



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:g

**OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE LOS DESECHOS -FILTROS
USADOS DE ACEITE- GENERADOS EN LOS TALLERES DEL G.A.D.M.
SAN PEDRO DE PELILEO.**

Trabajo de titulación bajo la modalidad de Propuesta Metodológica, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor(a)

Timbela Rojas Eric Germán

Tutor(a)

Ing. José Varela Msc.

AMBATO – ECUADOR

2021

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Timbela Rojas Eric Germán, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Optimización del manejo de los desechos -filtros usados de aceite- generados en los talleres del G.A.D.M. San Pedro de Pelileo.”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 31 días del mes de Agosto de 2020, firmo conforme:

Autor: Eric Germán Timbela Rojas

Firma:

Número de Cédula: 185010660 – 8

Dirección: Av. 17 de abril y calle B, Quero, Ambato, Tungurahua.

Correo Electrónico: etimbela@indoamerica.edu.ec

Teléfono: +593 9 81 214 177 – (03) 2 746 940

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “**OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE LOS DESECHOS -FILTROS USADOS DE ACEITE- GENERADOS EN LOS TALLERES DEL G.A.D.M. SAN PEDRO DE PELILEO.**” presentado por Timbela Rojas Eric Germán, para optar por el Título de Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 31 de Agosto del 2020.

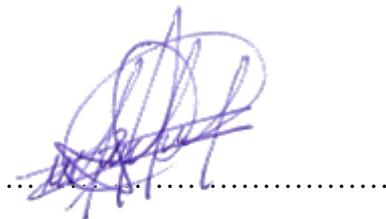


Ing. José Varela Msc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 31 de Agosto de 2020



Timbela Rojas Eric Germán

185010660 – 8

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE LOS DESECHOS -FILTROS USADOS DE ACEITE- GENERADOS EN LOS TALLERES DEL G.A.D.M. SAN PEDRO DE PELILEO.” previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 31 de Agosto de 2020

.....

Ing. Msc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Msc.
VOCAL

.....

Ing. Msc.
VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a Dios por nunca abandonarme y siempre mostrarme la luz al final del túnel, y principalmente a mis padres quienes me apoyaron cuando más lo necesitaba y me dieron fuerza para seguir adelante.

A mi esposa, y en especial a mi hijo Edric y mi hermana Wendy quienes son mi inspiración y mi fortaleza para superarme cada día más.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Tecnológica Indoamérica y a todas sus autoridades por darme la oportunidad de ingresar a sus aulas y adquirir todo el conocimiento para poder ser un excelente profesional y una persona de bien, a todos los docentes quienes llegaron hacer mis mejores amigos compartiendo muchos momentos inolvidables, y en especial al Ing. José Varela por todos los consejos que me brido durante el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xv
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	6
Justificación.....	7
Objetivos	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos.....	8
CAPITULO II	9

INGENIERÍA DEL PROYECTO	9
Diagnóstico de la situación actual del G.A.D.M. San Pedro de Pelileo	9
Misión	9
Visión	9
Análisis de situación actual.....	9
Principales contaminantes.....	9
Área de estudio:.....	16
Modelo operativo:	17
Desarrollo del modelo operativo:.....	18
Diagrama de procesos para los filtros	18
Levantamiento de información	18
Diseño de la máquina	18
Modelado 3D de la maquinaria	18
Simulación	19
Presentación de la máquina procesadora de filtros usados.	19
CAPITULO III.....	20
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	20
Presentación de la propuesta:	20
Diseño de la propuesta (máquina procesadora de filtros).....	20
Selección de mecanismo más apropiado a triturar	20
Tabla de criterios finales	24
Diseño de la propuesta (máquina procesadora de filtros)	25

Dimensionamiento de los engranajes.....	26
Dimensionamiento de las catalinas y cadena.....	28
Selección de rodamientos para los árboles trituradores.....	30
Selección del Motor.....	33
Análisis.....	39
Analisis de cuchillas.....	39
Analisis del eje.....	43
Analisis del conjunto de molienda inferior.....	45
Analisis del conjunto de molienda superior.....	48
Análisis de estructural.....	50
Optimización.....	54
Reducción de volumen.....	54
Tiempo de triturado.....	58
Simulación de trituración.....	60
Análisis de costos.....	72
CAPITULO IV.....	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
Conclusiones:.....	73
Recomendaciones:.....	73
Bibliografía.....	74
ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hidrocarburos saturados presentes en la gasolina	10
Tabla 2: Lista de filtros a utilizar en el 2020	11
Tabla 3: Evaluación por criterios	21
Tabla 4: Evaluación del criterio de Costo	22
Tabla 5: Evaluación del criterio de Eficiencia	22
Tabla 6: Evaluación del criterio de Existencia de materiales	23
Tabla 7: Evaluación del criterio de facilidad de montaje y desmontaje	23
Tabla 8: Evaluación del criterio de Facilidad de mantenimiento.....	24
Tabla 9: Criterios finales.....	24
Tabla 10: Diagrama de procesos	25
Tabla 11: Vida útil especificada.....	30
Tabla 12: Rodamiento de Bolas	32
Tabla 13: Resumen de datos característicos de elementos	38
Tabla 14: Elementos de corte actuantes.....	40
Tabla 15: Dimensiones de filtros	56
Tabla 16: Reducción de filtros al pasar por el primer mecanismo de corte.....	57
Tabla 17: Reducción de filtros al pasar por el segundo mecanismo de corte	57
Tabla 18: Dimensiones de filtros	59
Tabla 19: Análisis de costos	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo proceso actual de sobre el tratamiento de filtros usados.....	13
Figura 2: Almacenamiento de filtros usados. N ^o 1	14
Figura 3: Almacenamiento de filtros usados. N ^o 2	14
Figura 4: Filtros de aceite y combustible.....	16
Figura 5: Diagrama de flujo “Maquina procesadora de filtros usados”	17
Figura 6: Mecanismo de trituración superior izquierda.....	33
Figura 7: Mecanismo de trituración superior derecha	34
Figura 8: Mecanismo de trituración inferior izquierda.....	34
Figura 9: Mecanismo de trituración inferior derecha	35
Figura 10: Polea.....	35
Figura 11: Engranaje.....	36
Figura 12: Catalina simple.....	36
Figura 13: Catalina doble.....	37
Figura 14: Bocín	37
Figura 15: Modelado de la cuchilla	39
Figura 16: Mallado de la cuchilla	40
Figura 17: Análisis de tensiones de la cuchilla.....	41
Figura 18: Análisis de desplazamiento de la cuchilla.....	42
Figura 19: Análisis del Factor de Seguridad de la cuchilla	42
Figura 20: Mallado del eje	43
Figura 21: Análisis de tensiones del eje	44
Figura 22: Análisis de desplazamiento del eje.....	44
Figura 23: Análisis del Facto de Seguridad del eje	45
Figura 24: Mallado del conjunto inferior de trituración	46
Figura 25: Análisis de tensión del conjunto inferior de trituración	47
Figura 26: Análisis del Factor de Seguridad del conjunto inferior de trituración	47
Figura 27: Mallado del conjunto superior de trituración	48
Figura 28: Análisis de tensión del conjunto superior de trituración.....	49

Figura 29: Análisis del Factor de Seguridad del conjunto superior de trituración	50
Figura 30: Carga superior	50
Figura 31: Carga inferior I.....	51
Figura 32: Carga inferior II.....	51
Figura 33: Mallado de la estructura soporte	52
Figura 34: Análisis de tensiones de la estructura soporte.....	52
Figura 35: Análisis de desplazamiento de la estructura soporte.....	53
Figura 36: Análisis del Factor de Seguridad de la estructura soporte	53
Figura 37: Modelado de la máquina trituradora de filtros	54
Figura 38: Distancia entre los sistemas trituradores	54
Figura 39: Dimensiones del mecanismo de cuchillas de trituración superior	55
Figura 40: Dimensiones del mecanismo de cuchillas de trituración inferior	55
Figura 41: Reducción de filtros en la primera estación	57
Figura 42: Reducción de filtros en la segunda estación.....	58
Figura 43: Dimensiones del separador.....	58
Figura 44: Cronometro de separación de elementos de manera manual	60
Figura 45: Modelado de la maquina triturada.....	60
Figura 46: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso I.....	61
Figura 47: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso II	62
Figura 48: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso III.....	62
Figura 49: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso IV.....	63
Figura 50: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso V	63
Figura 51: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso VI.....	63
Figura 52: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso VII	64
Figura 53: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso VIII	65
Figura 54: Presentación de la cuchillas superiores e inferiores	65
Figura 55: Modelado de la Cuchillas. Paso I	66
Figura 56: Modelado de la Cuchillas. Paso II.....	66
Figura 57: Ubicación de imanes en la banda	66
Figura 58: Comparación de N° de elementos vs volúmenes triturados.....	67
Figura 59: Volumen triturado 1 vs volumen triturado 2.....	67

