Áreas para determinar el tiempo de corte de diversas formas de materiales.

REDONDO
 área = $D^2 \times 0,7854$



REDONDO
 área = $D^2 \times 0,7854$



HEXÁGONO
 área = $L^2 \times 2,598$
 $E^2 \times 0,866$



HEXÁGONO
 área = $L^2 \times 2,598$
 $E^2 \times 0,866$



QUADRADO
 área = L^2



CUADRADO
 área = L^2



TUBO REDONDO
 área = $(De^2 - Di^2) \times 0,7854$



TUBO REDONDO
 área = $(De^2 - Di^2) \times 0,7854$



RETANGULAR
 área = $E \times L$



RECTANGULAR
 área = $E \times L$



TUBO QUADRADO
 área = $Le^2 - Li^2$



TUBO CUADRADO
 área = $Le^2 - Li^2$



TUBO RETANGULAR
 área = $Le^2 - Li^2$

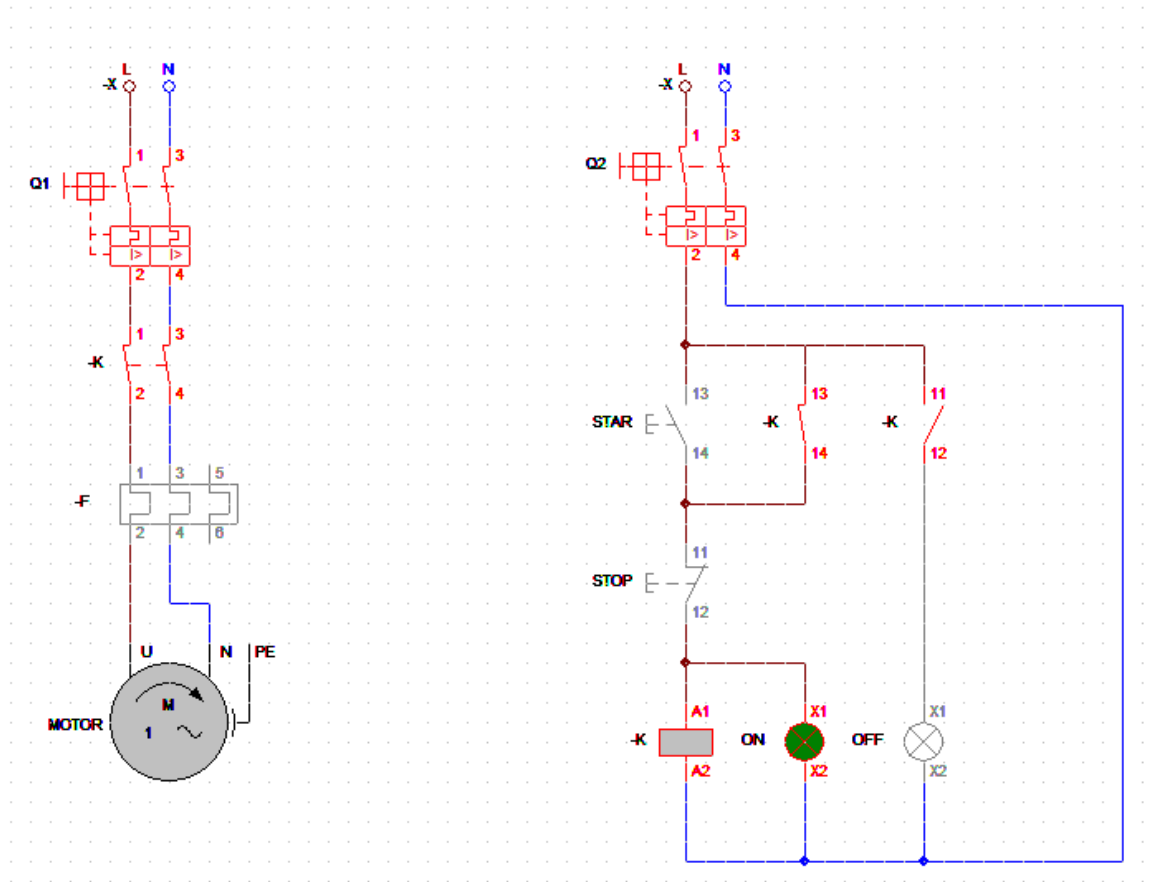


TUBO RECTANGULAR
 área = $Le^2 - Li^2$



Anexo N° 07

Diagrama unifilar de cargas del sistema eléctrico de protección y mando del motor eléctrico de la máquina sierra electromecánica



Anexo No 08

Estado del arte asociado a máquinas de corte.

Los últimos estudios referentes al área se resumen a continuación.

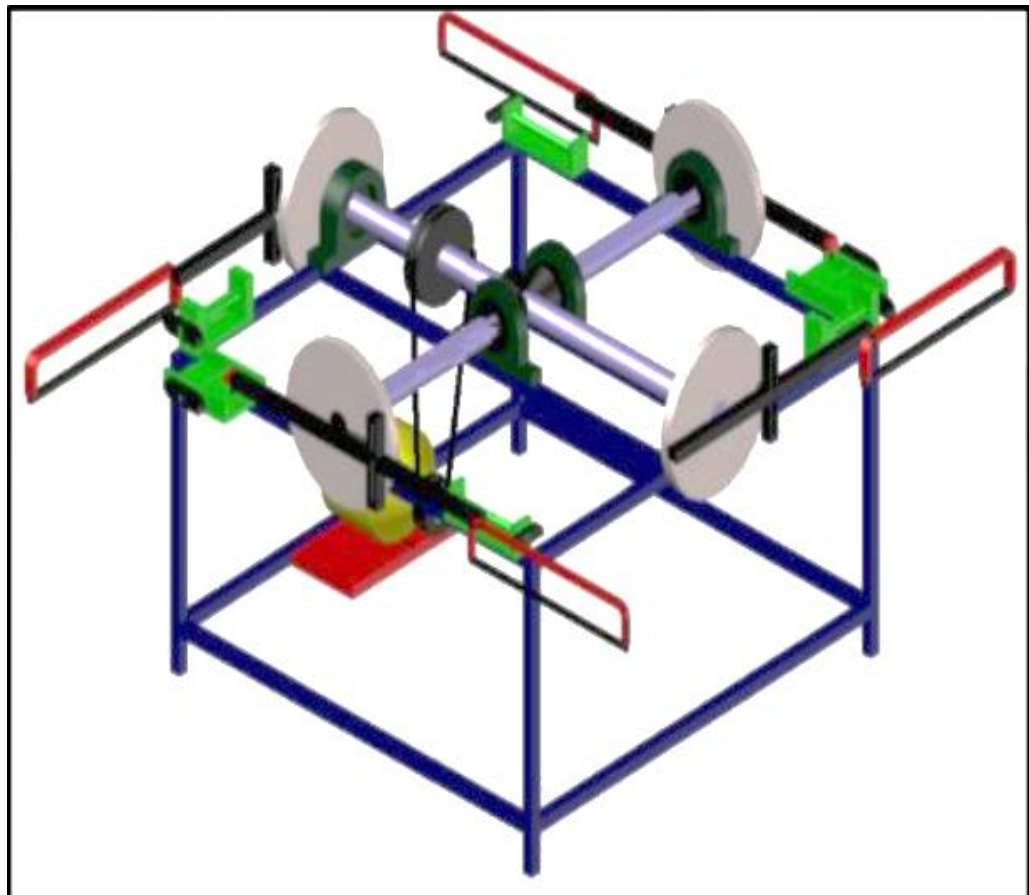
Sierra de Cinta para Metal BMT-812.

La empresa Tecnomquinaria, es una de las empresas posicionadas en los Estados Unidos, con mayor productividad y venta de máquinas y herramientas para diferentes áreas de la industria como metalmecánica, carpintería, etc. En su último lanzamiento de la empresa nos presenta a su reciente modelo de una sierra de cinta para metal BMT-812 de la marca ARIES que se muestra en la figura N° 8, la cual puede realizar cortes de bloques metálicos, bloques de acero materia prima, polímeros, metales con aleación, vigas, acero inoxidable y bloques de cobre. Esta máquina cuenta con unos accesorios tales como un sistema de refrigeración, un pistón y una prensa de cierre rápido la cual la hace una maquina muy sofisticada para el personal que la opere (American Machine Tools Co. 2017).



Máquina de sierra de 4 vías con accesorios

Debido a las muchas aplicaciones en la industria donde la barra es cuadrada o redonda requiere de una maquina diferente para realizar el corte y conformado de distintos materiales con una mayor precisión y cada vez materiales en mejora y la eficiencia para minimizar el tiempo de inactividad de la máquina. El tiempo de corte con la herramienta de hoja de cierra común es relativamente más alto, por lo tanto, la productividad es menor, así que Swapn Sonara, et. al., diseñaron y desarrollaron un sistema de 4 sierras como se puede apreciar en la figura N° 9, donde operaran 4 sierras de corte simultáneamente con un menor consumo de tiempo (Revista Internacional de Investigación Científica y Desarrollo 2017).



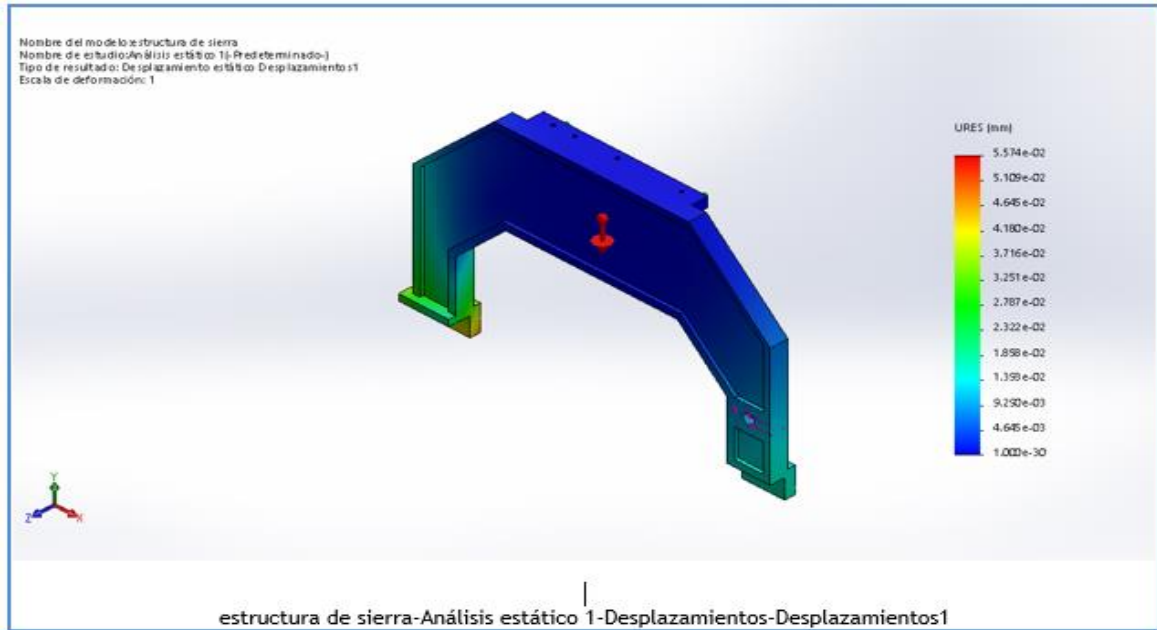
Sierra de cinta shark 331 nc 5.0 spider

La empresa MEP lanzo en el 2016 una sierra automática electrohidráulica CNC (Figura N° 10) que puede también funcionar en el ciclo semiautomático para los cortes desde 0° hasta 60°, para cortar metales de forma horizontal con una capacidad de corte mínimo de 0 mm y corte máximo de 280 mm. Cuenta con una pantalla táctil para visualizar el registro de alarmas y la historia de acontecimientos ocurridos, tiene un control continuo de rotación de la lámina para que la maquina pare automáticamente en caso de que la lámina se atasque (www.directindustry.es).



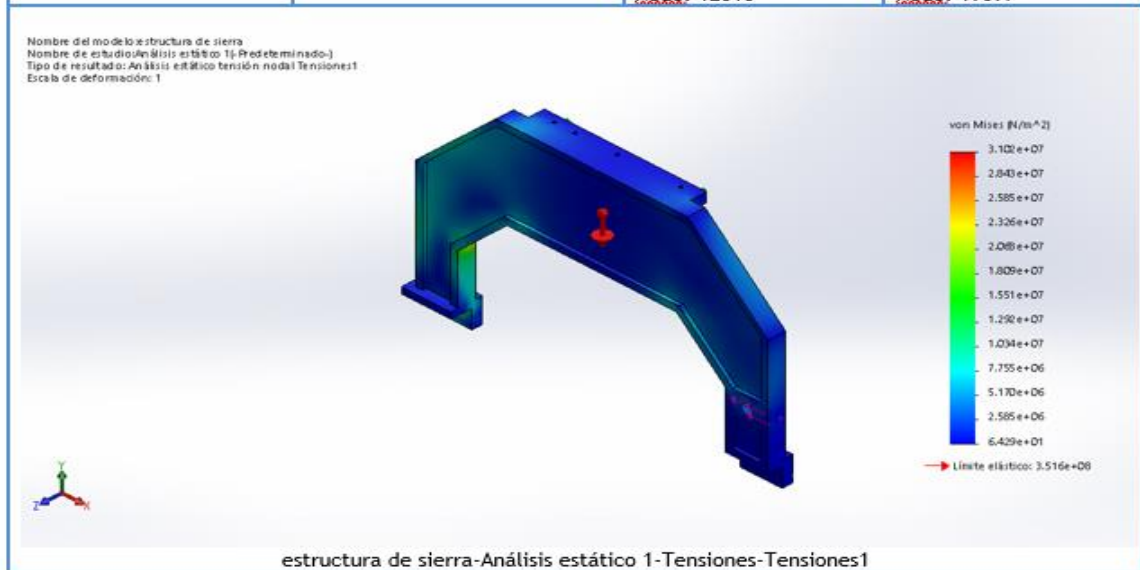
Anexo No 09

SIMULACIONES DE LA MAQUINA



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	5.819e-10 Elemento: 3518	1.068e-04 Elemento: 5522