Figura 60: Sistema eléctrico	68
Figura 61: Motor monofásico	68
Figura 62: Relé térmico	70
Figura 63: Disyuntor térmico.....	71

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: “OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE LOS DESECHOS -
FILTROS USADOS DE ACEITE- GENERADOS EN LOS TALLERES
DEL G.A.D.M. SAN PEDRO DE PELILEO.”**

Autor: Eric Germán Timbela Rojas

Tutor: Msc. José Varela

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación se enfoca en el diseño de una máquina procesadora de filtros usados de aceite, que se generan en los talleres del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Pedro de Pelileo con el propósito de optimizar el manejo de los desechos (Filtros usados de aceite). El objetivo principal es reducir la acumulación y la contaminación generada, realizando un diagnóstico con los detalles que pueden influir en un procedimiento definido de triturado. En el diseño del mecanismo se decide por una máquina trituradora con dos vías, presentando la descripción de costos, eficiencia, factibilidad de materiales, montaje y la flexibilidad para realizar mantenimiento. El sistema mecánico está compuesto por el árbol del eje, separadores, molinos de trituración, placas cortadoras, pared longitudinal, engranajes, catalinas, cadenas y rodamientos. En el dimensionamiento del motor se analizan diferentes parámetros, considerando la velocidad angular, las inercias de masa y los elementos actuantes en el molido. Además, se analizan las cuchillas, los conjuntos encargados de la molienda y la estructura usando el software SolidWork, logrando valores aceptables referentes a tensiones, desplazamientos y factores de seguridad. En los resultados esperados, se pronostica una reducción del 98.3% del volumen en la primera etapa de molido, mientras que la segunda etapa logrará un 67.65%. Por último, se espera obtener tiempos que varían entre 0.21 y 0.442 segundos en el triturado de un filtro.

Descriptor: Diseño, Máquina, Filtros, Contaminación, Triturado, Optimización.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME:

“OPTIMIZATION OF WASTE MANAGEMENT - USED OIL FILTERS -
GENERATED IN THE G.A.D.M. SAN PEDRO DE PELILEO WORKSHOPS.”

Author: Timbela Rojas Eric Germán

Tutor: Ing. José Varela Msc.

Keywords:

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La excesiva generación de los residuos en la actualidad se ha convertido en un problema sumamente global, donde se origina entre ocho y diez mil millones de toneladas de desechos, según instancias internacionales, en tanto que a nivel nacional según el Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos, definidas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, el país, genera 4.06 millones de toneladas anualmente, donde el 23% proviene de industrias metalmeccánicas, logrando gestionar de manera integral, a través de objetivos propuestos minimizando los impactos ambientales. (Ormaza, 2015)

Es muy difícil imaginar un mundo sin material no degradable, donde se emplean desde en artículos para el hogar, hasta instrumentos científicos, causando problemas de contaminación, los cuales al ser procesados podrían ser reutilizables, empleando maquinarias industriales, cuidando el medio ambiente, caracterizándose las maquinarias empleadas, por tener cuchillas de materiales templados, o duros, resistentes a la corrosión, así como a la oxidación, por lo que el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, definidos con las iniciales (PGIRS), busca lograr una adecuada gestión de los residuos, la cual se debe realizar con el mínimo riesgo para la salud de la población y principalmente para el medio ambiente. (Pilatasig, y otros, 2014)

El problema mundial notifica según proyecciones que el aumento de residuos sólidos hasta el año 2025 habría un aumento de residuos sólidos urbanos de hasta 2.2 mil millones de toneladas, donde el Ecuador al ser un país de la región en desarrollo, testifica el Ministerio de Ambiente del Estado definido como MAE que en el 2017 genera hasta 5.4 millones de toneladas métricas anuales, donde se produce por el inadecuado empleo y la falta de responsabilidad por parte de la población al generar residuos, los cuales pueden ser procesados y usados como materia prima en otros elementos, pero por falta de iniciativa, maquina especial y por falta de presupuesto no se da. (Peñaranda, 2016)

En países de la región, donde destaca Colombia, indican que los problemas ambientales se generan debido a la falta de soluciones concretas, donde por falta de

presupuesto para la adquisición de maquinaria, se desecha residuos en gran volumen, que pueden ser considerados como materia prima en la producción, de otros elementos indispensables, por lo que el uso indebido de los neumáticos usados son un problema creciente de modo diario, invadiendo espacios públicos; pudiendo incorporar el uso de materiales reciclados, amigables al medio ambiente, siendo una opción apropiada para el reciclaje. (Murcia, y otros, 2016)

La comisión europea, puso en marcha el programa Aire limpio para Europa (CAFE), adoptando estrategias sobre la reducción de la contaminación atmosférica, donde se incluyen niveles mínimos y máximos que buscan la disminución de las contaminantes emitidos por el sector del transporte el cual está constituido vía área, marítima y terrestre; donde el objetivo es lograr un aire con mejor calidad, considerando reemplazos como las emisiones de óxido de nitrógeno en el diésel, el cual permite mejorar, la calidad, no dañar el producto y respetar valores límites de contaminación. (Campos, 2015)

Los desechos definidos como peligrosos, están integrados por elementos como son aceites, envases contaminados, baterías usadas, entre otros; donde la empresa entrega los desechos al gestor autorizado, para ser destruidos y reciclados técnicamente, donde la Constitución Política del Estado del Ecuador, estableciendo el derecho del buen vivir en un ambiente sano y saludable; debiendo tener un manejo integral de desechos y/o residuos, minimizando la generación, fortaleciendo la educación ambiental, fomentando la minimización, clasificación, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición final; debiendo gestionar las sustancias químicas peligrosas. (Delgado, y otros, 2019)

La gestión de desechos peligrosos, es de principal preocupación generando todo tipo de desechos, demandando nuevas tecnologías, nuevos elementos con productos de un consumo masivo, con desechos no biodegradables, que mediante tratamientos, donde se destaca la trituración, permitiría dar un nuevo empleo, a los desechos de materiales peligrosos, permitiendo la separación de sus componentes, donde se clasifican los metales, cartones y aceites usados; dividiendo los desechos peligrosos en el grado de toxicidad, corrosividad, inflamable, infeccioso, superando los límites establecidos a la concentración de sustancias, donde los actuales

procedimientos que se dan, son los inadecuados originando mayor contaminación. (Prado, 2017)

Las características principales de un filtro son soportar presiones superiores de 60 psi, permitiendo la circulación de aceite de una capacidad superior a los 300 litros por minuto, con viscosidad alta durante el arranque, eliminando el polvo, suciedades, hollín y partículas finas metálicas de desgaste; donde los filtros son altamente contaminantes, al ser tratados como desechos comunes, donde la contaminación es alta debido a su estructura no biodegradable, donde las malas prácticas como la quema de su carcasa estructural o derramamiento del aceite en el suelo, provocan una serie de contaminantes que afectan la salud de la población cercana, así como del ecosistema donde está situada. (Burbano, y otros)

El incremento urbanístico del país es una problemática definida como social donde la contaminación medioambiental, se han visto la necesidad de buscar una solución, donde el desconocimiento de la peligrosidad, provoca cáncer a las personas que están alrededor, donde la eliminación incorrecta es una amenaza para la salud humana y del medio ambiente; estableciendo un procedimiento técnico incorrecto, presentando mayores contaminantes, ausentando un postratamiento del aceite, mediante prácticas de tipo innovadoras, transformándose en una amenaza. (Llanos, 2013)

El inadecuado manejo del aceite automotriz, en la actualidad se da por el desconocimiento de procedimientos técnicos, donde se da, la no aplicación de la normativa para el manejo correcto así como la gestión, inadecuada durante el almacenamiento de aceites lubricantes usados, donde la peligrosidad que representa en la salud es alta, teniendo en mente llevar a cabo el Plan de Manejo Sustentable de los Aceites Automotrices Usados Provenientes de los Talleres y Lubricadoras del país, reduciendo las propiedades y características nocivas, a través de técnicas propias del manejo de aceites, evitando un impacto ambiental negativo en el ecosistema. (Andrade, 2015)

El sector automotriz, caracteriza por tener un alto impacto ambiental, originado por residuos que producen el uso de un automóvil, donde los problemas principales impiden un programa de recolección de aceites usados desde las mecánicas,

lubricadoras y estaciones donde se ofrecen servicios de mantenimiento, incumpliendo en su mayoría las leyes ambientales para el reciclaje de aceite, combinándose con impurezas como tierra, desechos metálicos, limallas, agua, así como sustancias químicas, el cual implica una gestión incorrecta, que debería estar amparada en una ordenanza internacional como es el dado por los países firmantes del Convenio de Basilea y de los países miembros de la Unión Europea; así como de organismos nombrados como La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico delimitada como (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Vázquez, 2013)

El desarrollo tecnológico vinculados a actividades de tipo industrial, han originado un aumento de residuos, los cuales están vinculados con el sector automotriz, generando el manejo incorrecto de sustancias peligrosas, donde le principal problema es la contaminación ambiental que ocasionan dichos residuos; dándose alteraciones del medio ambiente, donde los fluidos que forman parte de los residuos, son altamente contaminantes pudiendo esparcirse a grandes áreas del suelo, agua y aire, afectando la capa de ozono, por los químicos que lo integran definidos como cloro y bromo; agudizándose por la falta de políticas ambientales que permitan regular la extracción y tratamientos, mediante un proceso delimitado de los residuos líquidos automotrices. (Lara, 2013)

Los talleres que brindan diferentes servicios automotriz, como son reparación, mantenimiento, cambio de filtros, entre otros; habido un incremento exhaustivo del parque automotor, el cual varía en función de la creciente población, donde depende de factores propios de cada localización, donde el proceso se da en un conjunto de actividades lógicas y secuenciales, iniciando con la recolección, el triturado y el separado de los distintos componentes que constituyen el residuo a desechar, bajo políticas ambientales, que deben aplicarse y emplearse a nivel nacional, bajo procedimientos que permiten delimitar varias operaciones, transporte, inspección del producto y almacenamiento. (Vargas, 2007)

El crecimiento industrial tiene un aumento significativo, que demanda recursos de tipo pétreos y sus derivados, los cuales son tóxicos, incrementándose su contaminación, según proyecciones hasta finales del año 2020 un 60% del

porcentaje en consumo en comparación con el año 2007, generando un gran impacto al medio ambiente, por lo que es necesario emplear políticas rigurosas, donde las empresas deban certificar su gestión ambiental, donde se incluyan el manejo y disposición final del aceite usado, su estructura metálica que puede ser triturada y empelada como materia prima en el procesamiento de otros artículos. (Jones, 2007)

La contaminación ambiental es originada en los talleres automotrices, por el manejo incorrecto de los residuos originados, desconociendo de la toxicidad que generan estos residuos al medio ambiente, y a la vida de quienes ejecutan distintos trabajos, los cuales no son tratados como lo amerita, tratándoles como desperdicios comunes, poniendo en juego la vida de las personas encargadas de recolectar, en vista que son elementos cancerígenos y contaminantes, debiendo concienciar a la población el trato de estos elementos, contaminando los suelos, el agua y el aire, de las personas que viven alrededor de empresas que brindan servicios al sector automotriz. (Díaz, y otros, 2012)

Antecedentes

La zona centro del país en los últimos años se ha venido implementando proyectos respecto al manejo de los desechos generados, en la perspectiva que permitirá establecer acciones de limpieza, clasificación y disposición final y aprovechamiento de los desechos sólidos generados, además de otras actividades encaminadas a atenuar los efectos adversos que podrían darse en este proceso, con planificación y valoración de consecuencias de una inadecuada gestión de residuos peligrosos, contribuyendo en gran medida a prolongar la vida útil de los rellenos sanitarios y de los suelos que lo rodean Asimismo disminuyendo la contaminación del medio ambiente. la gestión de residuos en el campo de tratamiento de residuos sólidos es muy limitada y compleja qué debe ser adoptada en base al origen, clasificación y evolución de los residuos sólidos.

Teojama, es una empresa que en la actualidad se dedica a la comercialización de camiones pesados pero en el 2014 desarrolló un programa para el tratamiento de los aceites usados y los filtros y aclaró que si estos productos están en contacto con el agua pueden afectar a la salud de las personas y al ecosistema que lo rodea gracias a la iniciativa logró recolectar un total de 114.448 litros de aceite usados durante el año anterior Asimismo recolectó 7216 kilos de filtros usados cabe recalcar que tanto el aceite como los filtros se encargan a diferentes gestores ambientales que operan en Quito cada uno de los productos contaminantes tiene su empresa qué se hace cargo de la eliminación de los desechos peligrosos Hola reutilización de los mismos. (Paguay, 2017)

Justificación

Conservar el suelo y el entorno de los talleres de la Municipalidad del G.A.D.M. San Pedro de Pelileo, protegiendo la salud de los trabajadores, preservar la calidad del ambiente son aspectos sumamente importantes del proceso de filtros usados de aceite. Aprovechando los conocimientos adquiridos dentro de las aulas de clases y tomando ejemplo de otros países es un gran reto para todos los interesados del sistema de optimización del proceso de los desechos “filtros usados de aceite” del taller de municipalidad.

Se puede identificar la incidencia positiva del estudio, con el interés de solucionar la problemática actual de los desechos generados en los talleres “filtros usados” implementando alternativas de manejo de desechos. Con la implementación de las cuatro “R” (Rechazar, Reducir, Reutilizar, y el Reciclaje en la fuente), en la cual implica la clasificación, disminución del tamaño del residuo sólidos, resultando un producto ya separado del desecho peligroso pudiendo acumular y reutilizar con mayor facilidad. La ejecución de la propuesta metodológica será factible debido a la necesidad inherente de solucionar el inadecuado proceso de manejo de los filtros usados con su efecto eminente la contaminación residual, con el apoyo del G.A.D.M. San Pedro de Pelileo facilitará la información necesaria para el diseño de una maquina procesadora.

Objetivos

Objetivo General

- Optimizar el manejo de los desechos -filtros usados de aceite- generados en los talleres del G.A.D.M San Pedro de Pelileo mediante una maquina procesadora.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual del proceso de recolección de filtros usados de aceite mediante observación para conocer las necesidades en el manejo de desechos.
- Diseñar una maquina procesadora mediante la modelación 3D y seleccionar los componentes mecánicos y eléctricos para procesar los filtros de aceite usado.
- Simular la maquina procesadora de filtros mediante el programa SolidWorks para verificar su funcionamiento.

CAPITULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual del G.A.D.M. San Pedro de Pelileo

Los talleres del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pelileo están regidos a cumplir normas medioambientales con el fin de brindar a sus trabajadores y la comunidad un entorno seguro y amigable con el medio ambiente, por ello la imperante necesidad de crear procedimientos para el tratamiento de filtros usados de aceite que se generan en los talleres de mantenimiento de la maquinaria y vehículos pertenecientes a la municipalidad.

Internamente se realiza un análisis en base a observación de los talleres y su alrededor, percibiendo su entorno y comportamiento en el proceso de recolección de desechos peligrosos, Los resultados de acuerdo con parámetros ya establecidos son parcial o totalmente negativos es justificable la creación de un proceso que garantice la correcta recolección de estos.

Misión

Mejorar la calidad de vida de los habitantes del Cantón Pelileo, con una cuidadosa planificación, regulación y entrega de servicios e infraestructura pública.

Visión

Ser un gobierno participativo, ejemplo de trabajo e integridad, generador de oportunidades, y garante de derechos de los ciudadanos, del medio ambiente y del patrimonio cantonal. (Pelileo)

Análisis de situación actual

Principales contaminantes

Los filtros de aceite ya utilizados son un riesgo de contaminación ambiental ya que no son biodegradables, además uno de los principales riesgos que contienen los filtros ya usados son los residuos de aceite que se encuentra en su interior. En la

actualidad existe un mal proceso tratamiento como: la quema de los filtros de aceite para así poder reciclar el acero de su estructura produciendo afecciones a la salud del ser humano y al ecosistema, por lo que los principales contaminantes presentes en los filtros de aceite luego de haber cumplido con su vida útil son:

- Ácidos orgánicos e inorgánicos: Estos ácidos son denominados volátiles ya que se les pueden destilar a presión atmosférica pues tienen presiones de vapor altas a 100°C, se encuentran en el aceite residual, estos compuestos afectan a la sangre causando problemas sanguíneos los que inclusive pueden conducir a la muerte.
- Benceno: se lo considera un compuesto volátil además es incoloro muy inflamable, es un aditivo derivado del petróleo. Se sabe que la exposición al benceno resulta tóxica para el sistema sanguíneo llegando a ser considerado cancerígeno e inductor de tumores y leucemia.
- Hidrocarburos: Son compuestos derivados del petróleo; se encuentran presentes en los aceites dada la combustión de la gasolina, en la Tabla N° 1 se presenta los hidrocarburos más comúnmente encontrados, los cuales se clasifican en pentano, hexano, heptano, octano y nonano con sus fórmulas de tipo estructurales y moleculares, definidos por el número de átomos de carbono.