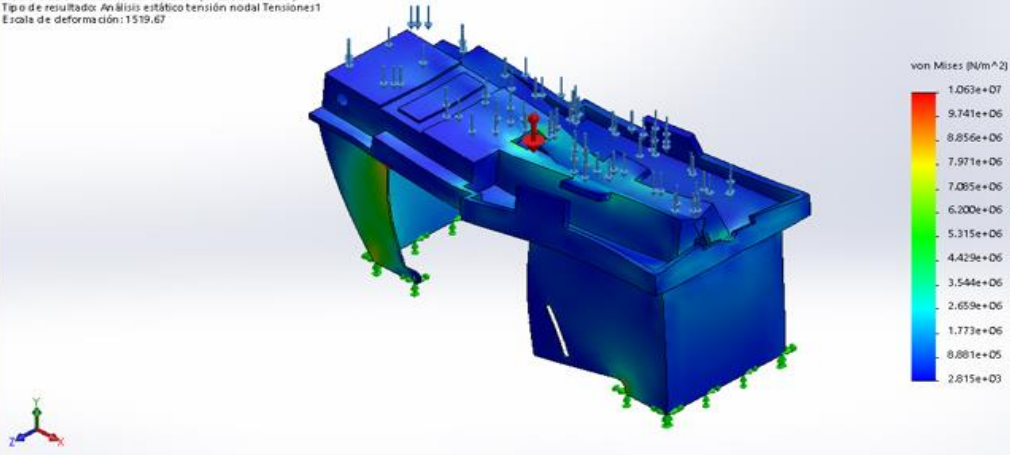
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	6.429e+01 N/m ² Nodo: 12316	3.102e+07 N/m ² Nodo: 19697



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 18	5.574e-02 mm Nodo: 1069

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.815e+03 N/m ² Nodo: 17357	1.063e+07 N/m ² Nodo: 14346

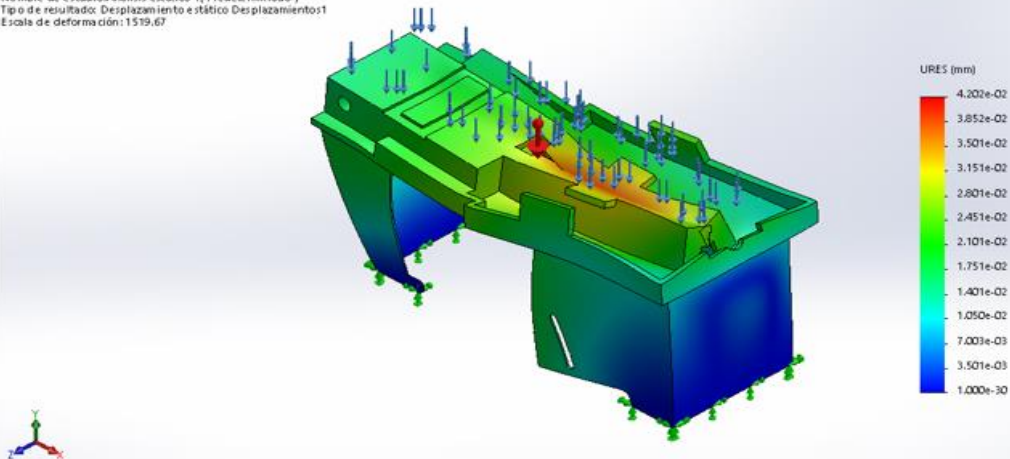
Nombre del modelo: Ensamblaje2
Nombre de estudio: Análisis estático 1-[Predeterminado]
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1519.67



Ensamblaje2-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 11673	4.202e-02 mm Nodo: 796

Nombre del modelo: Ensamblaje2
Nombre de estudio: Análisis estático 1-[Predeterminado]
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1519.67

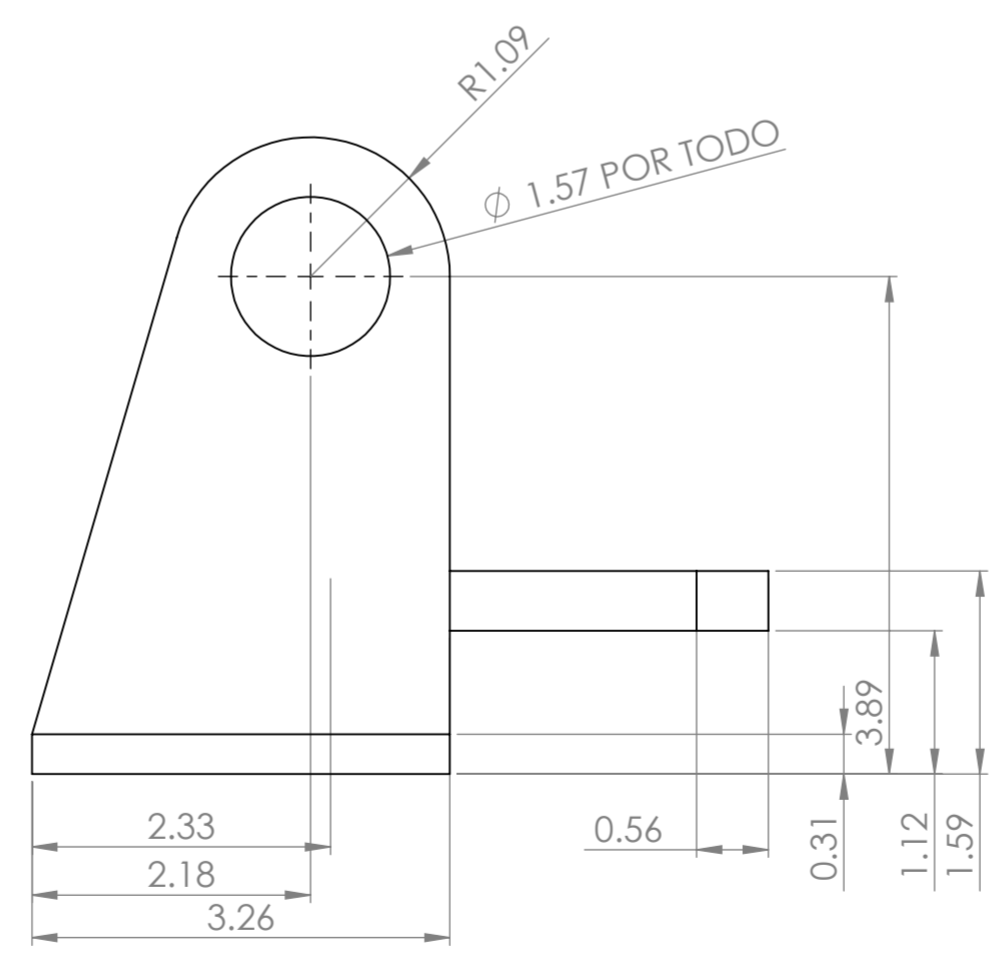
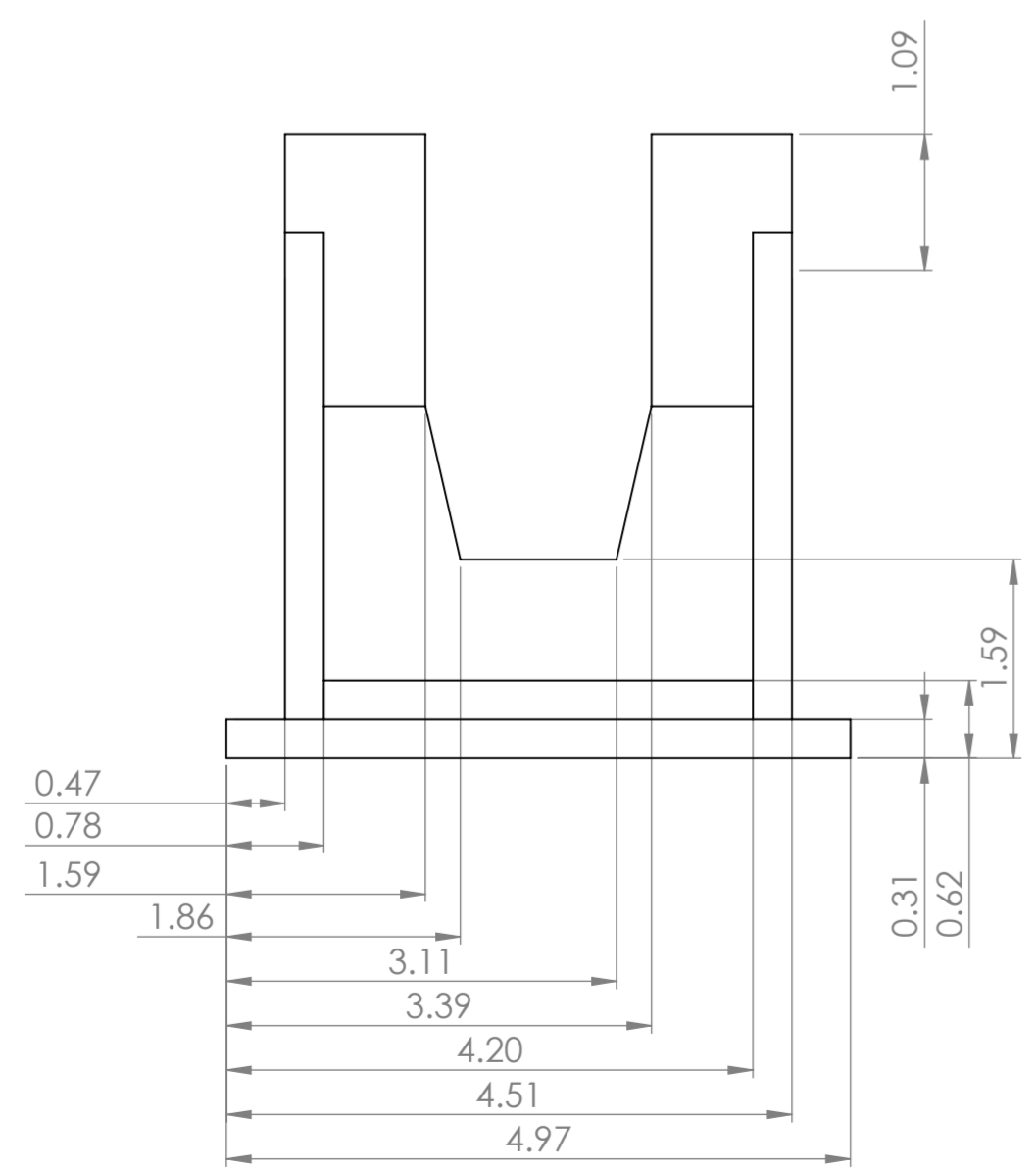
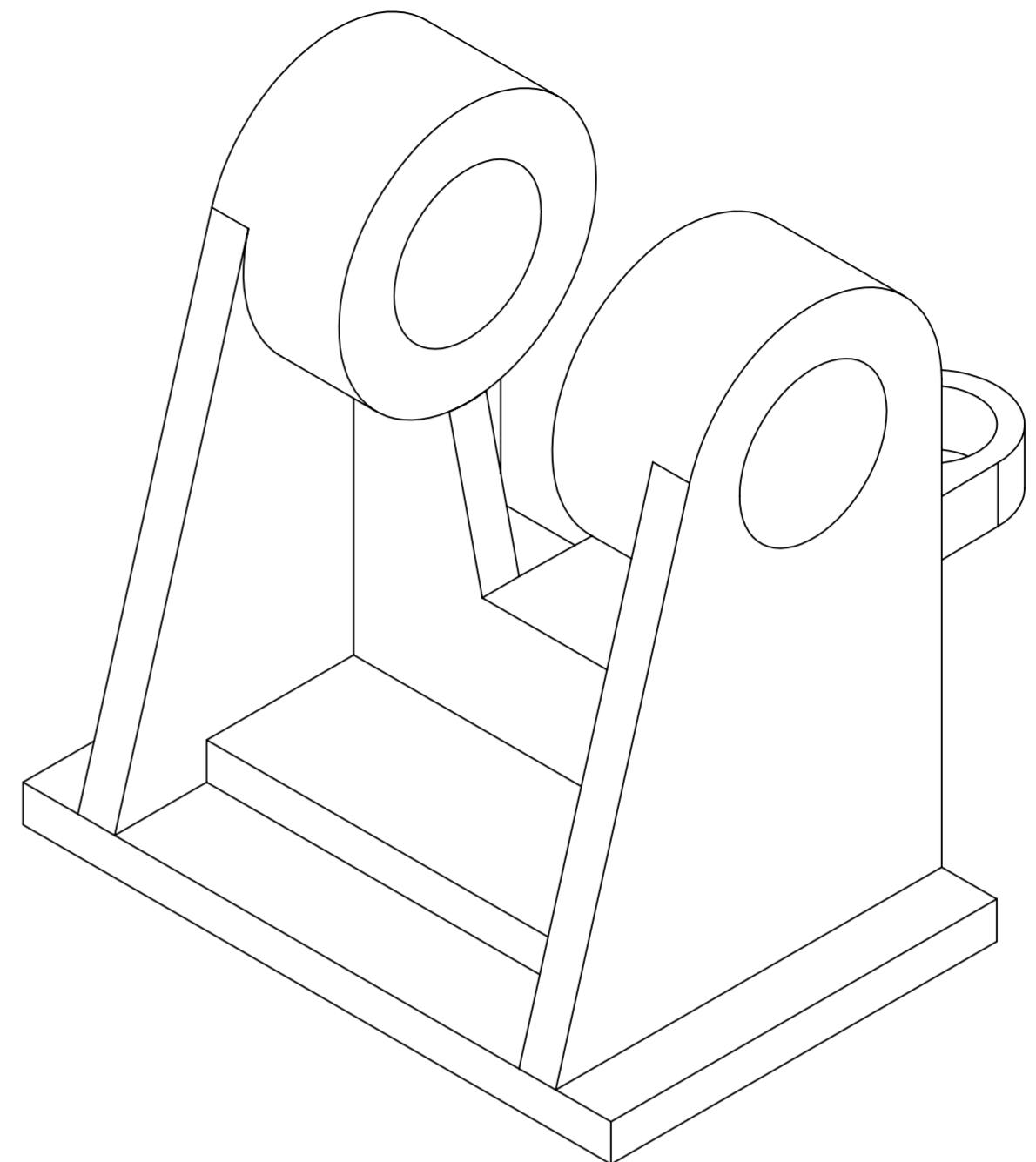
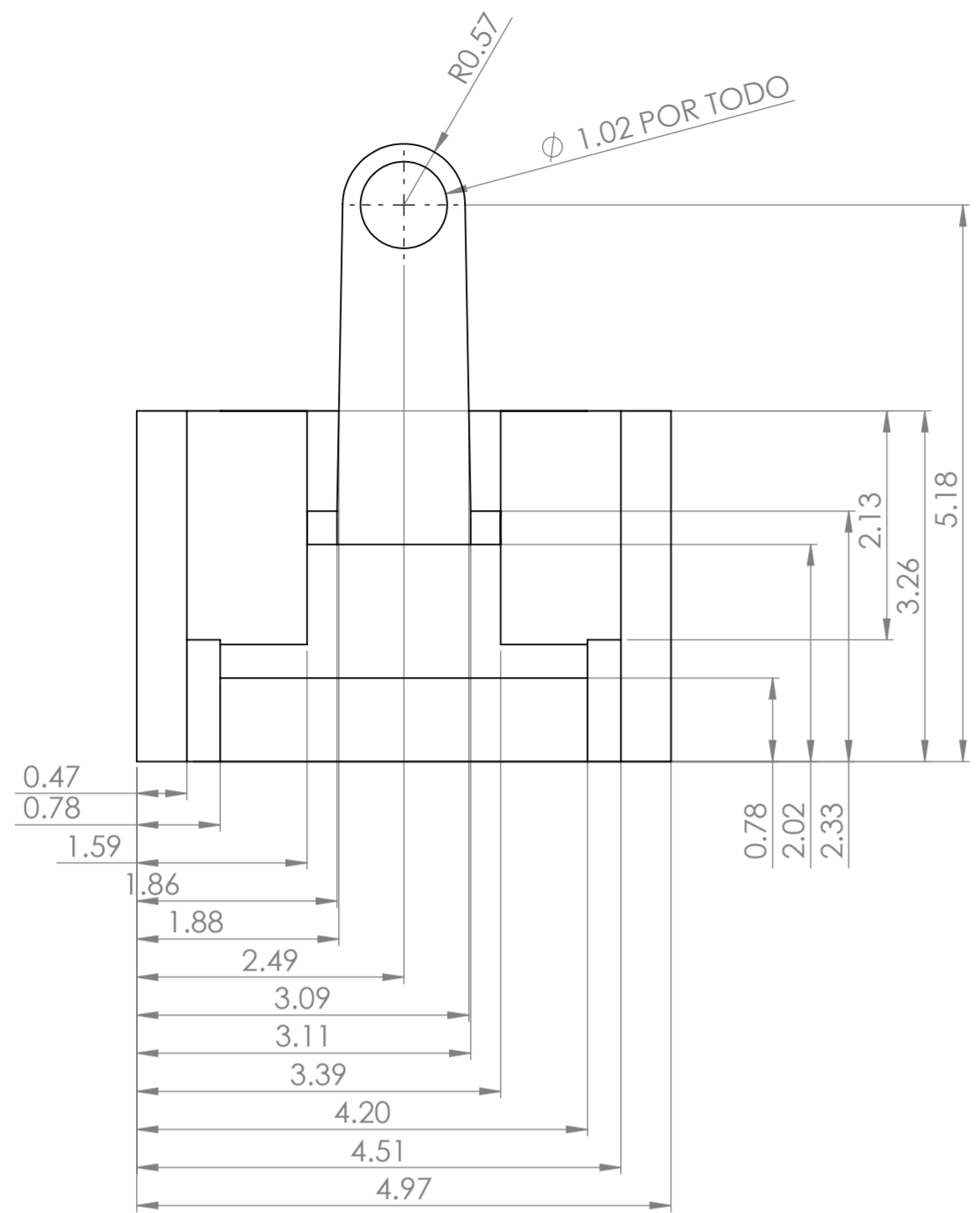