Tabla 1: Hidrocarburos saturados presentes en la gasolina

N° de átomos de carbono	Nombre	Formula estructural	Formula molecular
5	Pentano	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃	C ₅ H ₁₂
6	Hexano	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃	C ₆ H ₁₄
7	Heptano	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	C ₇ H ₁₄
8	Octano	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	C ₈ H ₁₄
9	Nonano	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃	C ₉ H ₁₄

Fuente: Autor

Análisis actual del tratamiento de los filtros usados

Los filtros usados en los talleres del G.A.D. San Pedro de Pelileo son un riesgo de contaminación pues al no ser debidamente tratados están siendo desechados en su mayoría como basura común, o están siendo comercializados como chatarra. Para determinar de una mejor manera el destino final de los filtros de aceite que han cumplido con su vida útil se realizara una encuesta a los encargados del taller con el fin de abarcar todo el manejo de los filtros usados para lograr así un sondeo de la realidad que se maneja en este ámbito, definiéndose en la Tabla 2, la lista de filtros a utilizar durante el año 2020, dividiéndose en filtros para el motor, para el combustible, para el sistema hidráulico y la transmisión, en una determinada cantidad, en maquinaria pesada como cargadora John Deere 624-J, cargadora CASSE 721 D, motoniveladora GD 555, retroexcavadora 416 e, volqueta KODIAK #3, volqueta HINO # 8, volqueta HINO #9, volqueta HINO #10, camioneta LUV AZUL 4x4, tractores podadores JOHN DEERE

Tabla 2: Lista de filtros a utilizar en el 2020

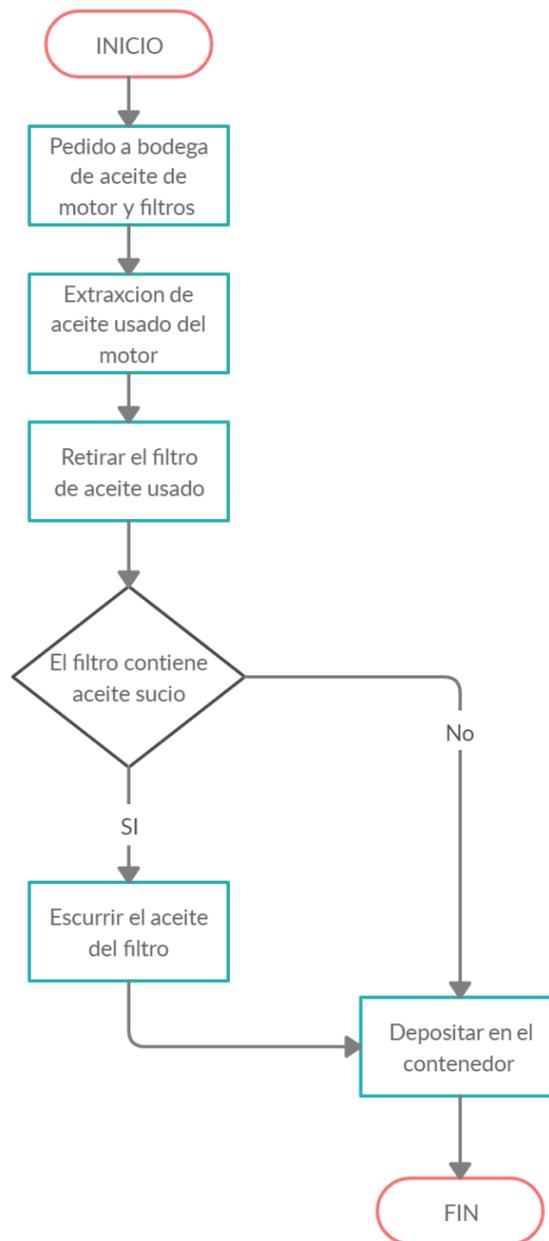
FILTROS PARA LA MAQUINARIA PESADA 2020	
CARGADORA JOHN DEERE 624-J	
CANTIDAD	DESCRIPCION
13	Filtros de motor
12	Filtros de combustible
3	Filtros hidráulicos
3	Filtros de transmisión
CARGADORA CASSE 721 D	
12	Filtros de motor
12	Filtros de combustible
3	Filtros hidráulicos
3	Filtros de transmisión
MOTONIVELADORA GD 555	
12	Filtros de aceite

FILTROS PARA LA MAQUINARIA PESADA 2020	
12	Filtros de combustible
3	Filtros de transmisión
3	Filtros hidráulicos
RETROEXCAVADORA 416 E	
14	Filtros de aceite de motor
14	Filtros de combustible primarios
14	Filtros de combustible secundarias
3	Filtros del hidráulico
3	Filtros de la transmisión
VOLQUETA KODIAK #3	
13	Filtros de motor
13	Filtros de combustible
VOLQUETA HINO # 8	
12	Filtros de motor
12	Filtros de combustible
VOLQUETA HINO #9	
12	Filtros de motor
12	Filtros de combustible
VOLQUETA HINO #10	
12	Filtros de motor
12	Filtros de combustible
CAMIONETA LUV AZUL 4X4	
7	Filtros de aceite
7	Filtros de gasolina
TRACTORES PODADORES JOHN DEERE	
10	Filtros de aceite
10	Filtros de combustible

Fuente: Departamento de obras publicas

En la Figura 1, se describe el diagrama de flujo del proceso actual, iniciándose con el pedido a bodega del aceite de motor y filtros, continuando con la extracción del aceite usado del motor, siguiendo con el retiro del filtro del aceite usado, verificando el estado del aceite el mismo se debe extraer si esta sucio, caso contrario depositar de manera directa en el contenedor, finalizando así el proceso actual del tratamiento

Figura 1: Diagrama de flujo proceso actual de sobre el tratamiento de filtros usados



Fuente: Autor

En la actualidad se encuentran dentro de los talleres 8 tanques de filtros de aceite que ocupan un volumen total de $1.665.600 \text{ cm}^3$, visualizándose en la figura 2 un almacenamiento de los filtros usados por número de tanques; mientras que en la figura 3 se muestra un almacenamiento por filtros; observándose el porcentaje de llenado que tienen dichos tanques, buscando dar una solución para disminuir el volumen de almacenamiento de los filtros utilizados.

Figura 2: Almacenamiento de filtros usados. N° 1



Fuente: Autor

Figura 3: Almacenamiento de filtros usados. N° 2



Fuente: Autor

Como calculo adicional se determina el volumen de los filtros, en la figura 4, la cual puede apreciar los filtros usados dentro de los talleres de la municipalidad; donde las dimensiones de los filtros mas empleados dan radios = 4 cm, 5.5 cm, 4.7 cm y 5.4 cm; mientras que la altura de los diferentes filtros es = 10 cm, 17cm, 26 cm, 26.5 cm y 20 cm.

$$r_1 = 4 \text{ cm}$$

$$h_1 = 10 \text{ cm}$$

$$v_1 = \pi r^2 h$$

$$v_1 = \pi * 4^2 * 10 [\text{cm}^3]$$

$$v_1 = 502.65 \text{ cm}^3$$

$$r_2 = 4 \text{ cm}$$

$$h_2 = 17 \text{ cm}$$

$$v_2 = \pi r^2 h$$

$$v_2 = \pi * 4^2 * 17 [\text{cm}^3]$$

$$v_2 = 854.51 \text{ cm}^3$$

$$r_3 = 5.5 \text{ cm}$$

$$h_3 = 26 \text{ cm}$$

$$v_3 = \pi r^2 h$$

$$v_3 = \pi * 5.5^2 * 26 [\text{cm}^3]$$

$$v_3 = 2470.86 \text{ cm}^3$$

$$r_4 = 4.7 \text{ cm}$$

$$h_4 = 26.5 \text{ cm}$$

$$v_4 = \pi r^2 h$$

$$v_4 = \pi * 4.7^2 * 26.5 [\text{cm}^3]$$

$$v_4 = 1839.04 \text{ cm}^3$$

$$r_5 = 5.4 \text{ cm}$$

$$h_5 = 20 \text{ cm}$$

$$v_5 = \pi r^2 h$$

$$v_5 = \pi * 5.4^2 * 20 [\text{cm}^3]$$

$$v_5 = 1832.18 \text{ cm}^3$$

Figura 4: Filtros de aceite y combustible



Fuente: Autor

Área de estudio:

Dominio: Técnicas tecnológicas

Línea de investigación: Diseño, realización y caracterización de sistemas inteligentes, automáticos, semiautomáticos o manuales.

Campo: Ingeniería Industrial

Aspecto: Garantizar un correcto Tratamiento de los filtros usados de aceite

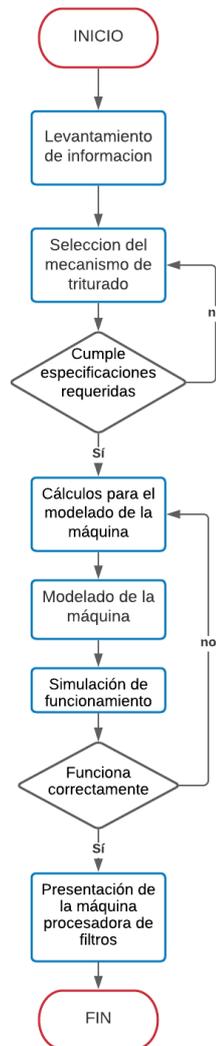
Objetivo de estudio: optimizar el manejo de los filtros usados en los talleres del G.A.D.M. San Pedro de Pelileo

Periodo de análisis: 2019 – 2020

Modelo operativo:

En la Figura 5, se describe el diagrama de flujo de la maquina procesadora, iniciándose con el levantamiento de información, siguiendo con la selección del mecanismo de triturado, verificando el cumplimiento de las especificaciones requeridas, en caso que no cumple regresa a la selección, caso contrario continua con el diseño de la máquina separándose en el dimensionamiento y modelado, siguiendo con la simulación de funcionamiento, validando su correcto funcionamiento caso contrario regresa al diseño, presentándose finalmente la máquina procesadora.

Figura 5: Diagrama de flujo “Maquina procesadora de filtros usados”



Fuente: Autor

Desarrollo del modelo operativo:

Diagrama de procesos para los filtros usados generados en los talleres de la municipalidad

Al realizar un diagrama de procesos se puede determinar de forma gráfica el método correcto para tratar el problema de los filtros usados ya que en la actualidad no cuenta con un adecuado manejo de estos, este diagrama estará basado en la simbología de la norma ISO 90000.

Levantamiento de información

Se acudió al departamento encargado sobre el manejo de los residuos sólidos dentro de los talleres de la municipalidad con el propósito de obtener información sobre el manejo de los desechos generados en el mismo, obteniendo como resultado que no contaban con un plan de manejo de los filtros usados, procediendo a realizar una entrevista a la persona encargada en los talleres del G.A.D.M. San Pedro de Pelileo para obtener información sobre el proceso que se realiza con los filtros usados.

Diseño de la máquina

Observando la necesidad de la creación de un proceso para el tratamiento de filtros usados en los talleres del G.A.D. San Pedro de Pelileo, se toma en cuenta diseños de máquinas trituradoras de metal, para evaluar el estado inicial del área a estudiar para ello se realiza cálculos de la máquina para poder dimensionar y seleccionar los materiales o equipos a utilizar dentro del proyecto, adicional los cálculos nos ayudan a seleccionar el motor, rodamientos y bandas correctas para nuestra máquina.

Modelado 3D de la maquinaria

Se realiza un modelado 3D en un software de diseño y modelado (SolidWorks) para apreciar de manera visual como se observaría el producto final además se determina en qué lugar se colocaría cada uno de los componentes de la maquina procesadora de filtros.

Simulación

Una vez concluido el modelado y selección de componentes a utilizar dentro de la máquina procesadora se procede un a una simulación de movimiento en computadora donde podremos determinar si la máquina funciona correctamente. La animación se realiza en SolidWorks.

Presentación de la máquina procesadora de filtros usados.

Luego de haber finalizado el proceso de diseño de la maquina se realizará la presentación de los planos y simulación al jefe de los talleres del G.A.D.M. San Pedro de Pelileo logrando demostrar que la maquina podrá disminuir la contaminación y el excesivo volumen que ocupan los filtros usados dentro de los talleres.

CAPITULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta:

La máquina procesadora de filtros usados de aceite consta de dos triturados consecutivos tratando de reducir el volumen del filtro, una vez que se triture transportado de manera automática para proceder a la separación de los materiales ferrosos y no ferrosos a través de imanes, que atrae toda clase de material metálico dándonos como resultado final la separación de los desechos peligrosos con respecto a los desechos reutilizables.

Diseño de la propuesta (máquina procesadora de filtros)

Selección de mecanismo más apropiado a triturar

Los mecanismos más comunes a usar en las trituradoras que procesan los filtros usados son:

- Trituradora de una sola vía con retroalimentación = Alternativa 1
- Dos trituradoras de una sola vía consecutivas = Alternativa 2
- Una trituradora con dos vías = Alternativa 3

Por lo que mediante el Método Ordinal Corregido de los Criterios Ponderados se selecciona la mejora alternativa.

La selección de la mejor alternativa sigue la siguiente secuencia:

a) Los criterios de las ponderaciones definidas según Riba (2002) son:

- 0. Cuando el criterio de las filas < columnas
- 0.5. Cuando el criterio de las filas = columnas
- 1. Cuando el criterio de las filas > columnas

b) Criterios a ponderar

- Criterio 1 = Costo
- Criterio 2 = Eficiencia

- Criterio 3 = Existencia de materiales
- Criterio 4 = Facilidad de montaje y desmontaje
- Criterio 5 = Facilidad de mantenimiento

Jerarquizando se tiene que

$$1 > 2 > 3 = 4 > 5$$

El siguiente paso es la valoración de los criterios ponderados, como se detalla en la Tabla 3, donde la ponderación del costo es de 0.33, mientras que la eficiencia se evalúa con el 0.27, la existencia de materiales en el mercado nacional o local tiene un valor de 0.17, facilidad del montaje y desmontaje de igual manera del 0.17 y finalmente la facilidad de mantenimiento se pondera con un valor de 0.06.

Tabla 3: Evaluación por criterios

Criterio	Costo	Eficiencia	Existencia de materiales	Facilidad de montaje y desmontaje	Facilidad de mantenimiento	$\sum+1$	Ponderado
Costo		1	1	1	1	5.0	0.33
Eficiencia	0		1	1	1	4.0	0.27
Existencia de materiales	0	0		0.5	1	2.5	0.17
Facilidad de montaje y desmontaje	0	0	0.5		1	2.5	0.17
Facilidad de mantenimiento	0	0	0	0		1.0	0.06
Total						15.0	1.00

Fuente: (Riba, 2002)

Elaborado por: El Autor

- Evaluación del criterio Costo

Tabla 4: Evaluación del criterio de Costo

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa 1		0	0	1.0	0.167
Alternativa 2	0		1	2.0	0.333
Alternativa 3	1	1		3.0	0.500
Total				6.0	1.000

Fuente: (Riba, 2002)

Elaborado por: El Autor

Según el criterio de costo, señalado en la Tabla 4, la alternativa 3, definida en una trituradora con mecanismo de dos vías, tiene mayor ponderación a las otras, porque no necesita un mecanismo de retroalimentación como la alternativa 1 ni otra trituradora como la alternativa 2.

- Evaluación del criterio Eficiencia

Tabla 5: Evaluación del criterio de Eficiencia

Eficiencia	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa 1		0	0	1.0	0.166
Alternativa 2	1		0.5	2.5	0.417
Alternativa 3	1	0.5		2.5	0.417
Total				6.0	1.000

Fuente: (Riba, 2002)

Elaborado por: El Autor

Según el criterio de eficiencia, definido en la Tabla 5, las alternativas 2 y 3, definidas en una trituradora con mecanismo de dos vías, así como dos trituradoras de una sola vía consecutivas, tienen similar ponderación porque siguen una doble secuencia de trituración.

- Evaluación del criterio de Existencia de materiales

Tabla 6: Evaluación del criterio de Existencia de materiales

Existencia de Materiales	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa 1		0	0	1.0	0.166
Alternativa 2	1		0.5	2.5	0.417
Alternativa 3	1	0.5		2.5	0.417
Total				6.0	1.000

Fuente: (Riba, 2002)

Elaborado por: El Autor

Según el criterio de existencia de materiales, indicada en la Tabla 6, las alternativas 2 y 3, definidas en una trituradora con mecanismo de dos vías, así como dos trituradoras de una sola vía consecutivas, tienen simular ponderación porque los materiales se pudieran encontrar en el mercado nacional o local, mientras que para el mecanismo con retroalimentación tendría un mecanismo complejo el cual demanda de elementos importados.

- Evaluación del criterio Facilidad de montaje y desmontaje

Tabla 7: Evaluación del criterio de facilidad de montaje y desmontaje

Facilidad de Montaje y Desmontaje	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa 1		0	0	1.0	0.167
Alternativa 2	1		1	3.0	0.500
Alternativa 3	1	0		2.0	0.333
Total				6.0	1.000

Fuente: (Riba, 2002)

Elaborado por: El Autor

Según el criterio de facilidad de montaje, como se indica en la Tabla 7, la alternativa 2, definida en un mecanismo de dos trituradoras de una sola vía situadas de manera consecutivas, tienen mayor ponderación por ser mecanismos que poseen un armado y desarmado fácil sin mayor complejidad.

- Evaluación del criterio Facilidad de mantenimiento

Tabla 8: Evaluación del criterio de Facilidad de mantenimiento

Facilidad de Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa 1		0	0	1.0	0.167
Alternativa 2	1		1	3.0	0.500
Alternativa 3	1	0		2.0	0.333
Total				6.0	1.000

Fuente: (Riba, 2002)

Elaborado por: El Autor

Según el criterio de facilidad de mantenimiento, como se señala en la Tabla 8, la alternativa 2, definida en un mecanismo de dos trituradoras de una sola vía situadas de manera consecutivas, tienen mayor ponderación por ser mecanismos que no poseen una mayor complejidad, debiendo ser mínimo.