Ensamblaje2-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

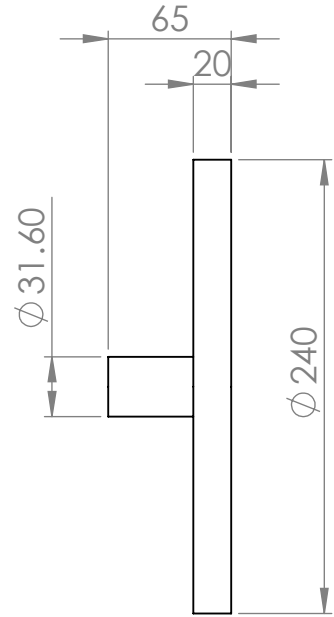
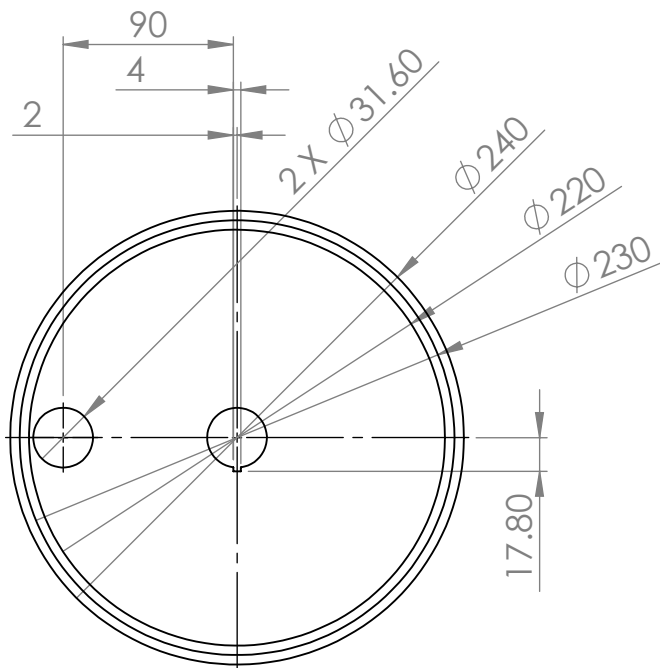
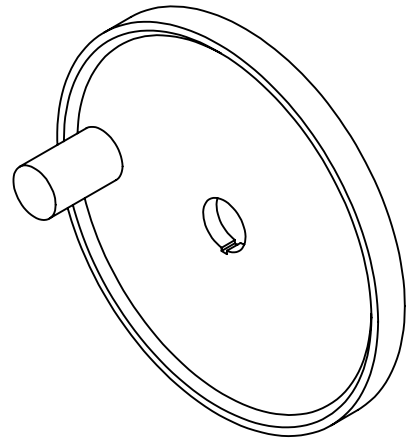
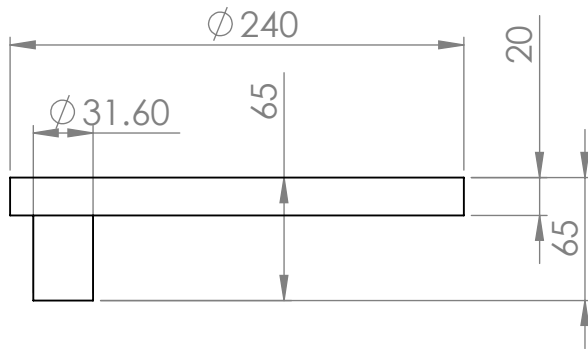
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.405e-08 Elemento: 7498	1.175e-04 Elemento: 7280

Anexo No 10

Planos de los elementos de la máquina Sierra Electromecánica



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN		TÍTULO:	
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.	
AUTORES: Bach. Vasquez Mejía, José Edinsón Bach. Yovera Risco, William Alberto		MATERIAL: ASTM A36	PIEZA: ARTICULACIÓN
VERIFICADO Ing. Vives Garnique, Juan Carlos		FECHA: 25/08/19	FORMATO: A2
		DISTRITO: PIMENTEL	ESCALA: 1:1
		HOJA 10 DE 30	



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TÍTULO:

DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.

AUTORES:

Bach. Vasquez Mejía, José Edinson
 Bach. Yovera Risco, William Alberto

MATERIAL:

ASTM A36

PIEZA:

DISCO EXCENTRICO

FORMATO:

A4

VERIFICADO

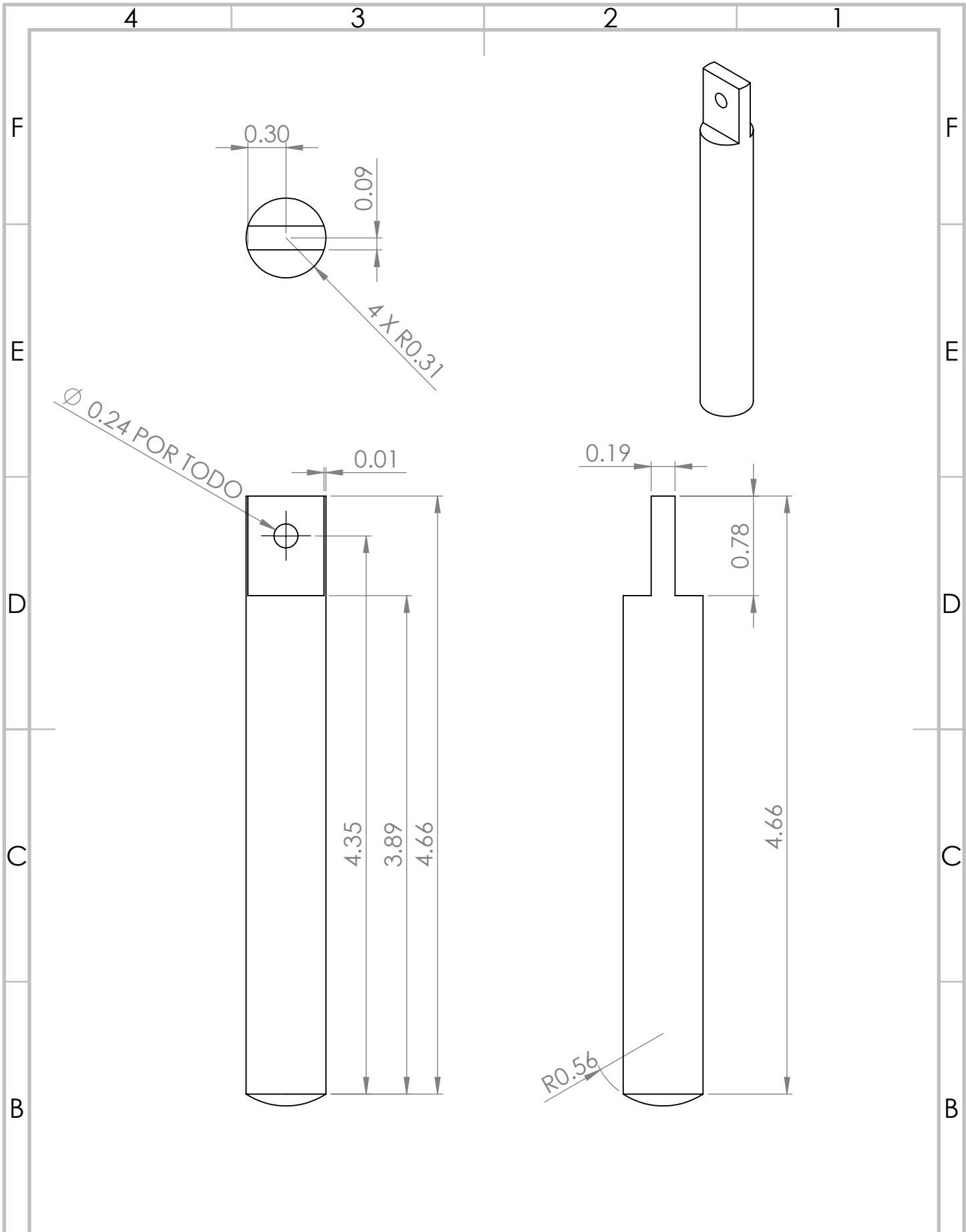
Ing. Vives Garnique, Juan Carlos

FECHA: 25/08/19

DISTRITO: PIMENTEL

ESCALA: 1:1

HOJA 2 DE 30



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TÍTULO:
DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECAÁNICA PARA
DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA
METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.