Tabla de criterios finales

Tabla 9: Criterios finales

Criterios	Costo	Eficiencia	Existencia de materiales	Facilidad de montaje y desmontaje	Facilidad de mantenimiento	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa 1	0.055	0.044	0.028	0.028	0.01	1.165	0.291
Alternativa 2	0.110	0.113	0.071	0.085	0.03	1.409	0.352
Alternativa 3	0.165	0.113	0.071	0.057	0.02	1.426	0.357
Total						4.000	1.000

Fuente: (Riba, 2002)

Elaborado por: El Autor

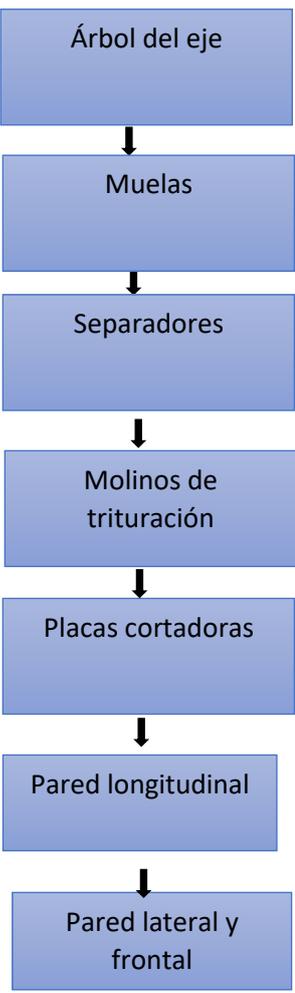
Según la tabla de criterios, como se indica en la Tabla 9, se tiene como mejor opción la tercera alternativa, definida como una trituradora con mecanismo de dos vías, generando una mayor ponderación bajo criterios de costo, eficiencia, existencia de materiales, facilidad de montaje y desmontaje, así como facilidad de mantenimiento, con un dato ponderado de 0.357.

El siguiente paso es el diseño de la máquina como se describe a continuación, por lo que:

Diseño de la propuesta (máquina procesadora de filtros)

Diagrama de procesos de todos los elementos constituyentes de la máquina, se indican en la Tabla 10, las cuales se dividen en árbol del eje, donde su funcionamiento es del sostenimiento de las muelas las cuales son las encargadas de triturar, conformada además por separadores, los cuales mantienen una distancia entre muelas, continuando con el conjunto armado del eje, muelas y separadores, compuesta además de placas cortadoras, las cuales al igual que las muelas se emplean para triturar, otra parte constitutiva son las paredes longitudinales las cuales son las encargadas de sostener a las placas cortadoras, mientras que las de tipo frontal y posterior mantienen a los ejes de los molinos trituradores a través de rodamientos.

Tabla 10: Diagrama de procesos

Descripción	Proceso
El árbol del eje será quien sostiene las muelas	 <pre> graph TD A[Árbol del eje] --> B[Muelas] B --> C[Separadores] C --> D[Molinos de trituración] D --> E[Placas cortadoras] E --> F[Pared longitudinal] F --> G[Pared lateral y frontal] </pre>
Son las encargadas de triturar	
Mantienen una distancia entre muelas	
Es el conjunto armado del eje las muelas y los separadores	
Al igual que las muelas sirven para triturar	
Son las encargadas de sostener a las placas cortadoras	
Mantienen a los ejes de los molinos trituradores a través de rodamientos	

Elaborado por: El Autor

Dimensionamiento de los engranajes

Según Nicolas Larburo (2001), el dimensionamiento de los engranajes es:

Diámetro primitivo

El diámetro primitivo se define de la siguiente manera:

$$d_{\text{ex}} = d + 2 * m$$

$$m = \frac{d}{z}$$

Donde:

- d_{ex} = Diámetro exterior = 55 mm
- d = Diámetro primitivo
- z = Numero de dientes = 21
- m = Módulo

$$d_{\text{ex}} = d + 2 * \frac{d}{z}$$

$$55 \text{ mm} = d + 2 * \frac{d}{21}$$

$$21 * 55 \text{ mm} = 21 * d + 2 * d$$

$$d = 50.2174 \text{ mm}$$

Por lo que el módulo es

$$m = \frac{50.2174}{21} = 2.3913$$

Addendum (Cabeza del diente) y el dedendum (pie del diente)

El addendum se define de la siguiente manera:

$$a = 1 * m$$

$$b = 1,25 * m$$

$$h = a + b$$

Donde:

- a = Addendum
- b = Dedendum
- h = Profundidad del diente
- m = Modulo = 2.3913

$$a = 1 * 2.3913 = 2.3913 \text{ mm}$$

$$b = 1,25 * 2.3913 = 2.989 \text{ mm}$$

$$h = 2.3913 \text{ mm} + 2.989 \text{ mm} = 5.3803 \text{ mm}$$

Distancia entre centros

La distancia entre centros se define de la siguiente manera:

$$c = \frac{d1 + d2}{2}$$

Donde:

- $d1$ = Diámetro primitivo del engranaje = 50.2174 mm
- $d2$ = Diámetro primitivo del piñón = 50.2174 mm
- C = Distancia entre centros

$$C = \frac{50.2174 \text{ mm} + 51.2174 \text{ mm}}{2} = 50.2174 \text{ mm}$$

Dimensionamiento de las catalinas y cadena

Según Nicolas Larburo (2001), el dimensionamiento de las catalinas es:

Diámetro primitivo

El diámetro primitivo se define de la siguiente manera:

$$d_{\text{ex}} = d + 2 * m$$

$$m = \frac{d}{z}$$

Donde:

- d_{ex} = Diámetro exterior = 54 mm
- d = Diámetro primitivo
- z = Numero de dientes = 25
- m = Módulo

$$d_{\text{ex}} = d + 2 * \frac{d}{z}$$

$$54 \text{ mm} = d + 2 * \frac{d}{25}$$

$$25 * 54 \text{ mm} = 25 * d + 2 * d$$

$$d = 50 \text{ mm}$$

Por lo que el módulo es

$$m = \frac{50}{25} = 2$$

Addendum (Cabeza del diente) y el dedendum (pie del diente)

El addendum se define de la siguiente manera:

$$a = 1 * m$$

$$b = 1,25 * m$$

$$h = a + b$$

Donde:

- a = Addendum
- b = Dedendum
- h = Profundidad del diente
- m = Modulo = 2

$$a = 1 * 2 = 2\text{mm}$$

$$b = 1,25 * 2 = 25\text{mm}$$

$$h = 2 \text{ mm} + 2.5 \text{ mm} = 4.5 \text{ mm}$$

Numero de rodillos de la cadena

$$N_e = \frac{2C}{p} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{p * (Z_1 + Z_2)^2}{4C}$$

$$P = \pi * m$$

Donde:

- N_e = Numero de rodillos
- $Z_2 = 25$
- $Z_1 = 25$
- P = Paso de la rueda
- C = Distancia entre centros = 319.68 mm
- m = Modulo = 2

$$P = \pi * 2 = 6.28$$

$$N_e = \frac{2 * 319.68}{6.28} + \frac{25 + 25}{2} + \frac{6.28 * (25 + 25)^2}{4 * 319.68}$$

$$N_e = 139$$

Selección de rodamientos para los árboles trituradores

La selección se inicia definiendo los siguientes parámetros que son:

- Inicialmente hay que considerar una vida útil, la cual se puede seleccionar de la Tabla 11, valorando la vida útil de los diferentes tipos de máquinas, según las horas de funcionamiento, las cuales varían de 20000 a 30000 horas de funcionamiento, en base a valores orientativos, para el empleo de máquinas que trabajan 8 horas diarios, utilizando plenamente sus capacidades, de los mecanismos constitutivos.

Tabla 11: Vida útil especificada

Tipo de máquina	Vida útil especificada Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas utilizadas intermitentemente o durante breves períodos: herramientas eléctricas portátiles, dispositivos de elevación en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas utilizadas intermitentemente o durante breves períodos donde se requiere una alta confiabilidad: ascensores (elevadores), grúas para productos embalados o eslingas para tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre utilizadas al máximo: transmisiones por engranajes de uso general, motores eléctricos para uso industrial, trituradoras giratorias	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario utilizando plenamente sus capacidades: herramientas mecánicas, máquinas para carpintería, máquinas para la industria de la ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos de impresión, separadores y centrifugadoras	20 000 ... 30 000
Máquinas para 24 horas de trabajo continuo: unidades de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Maquinaria para energía eólica, incluidos los rodamientos del eje principal, de orientación, de la caja de engranajes de cambio de paso, del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas de trenzado de cables, maquinaria de propulsión para buques de alta mar	60 000 ... 100 000
Máquinas eléctricas de gran tamaño, plantas de generación de energía, bombas para minas, ventiladores para minas, rodamientos para ejes en túnel para buques de alta mar	> 100 000

Fuente: (SKF, 2015)

La selección de rodamientos se da de la siguiente manera.