AUTORES:
 Bach. Vasquez Mejía, José Edinson
 Bach. Yovera Risco, William Alberto

MATERIAL:
ASTM A36

PIEZA:
EJE DE AGARRE VERTICAL

FORMATO:
A4

VERIFICADO
 Ing. Vives Garnique, Juan Carlos

FECHA: 25/08/19

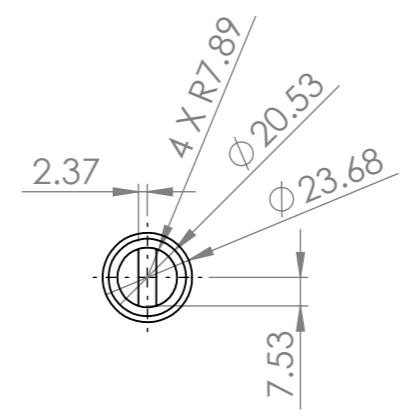
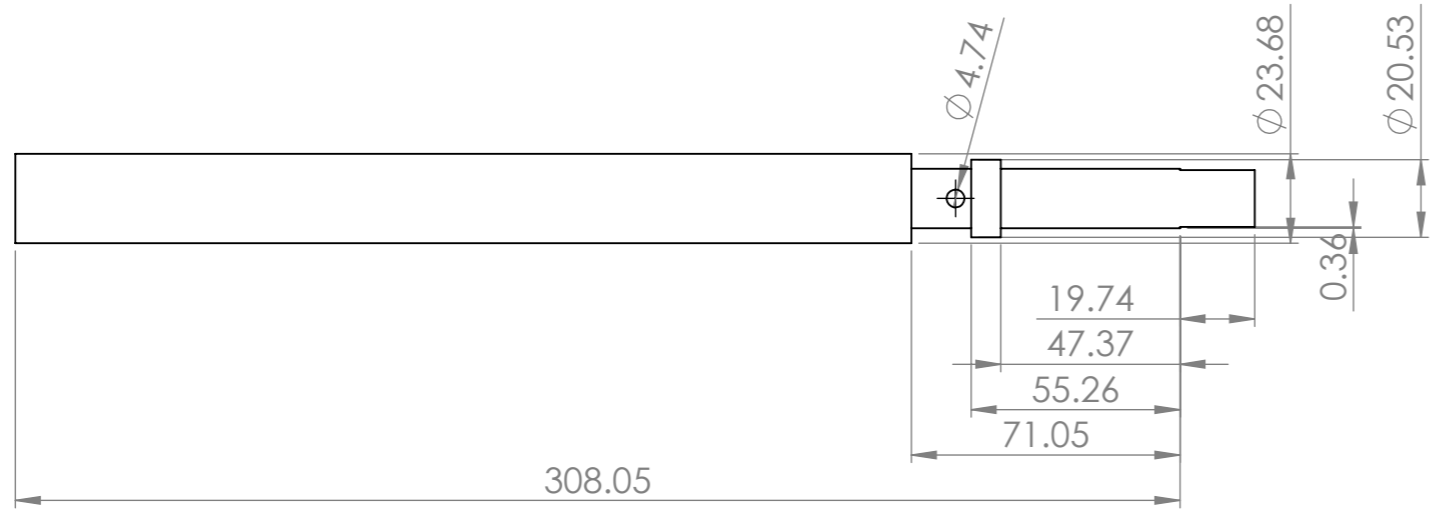
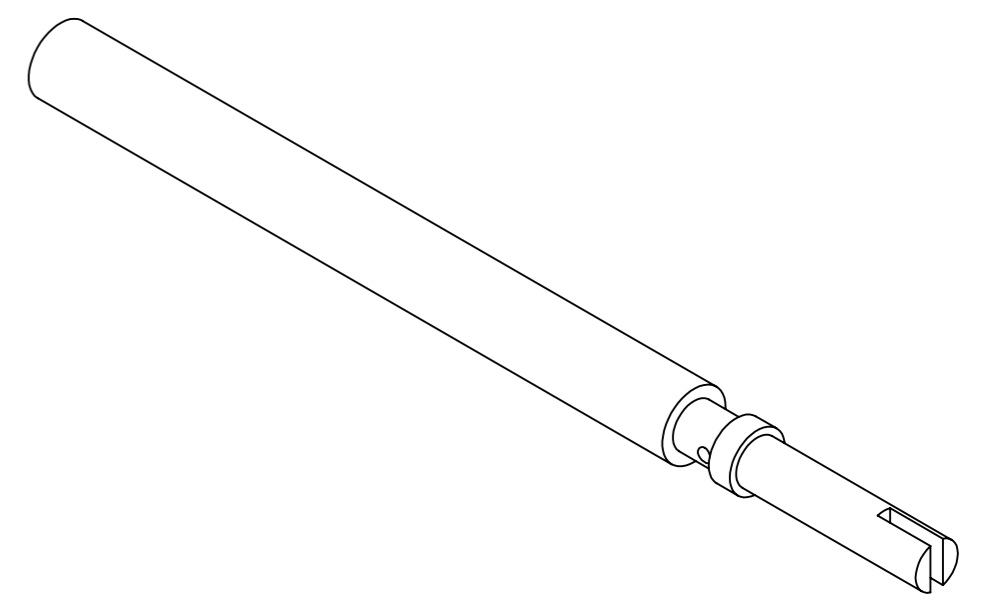
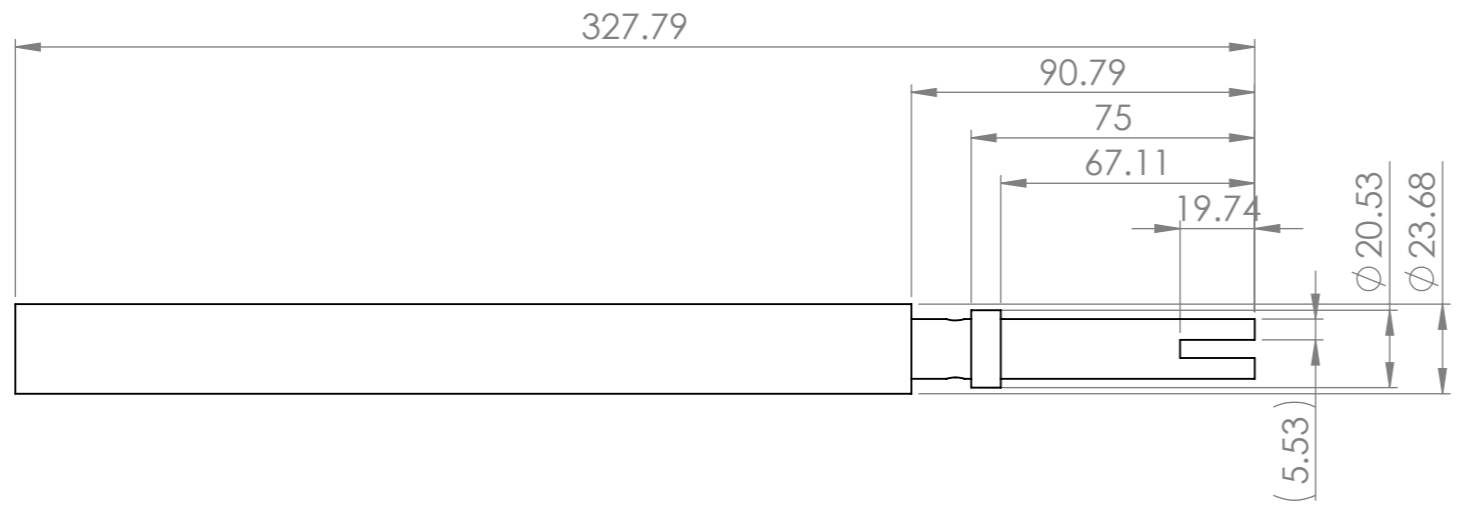
DISTRITO: PIMENTEL

ESCALA: 1:1

HOJA 14 DE 30

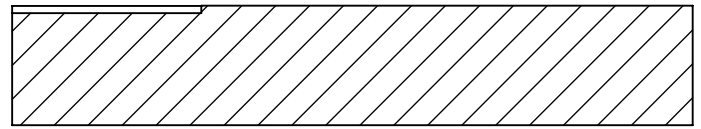
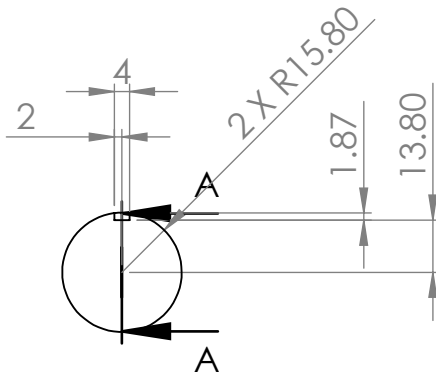
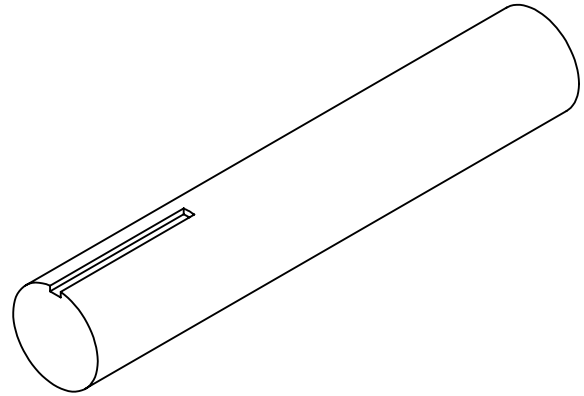
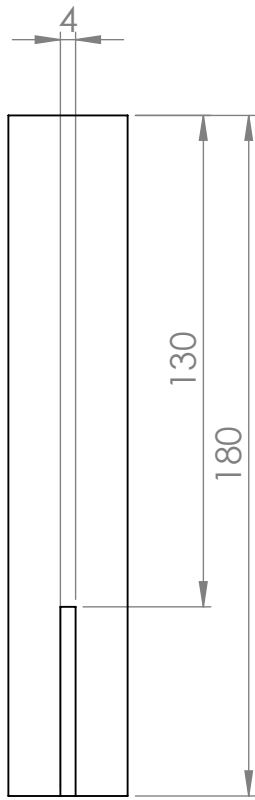
8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		TÍTULO: DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECAÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.	
AUTORES: Bach. Vasquez Mejía, José Edinsón Bach. Yovera Risco, William Alberto		MATERIAL: ASTM A36	
VERIFICADO Ing. Vives Garnique, Juan Carlos		PIEZA: EJE DE AGARRE	
FECHA: 25/08/19		FORMATO: A3	
DISTRITO: PIMENTEL		ESCALA: 1:1	
HOJA 13 DE 30			

8 7 6 5 4 3 2 1



SECCIÓN A-A

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TÍTULO:

DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECAÁNICA PARA
 DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA
 METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.

AUTORES:

Bach. Vasquez Mejía, José Edinson
 Bach. Yovera Risco, William Alberto

MATERIAL:

ASTM A36

PIEZA:

EJE - MOTOR

FORMATO:

A4

VERIFICADO

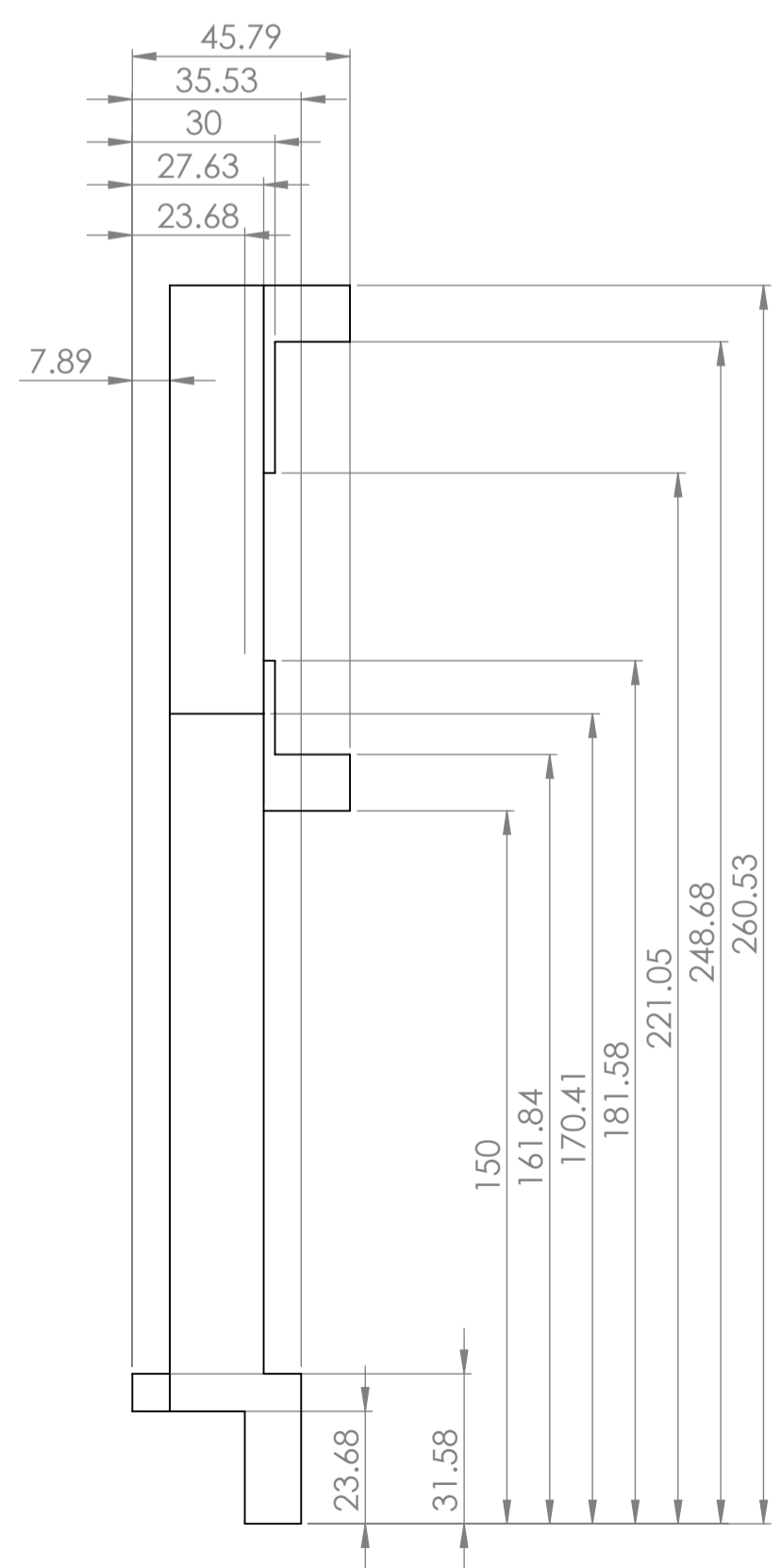
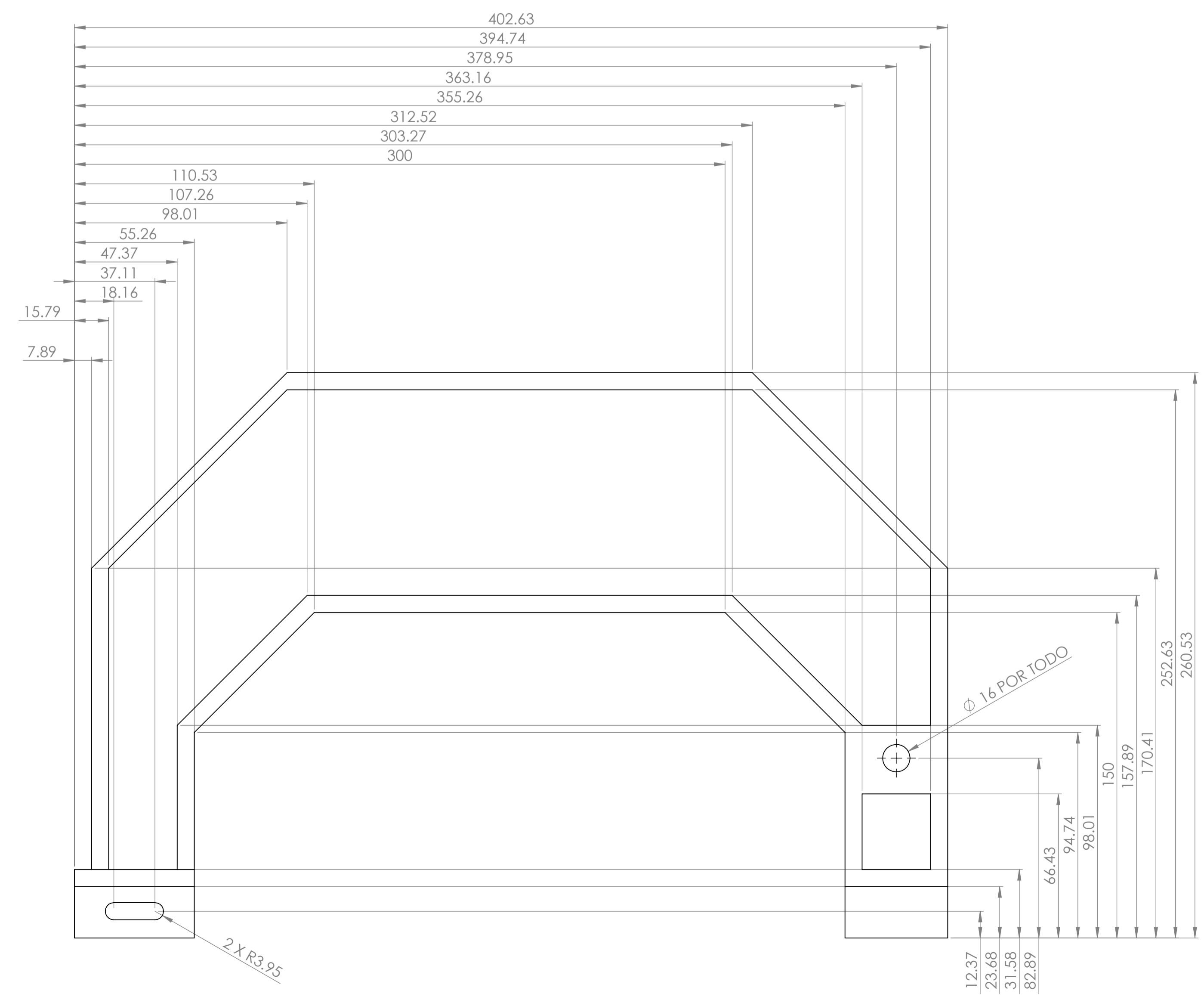
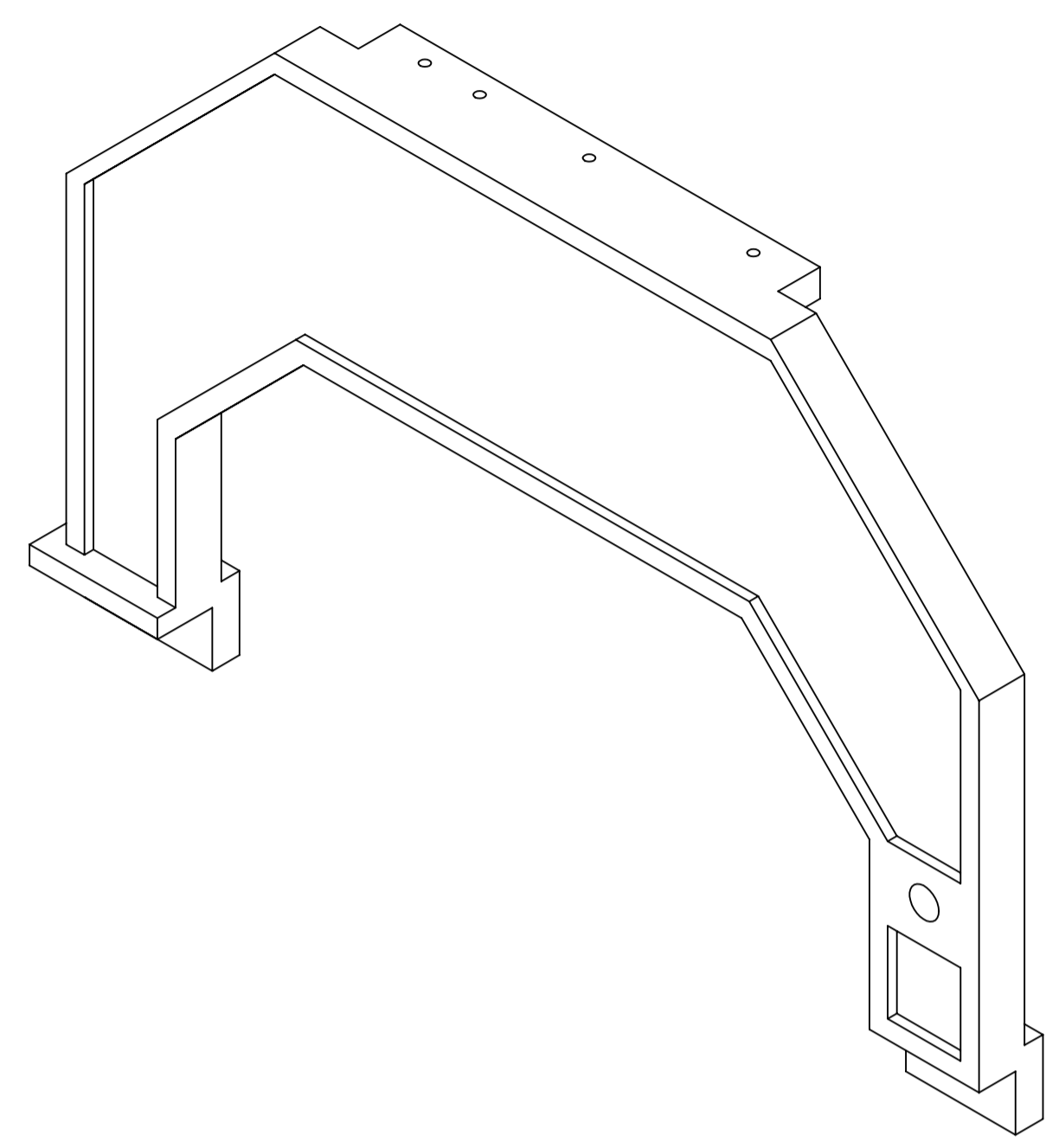
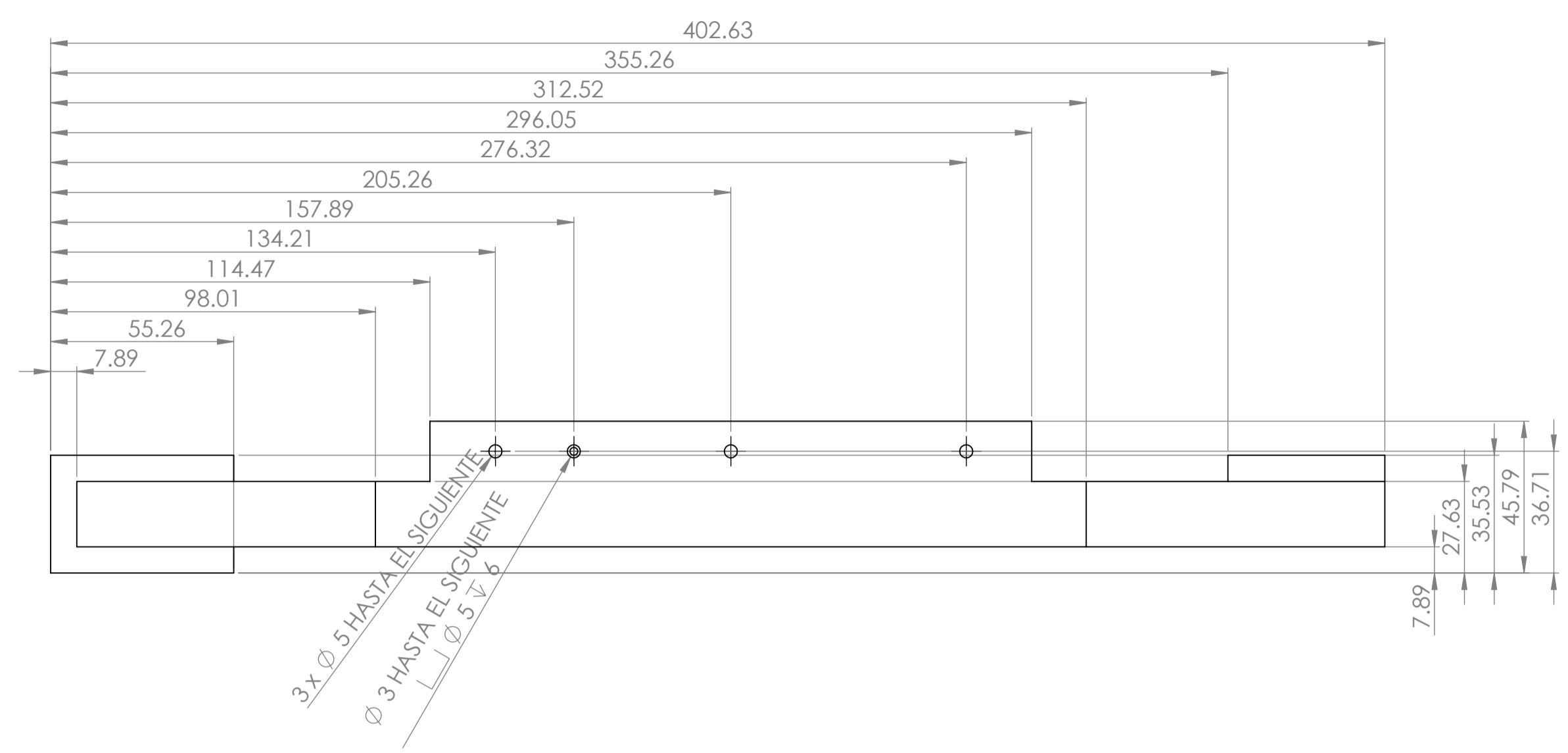
Ing. Vives Garnique, Juan Carlos

FECHA: 25/08/19

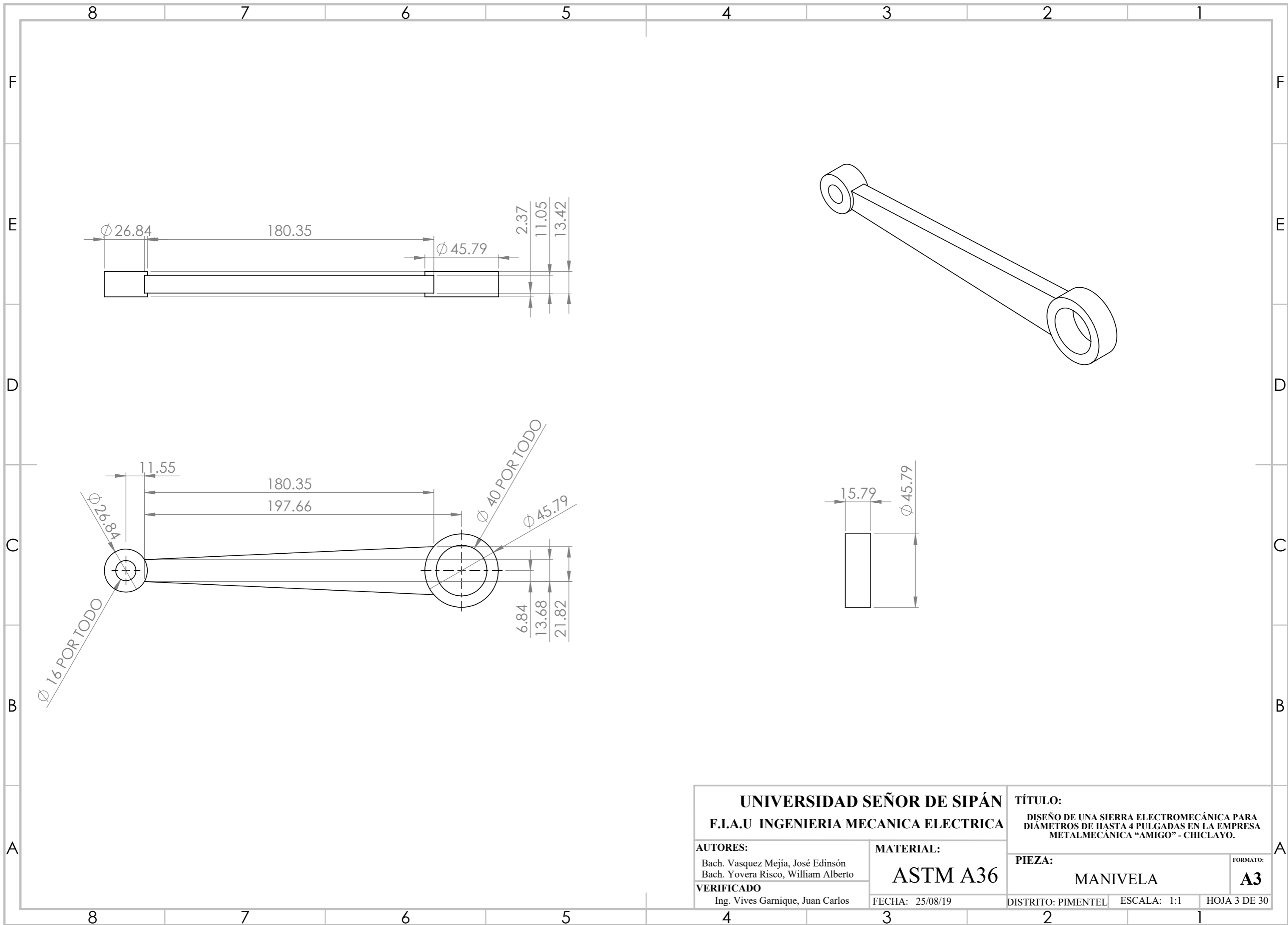
DISTRITO: PIMENTEL

ESCALA: 1:1

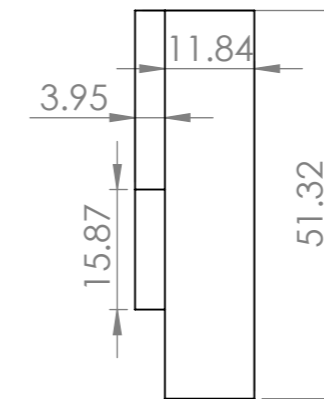
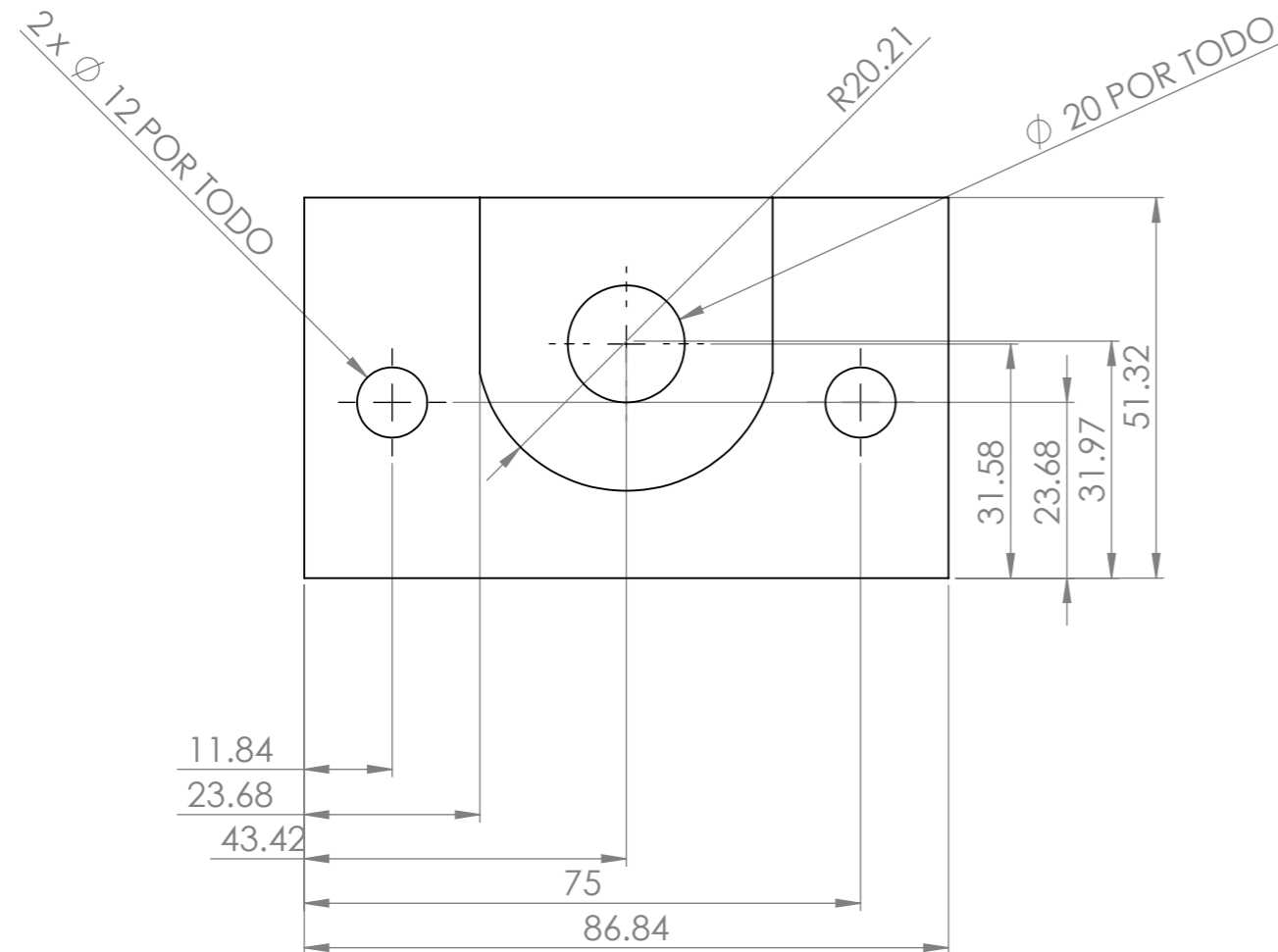
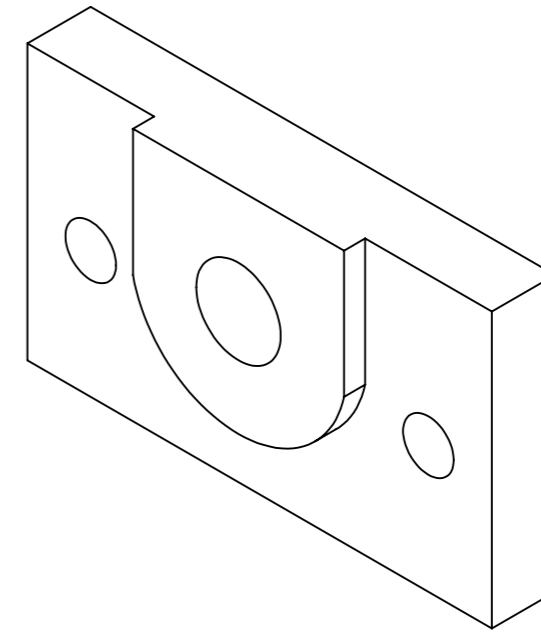
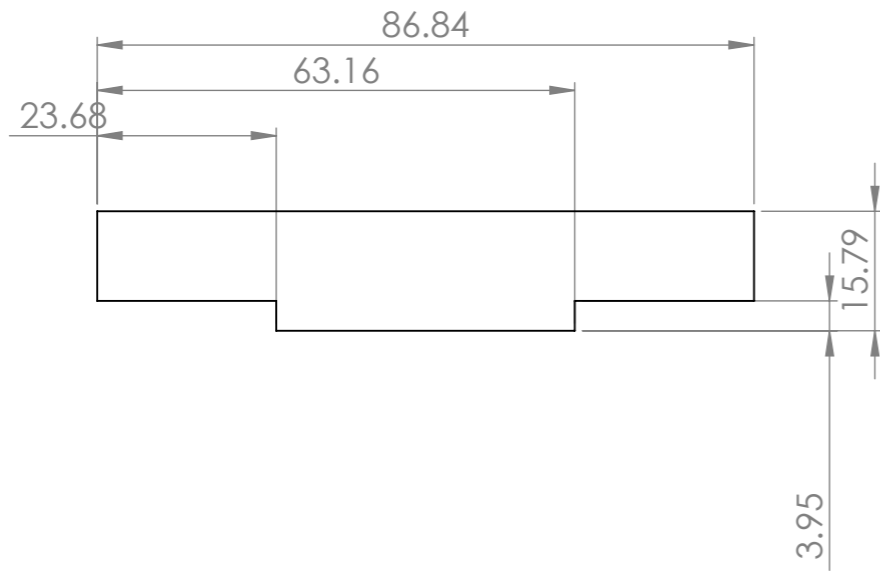
HOJA 1 DE 30



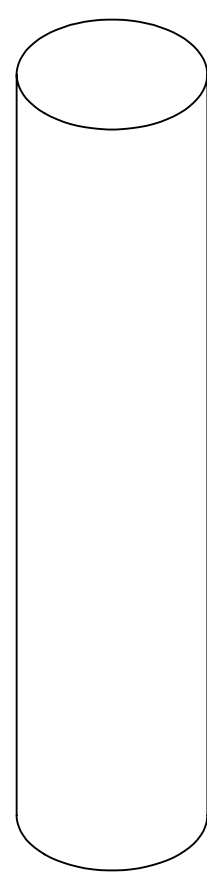
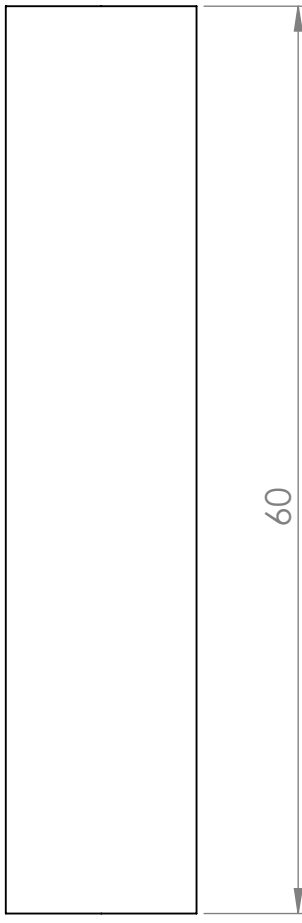
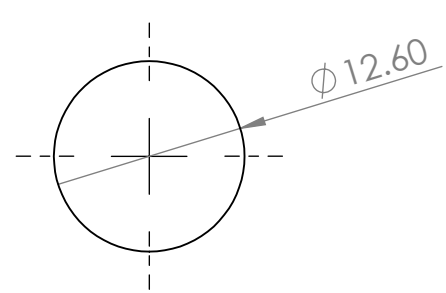
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN		TÍTULO:	
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.	
AUTORES:	MATERIAL:	PIEZA:	FORMATO:
Bach. Vasquez Mejía, José Edinson Bach. Yovera Risco, William Alberto	ASTM A36	ESTRUCTURA DE SIERRA	A1
VERIFICADO	FECHA: 25/08/19	DISTRITO: PIMENTEL	ESCALA: 1:1
Ing. Vives Garrique, Juan Carlos			HOJA 4 DE 30



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN		TÍTULO:	
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.	
AUTORES: Bach. Vasquez Mejía, José Edinsón Bach. Yovera Risco, William Alberto		MATERIAL:	
VERIFICADO Ing. Vives Garnique, Juan Carlos		ASTM A36	
FECHA: 25/08/19		PIEZA:	
DISTRITO: PIMENTEL		MANIVELA	
ESCALA: 1:1		FORMATO:	
HOJA 3 DE 30		A3	



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		TÍTULO: DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECAÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.	
AUTORES: Bach. Vasquez Mejía, José Edinsón Bach. Yovera Risco, William Alberto		MATERIAL: ASTM A36	
VERIFICADO Ing. Vives Garnique, Juan Carlos		PIEZA: PARTE DEL AJUSTADOR	
FECHA: 25/08/19		FORMATO: A3	
DISTRITO: PIMENTEL		ESCALA: 1:1	
HOJA 11 DE 30			



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TÍTULO:
DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECAÁNICA PARA
DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA
METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.