- Las Revoluciones = $n_D = 1750 \text{ rpm}$ = Es el rpm del motor

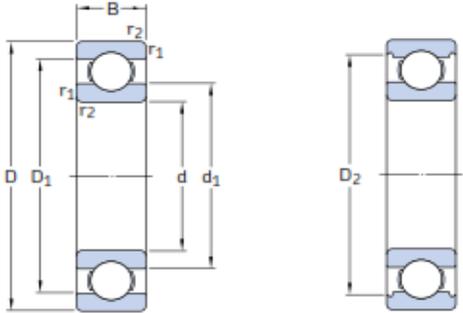
- Vida útil, $l_D = 30\ 000$ h
- Carga del sistema de trituración superior derecha = 9.84 Kg
- Carga de la polea = 0.233 Kg
- Carga del engranaje móvil = 0.2514 KG
- Carga del filtro de aceite = 1.19 Kg
- Carga del eje = 1.395 Kg
- $F_r = \text{Fuerza radial} = 9.84 + 0.233 + 0.2514 + 1.19 = 11.5144 \text{ Kg} * 9.8 \text{ m/s}^2 = 112.8411 \text{ N}$
- $F_a = \text{Fuerza Axial} = P_{\text{eje}} + 1/2(\text{Conjunto}) = 1.395 + 5.7472 = 7.1522 \text{ Kg} * 9.8 \text{ m/s}^2 = 70.092 \text{ N}$
- $C = \text{Capacidad de Carga}$
- Diámetro interior = 20 mm
- Factor de Rotación = 3
- $a = 3$ para cojinetes de bolas
- $F = \text{Factor de seguridad} = 2$

Por lo que:

$$P = 3 * (X_i V F_r + Y_i F_a) = 3 * (112.8411 \text{ N} * 1 * 1 + 70.092 * 1) = 548.8 \text{ N}$$

$$C = F * P \left(\frac{l_D * n_D * 60}{10^6} \right)^{\frac{1}{a}} = 2 * 548.8 \text{ N} \left(\frac{30\ 000 * 1750 * 60}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} = 16.09 \text{ KN}$$

Tabla 12: Rodamiento de Bolas



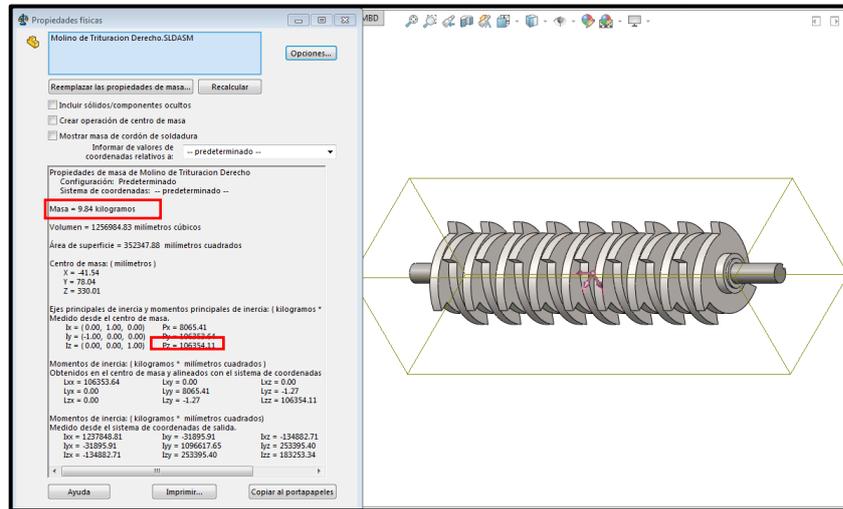
Dimensiones principales	Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación		
	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite				
d	D	B				kg	-		
mm									
12	21	5	1.43	0.67	0.028	70 000	43 000	0,0063	61801
	24	6	2.25	0.98	0.043	67 000	40 000	0,011	61901
	28	8	5.4	2.36	0.10	60 000	38 000	0,022	*6001
	30	8	5.07	2.36	0.10	56 000	34 000	0,023	16101
	32	10	7.28	3.1	0.132	50 000	32 000	0,037	*6201
	37	12	10.1	4.15	0.176	45 000	28 000	0,060	*6301
15	24	5	1.56	0.8	0.034	60 000	38 000	0,0074	61802
	28	7	4.36	2.24	0.095	56 000	34 000	0,016	61902
	32	8	5.85	2.85	0.12	50 000	32 000	0,025	*16002
	32	9	5.85	2.85	0.12	50 000	32 000	0,030	*6002
	35	11	8.06	3.75	0.16	43 000	28 000	0,045	*6202
	42	13	11.9	5.4	0.228	38 000	24 000	0,082	*6302
17	26	5	1.68	0.93	0.039	56 000	34 000	0,0082	61803
	30	7	4.62	2.55	0.108	50 000	32 000	0,018	61903
	35	8	6.37	3.25	0.137	45 000	28 000	0,032	*16003
	35	10	6.37	3.25	0.137	45 000	28 000	0,039	*6003
	40	9	9.56	4.75	0.2	38 000	24 000	0,048	98203
	40	12	9.95	4.75	0.2	38 000	24 000	0,065	*6203
20	40	12	11.4	5.4	0.228	38 000	24 000	0,064	6203 ETN9
	47	14	14.3	6.55	0.275	34 000	22 000	0,12	*6303
	62	17	22.9	10.8	0.455	28 000	18 000	0,27	6403
	32	7	4.03	2.32	0.104	45 000	28 000	0,018	61804
	37	9	6.37	3.65	0.156	43 000	26 000	0,038	61904
	42	8	7.28	4.05	0.173	38 000	24 000	0,050	*16004
20	42	9	7.93	4.5	0.19	38 000	24 000	0,051	98204 Y
	42	12	9.95	5	0.212	38 000	24 000	0,069	*6004
	47	14	13.5	6.55	0.28	32 000	20 000	0,11	*6204
	47	14	15.6	7.65	0.325	32 000	20 000	0,096	6204 ETN9
	52	15	16.8	7.8	0.335	30 000	19 000	0,14	*6304
	52	15	18.2	9	0.38	30 000	19 000	0,14	6304 ETN9
72	19	30.7	15	0.64	24 000	15 000	0,40	6404	

Fuente: (SKF, 2015)

En base a la tabla 12 se elecciona rodamientos de 16.8 KN de capacidad de Carga, en vista que se requiere máximo 16.09 KN, donde le dimetro interios es de hasta 20 mm, el exterior de hasta 52mm y el ancho de 15mm, con una carga estática de 7.8, con una carga limite de fatiga de 0.335 KN, donde la velocidad de referencia es de hasta 30000 rpm, generandose una masa de hasta 0.14 kg, por lo que se desgina con *6304.

es de 1256984.83 mm^3 , con un área de 352347.88 mm^2 , donde el momento de inercia en el eje z que es según el grado de funcionamiento es de $106354,11 \text{ kilogramos} \cdot \text{milímetro}$.

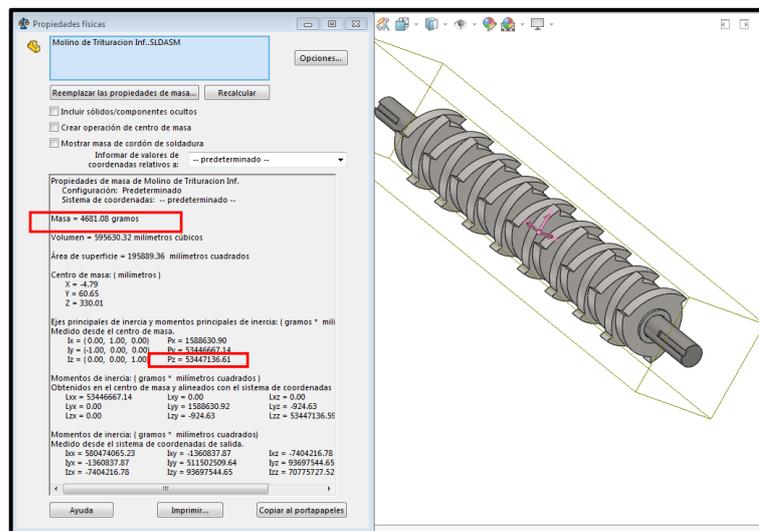
Figura 7: Mecanismo de trituración superior derecha



Elaborado por: El Autor

- Molino de Trituración Inferior Izquierda, como se señala en la Figura 8, donde se detalla que la masa es de 4681.08 gramos , mientras que el volumen es de 595630.32 mm^3 , con un área de 195889.36 mm^2 , donde el momento de inercia en el eje z que es según el grado de funcionamiento es de $53447136.61 \text{ gramos} \cdot \text{milímetro}$.