AUTORES:
 Bach. Vasquez Mejía, José Edinson
 Bach. Yovera Risco, William Alberto

MATERIAL:
ASTM A36

PIEZA:
PING DE MANIVELA

FORMATO:
A4

VERIFICADO
 Ing. Vives Garnique, Juan Carlos

FECHA: 25/08/19

DISTRITO: PIMENTEL

ESCALA: 1:1

HOJA 5 DE 30

4

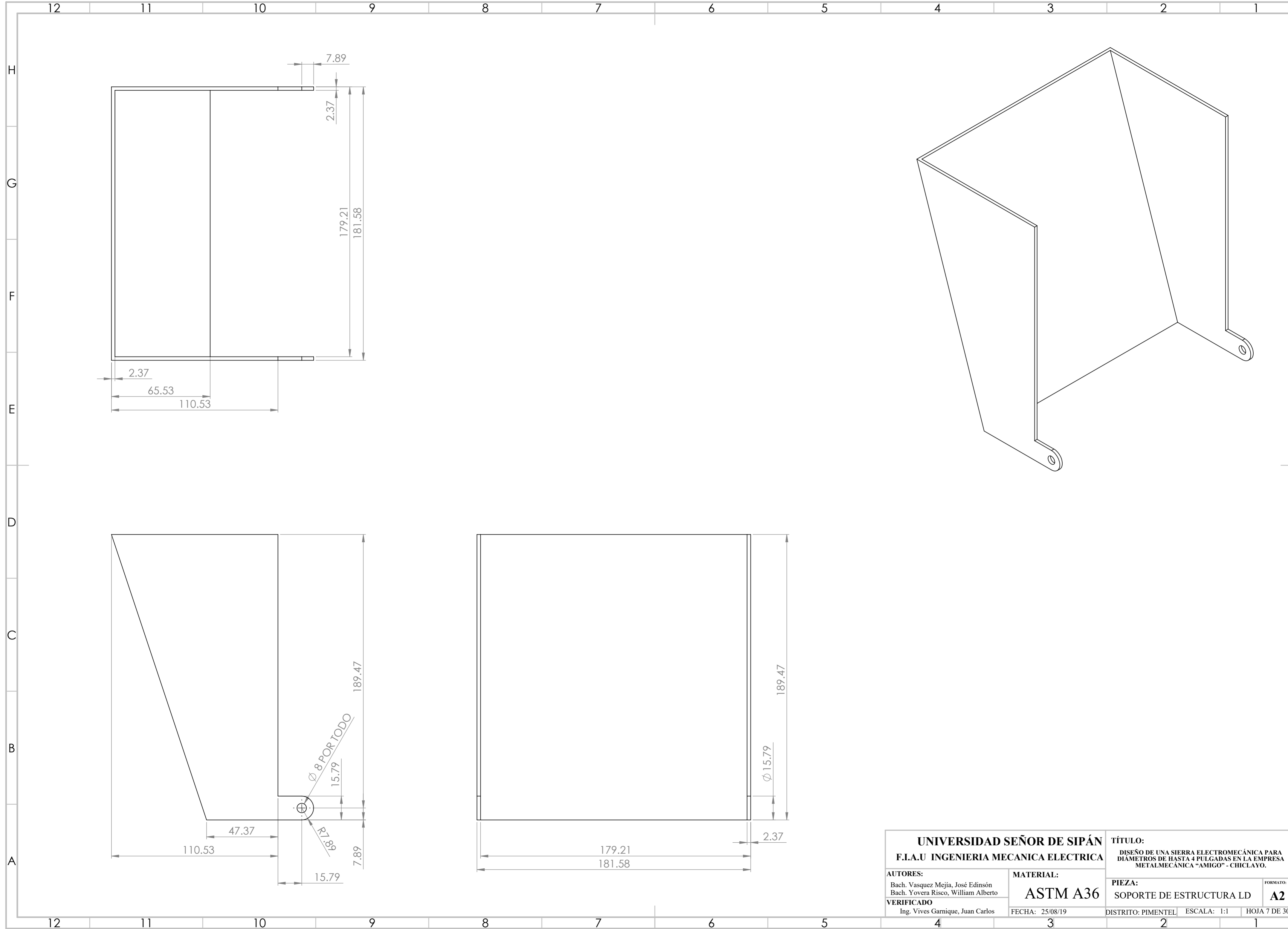
3

2

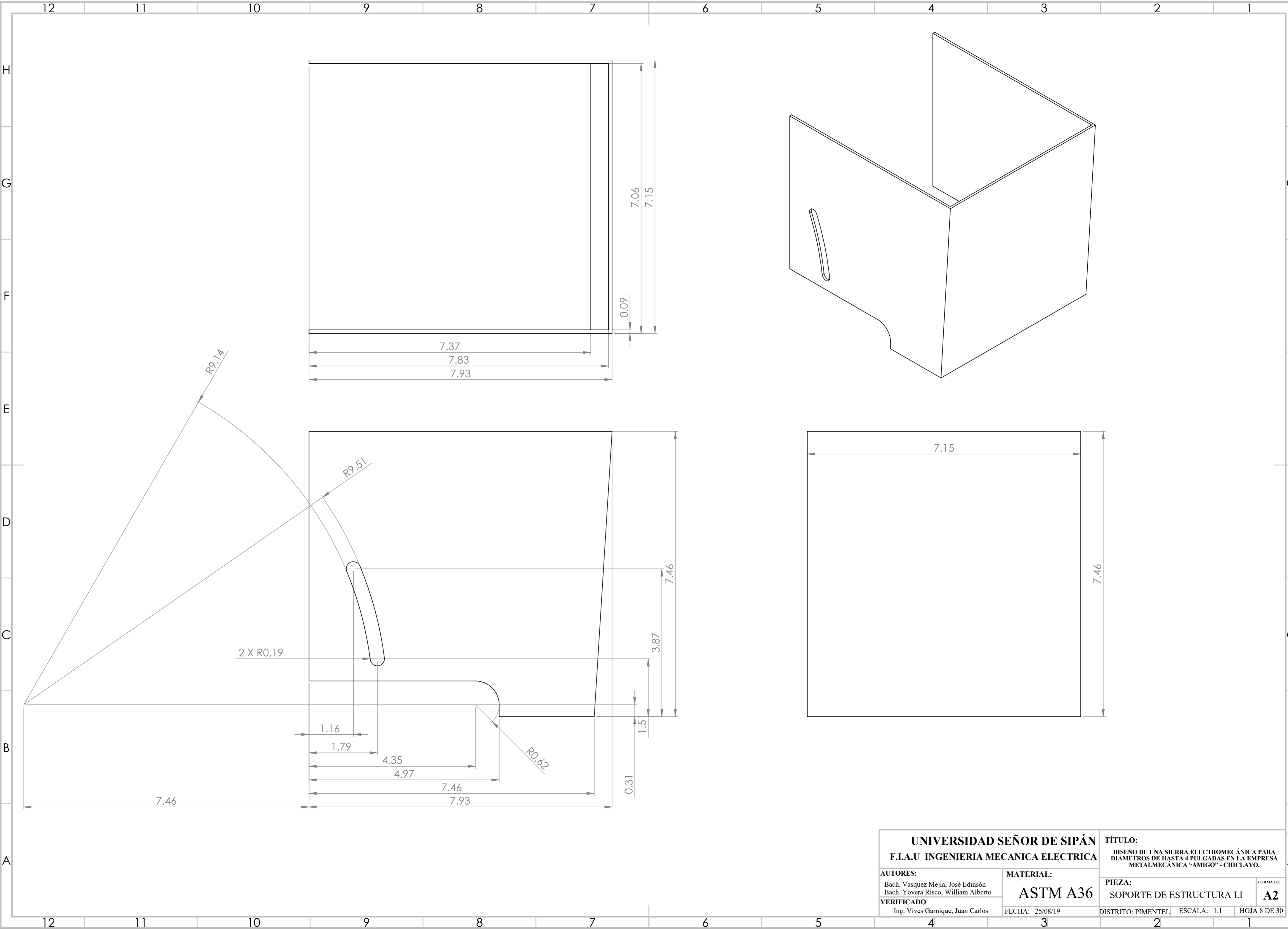
1

A

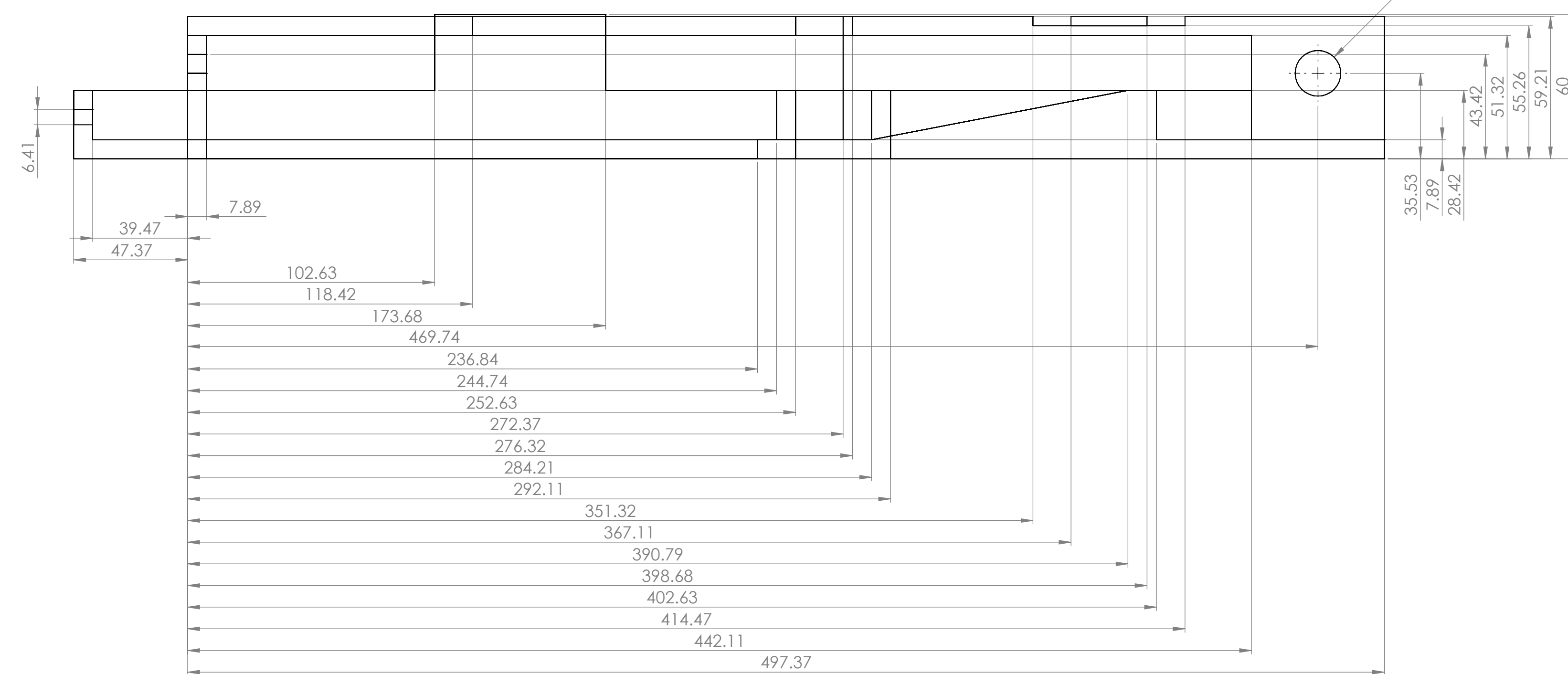
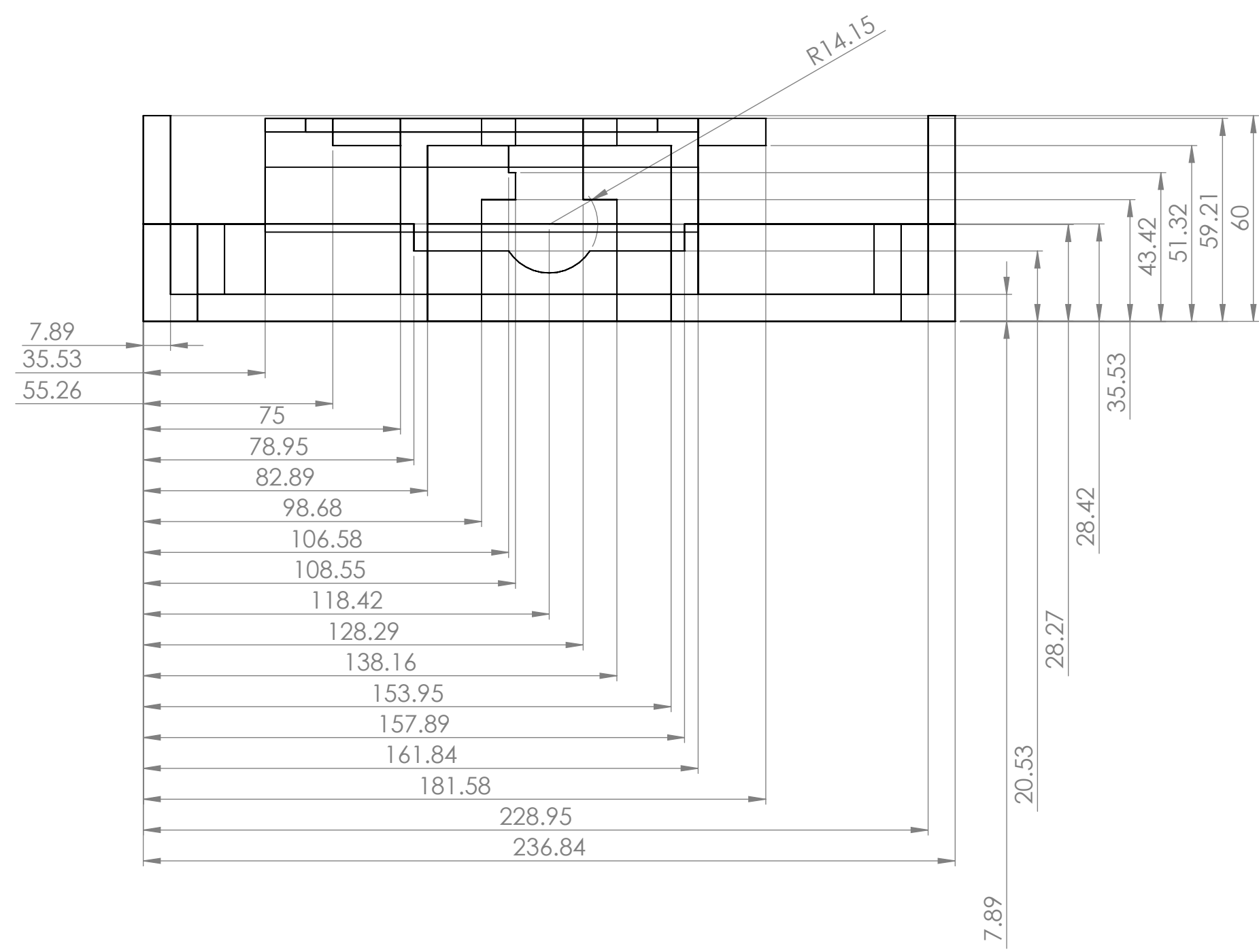
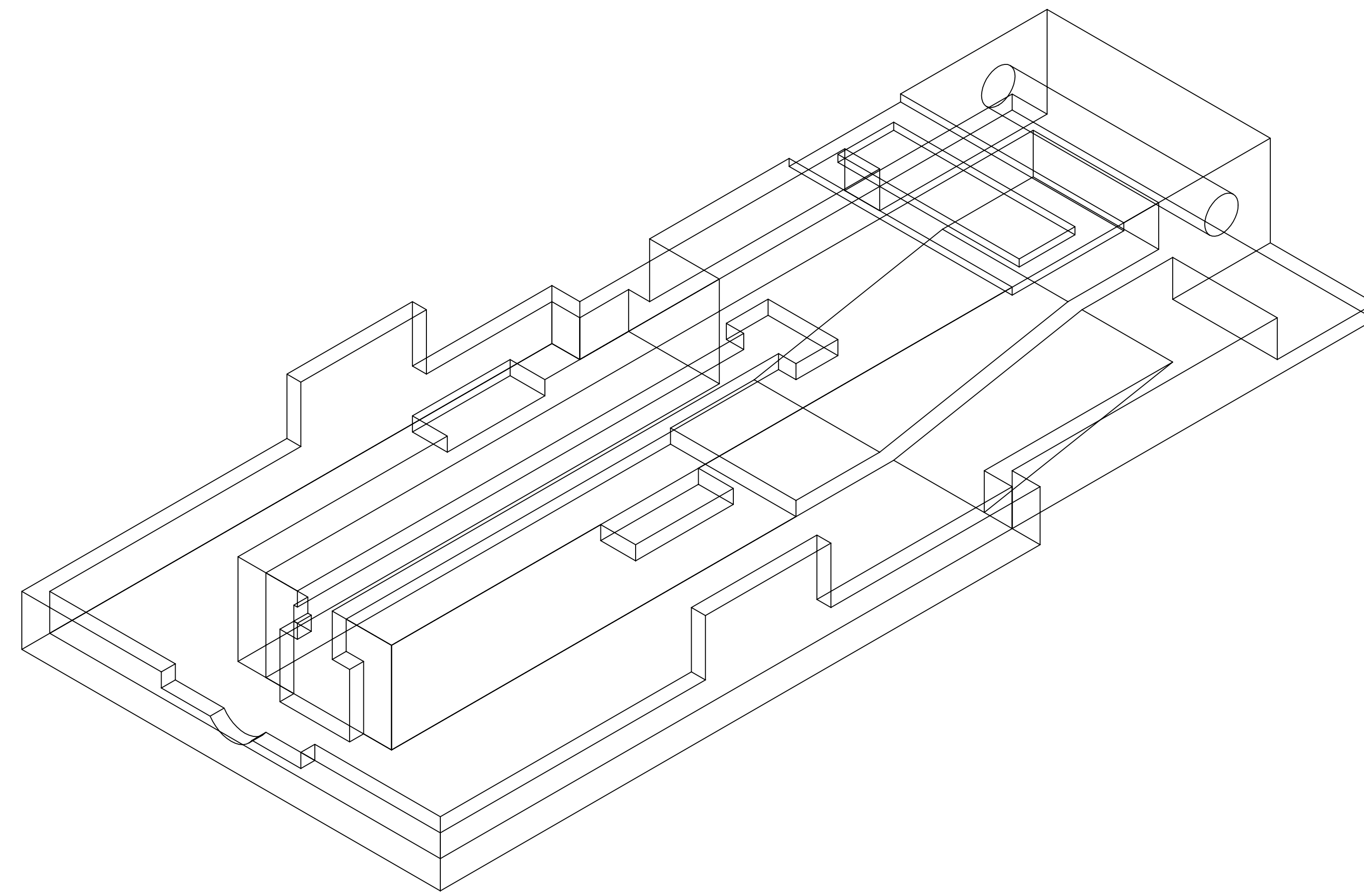
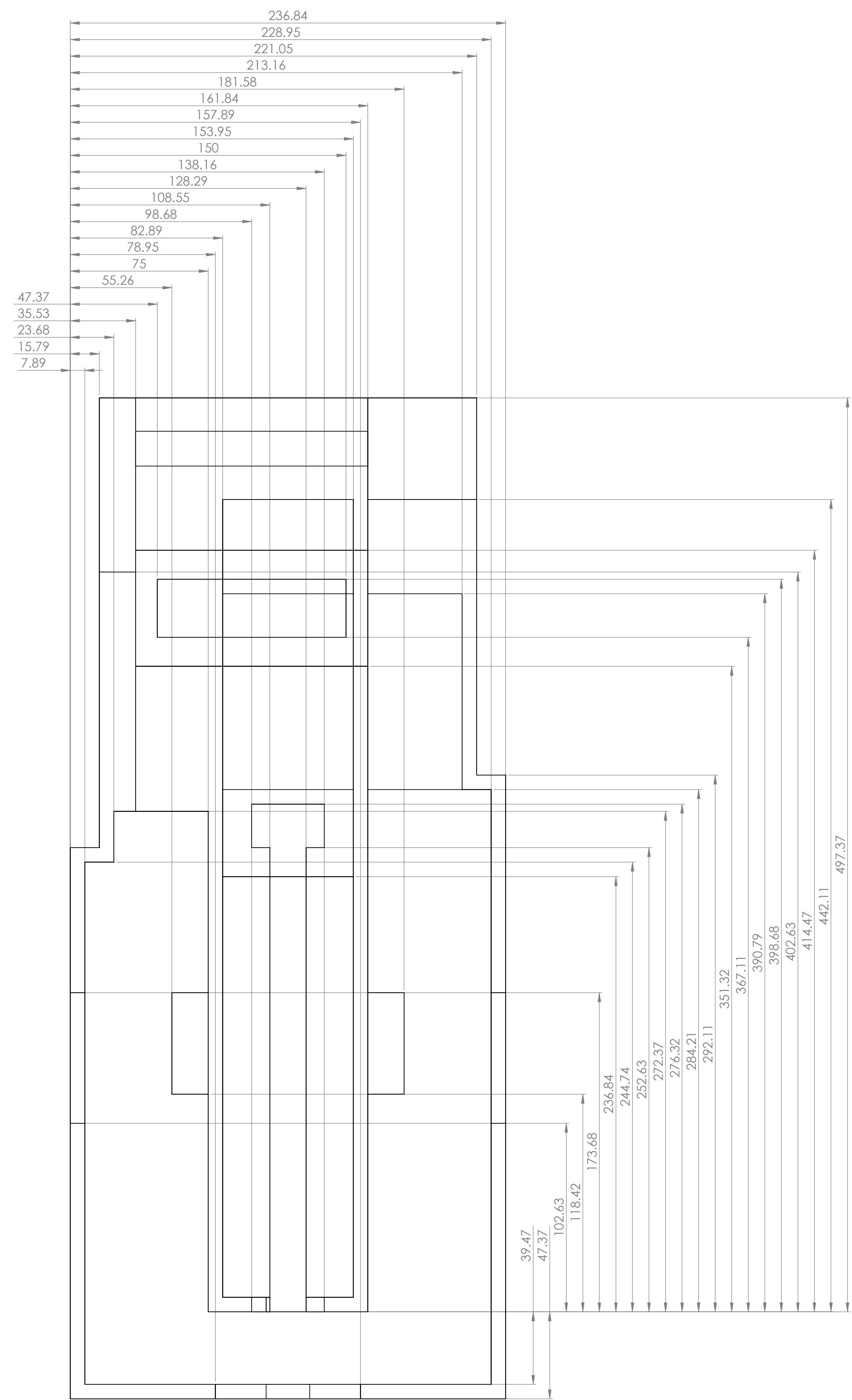
A



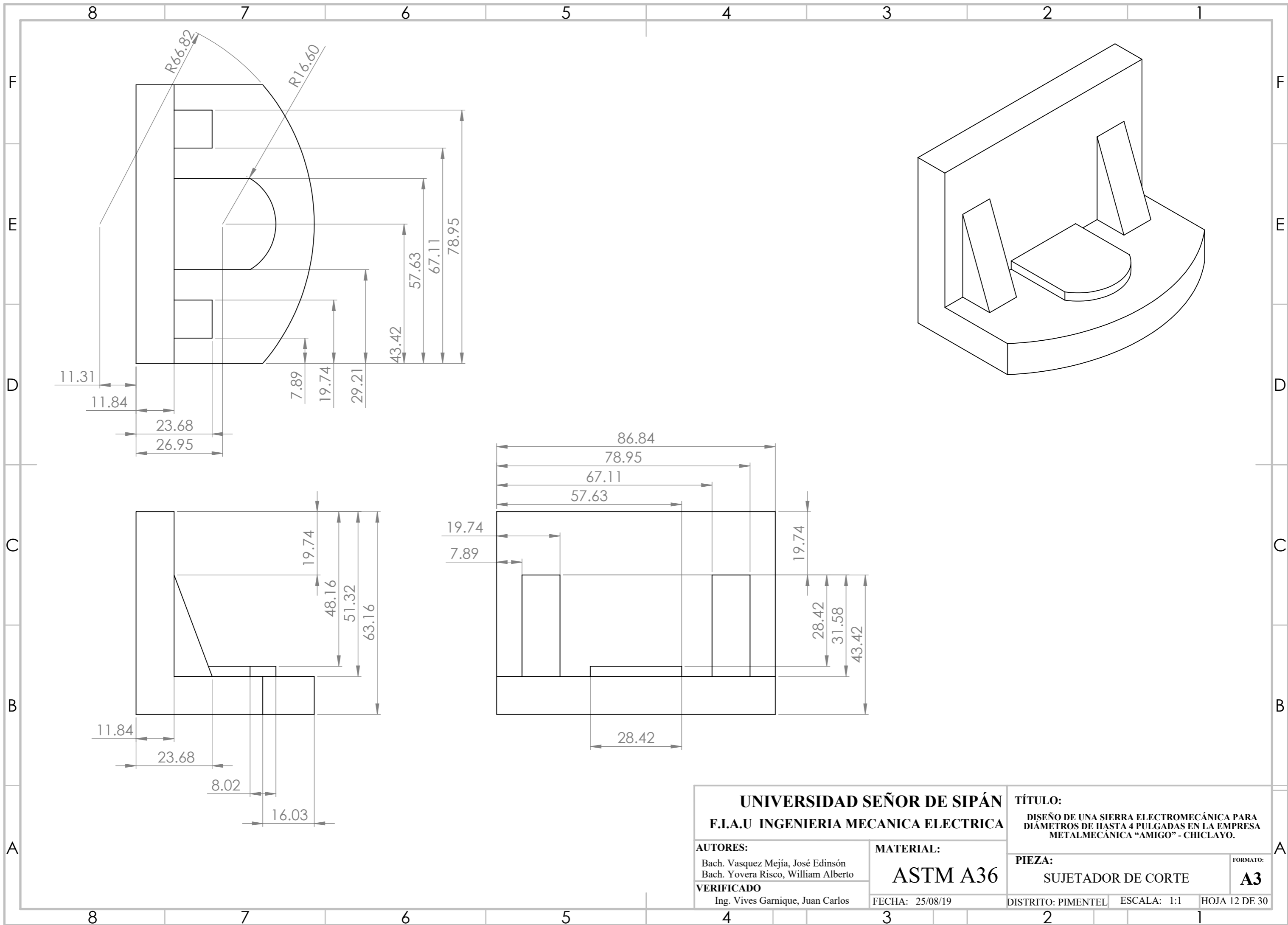
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN		TÍTULO:	
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.	
AUTORES: Bach. Vasquez Mejía, José Edinson Bach. Yovera Risco, William Alberto		MATERIAL: ASTM A36	
VERIFICADO Ing. Vives Garnique, Juan Carlos		PIEZA: SOPORTE DE ESTRUCTURA LD	
FECHA: 25/08/19		FORMATO: A2	
DISTRITO: PIMENTEL		ESCALA: 1:1	
HOJA 7 DE 30			



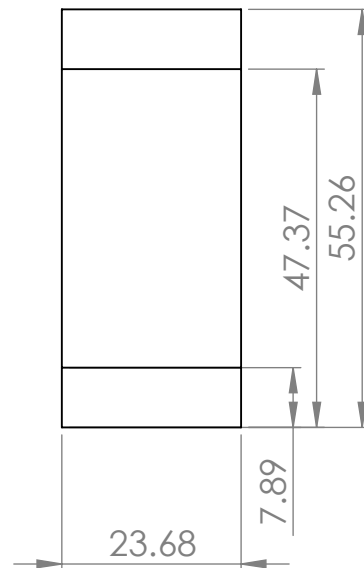
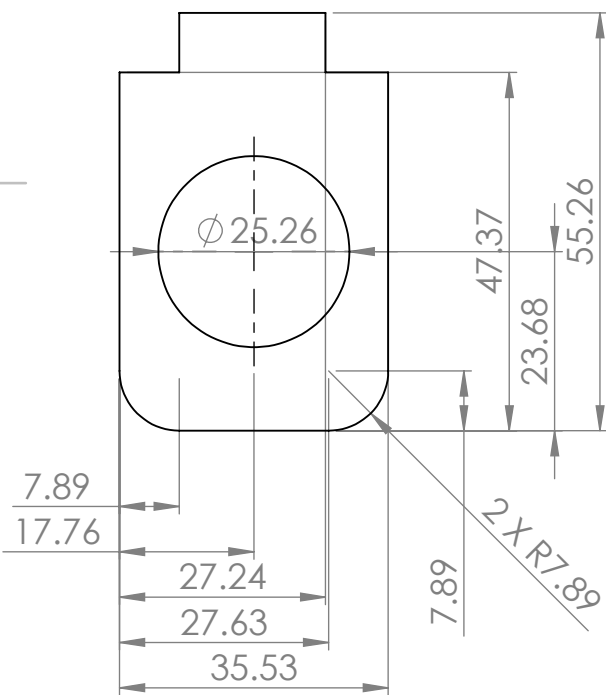
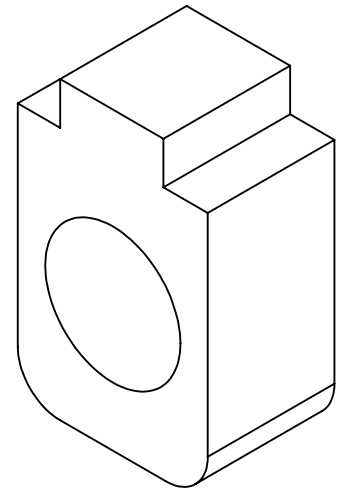
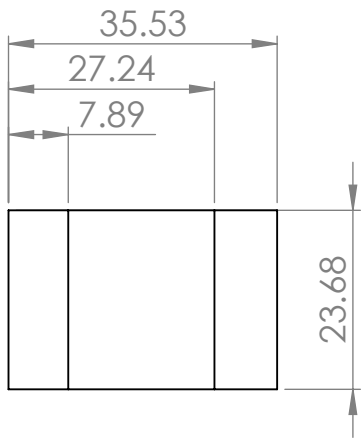
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN		TÍTULO:	
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.	
AUTORES:	MATERIAL:	PIEZA:	FORMATO:
Bach. Vasquez Mejía, José Edinsón Bach. Yovera Risco, William Alberto	ASTM A36	SOPORTE DE ESTRUCTURA LI	A2
VERIFICADO	FECHA: 25/08/19	DISTRITO: PIMENTEL	ESCALA: 1:1
Ing. Vives Garnique, Juan Carlos			HOJA 8 DE 30



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN FLAAU INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		TÍTULO: DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECANICA PARA DIAMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECANICA "AMIGO" CIBELAYO.	
AUTORES: Bach. Vasquez Mejia, José Edmundo Bach. Torres Erazo, William Alberto		MATERIAL: ASTM A36	
VERIFICADO Ing. Vives Gamiz, Juan Carlos		PIEZA: SOPORTE SUPERIOR	
FECHA: 25/08/19		ESCALA: 1:1	
3		2	
4		1	
5		6	
6		7	
7		8	
8		9	
9		10	
10		11	
11		12	
12		13	
13		14	
14		15	
15		16	
16		17	
17		18	
18		19	
19		20	
20		21	
21		22	
22		23	
23		24	



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		TÍTULO: DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECAÁNICA PARA DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.	
		PIEZA: SUJETADOR DE CORTE	
AUTORES: Bach. Vasquez Mejía, José Edinsón Bach. Yovera Risco, William Alberto		MATERIAL: ASTM A36	
VERIFICADO Ing. Vives Garnique, Juan Carlos		FECHA: 25/08/19	FORMATO: A3
		DISTRITO: PIMENTEL	ESCALA: 1:1
		HOJA 12 DE 30	



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
F.I.A.U INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TÍTULO:

DISEÑO DE UNA SIERRA ELECTROMECÁNICA PARA
 DIÁMETROS DE HASTA 4 PULGADAS EN LA EMPRESA
 METALMECÁNICA "AMIGO" - CHICLAYO.

A **AUTORES:**

Bach. Vasquez Mejía, José Edinson
 Bach. Yovera Risco, William Alberto

MATERIAL:

ASTM A36

PIEZA:

SUJETADOR DEL EJE DE AGARRE

FORMATO:

A4

VERIFICADO

Ing. Vives Garnique, Juan Carlos

FECHA: 25/08/19

DISTRITO: PIMENTEL

ESCALA: 1:1

HOJA 9 DE 30

4

3

2

1