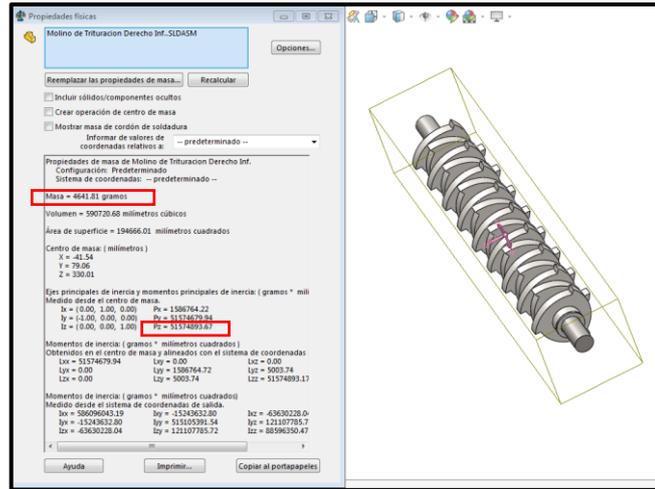
Figura 8: Mecanismo de trituración inferior izquierda



Elaborado por: El Autor

- Molino de Trituración Inferior Derecha, como se observa en la Figura 9, donde se detalla que la masa es de 4681.08 gramos, mientras que el volumen es de 590720.68 mm³, con un área de 194666.01 mm², donde el momento de inercia en el eje z que es según el grado de funcionamiento es de 51574893.67 gramos*milímetro.

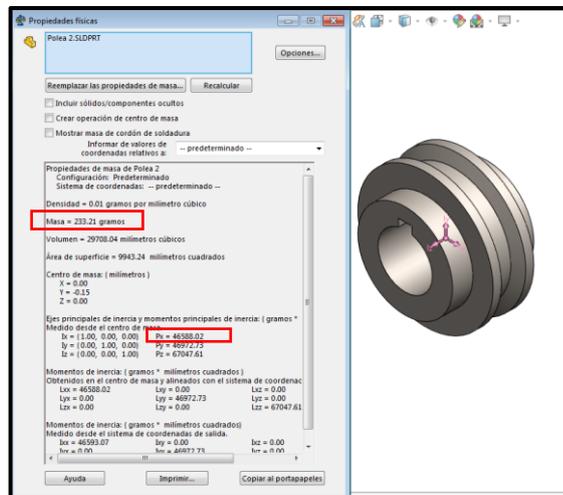
Figura 9: Mecanismo de trituración inferior derecha



Elaborado por: El Autor

- Polea x 4, como se visualiza en la Figura 10, donde se detalla que la masa es de 233.21 gramos, mientras que el volumen es de 29708.04 mm³, con un área de 9943.24 mm², donde el momento de inercia en el eje x que es según el grado de funcionamiento es de 46588.02 gramos*milímetro.

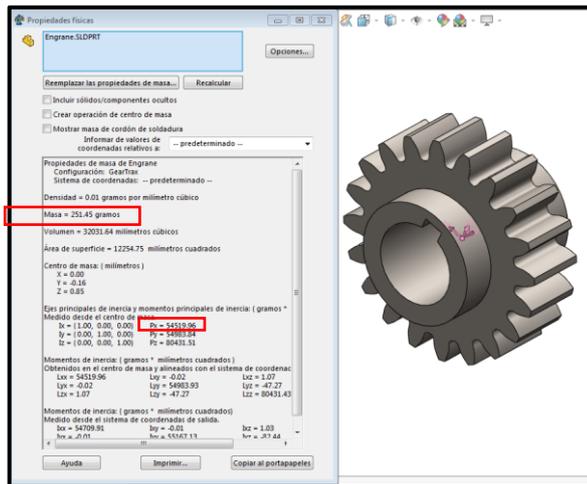
Figura 10: Polea



Elaborado por: El Autor

- Engranaje x 2, como se indica en la Figura 11, es de 251.45 gramos, mientras que el volumen es de 32031.64 mm³, con un área de 12254.75 mm², donde el momento de inercia en el eje x que es según el grado de funcionamiento es de 54519.96 gramos*milímetro.

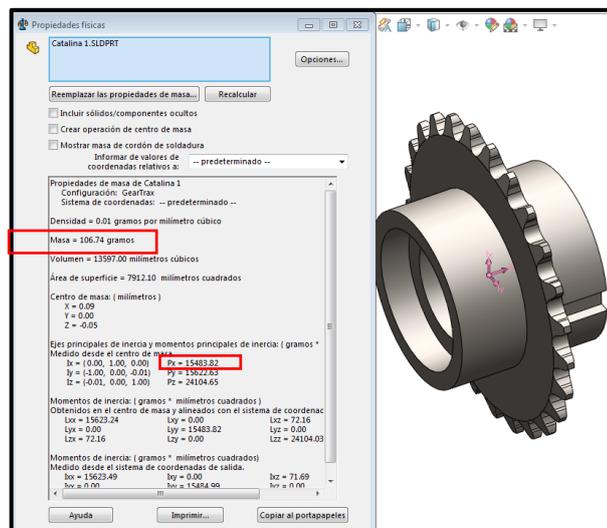
Figura 11: Engranaje



Elaborado por: El Autor

- Catalina simple x 2, como se detalla en la Figura 12, es de 106.74 gramos, mientras que el volumen es de 13597 mm³, con un área de 7912.1 mm², donde el momento de inercia en el eje x que es según el grado de funcionamiento es de 15483.82 gramos*milímetro.

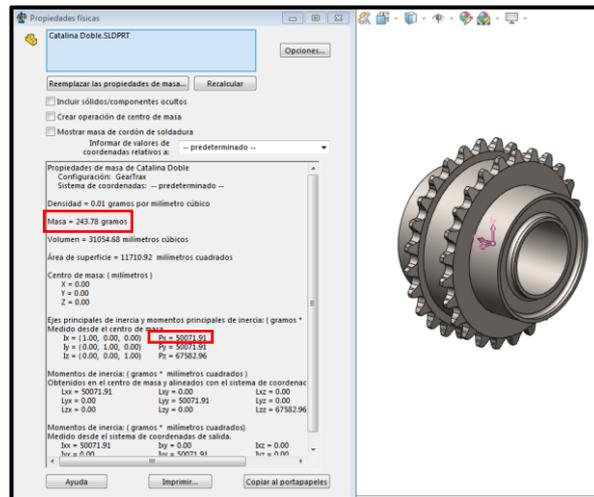
Figura 12: Catalina simple



Elaborado por: El Autor

- Catalina doble, como se señala en la Figura 13, es de 243.78 gramos, mientras que el volumen es de 31054.68 mm³, con un área de 11710.92 mm², donde el momento de inercia en el eje x que es según el grado de funcionamiento es de 50071.81 gramos*milímetro.

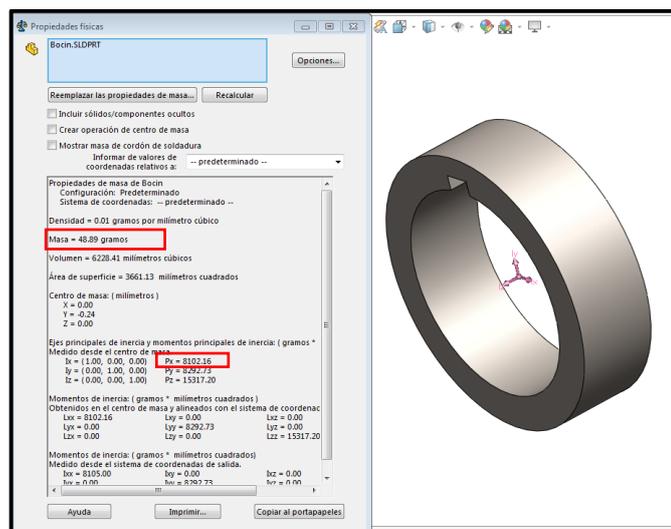
Figura 13: Catalina doble



Elaborado por: El Autor

- Bocín, como se detalla en la Figura 14, es de 48.89 gramos, mientras que el volumen es de 6228.41mm³, con un área de 3661.13 mm², donde el momento de inercia en el eje x que es según el grado de funcionamiento es de 8102.16 gramos*milímetro.

Figura 14: Bocín



Elaborado por: El Autor

En tanto que para el filtro de aceite, el momento de inercia del filtro de aceite a determinar es:

$$I = \frac{1}{2} m_T r^2$$

Donde:

I = Momento de inercia

r = Radio = 4.7 cm = 47 mm

m = Masa = 1.19 Kg

$$I = \frac{1}{2} \times 1190 \text{ gr} (47\text{mm})^2 = 1314355 \text{ gr} * \text{mm}^2 = 1314.355 \text{ Kg} * \text{mm}^2$$

Por lo que, los datos característicos a usar según sus elementos, se detallan en la Tabla 13, donde se detalla los elementos que intervienen en la trituración, la masa de cada elemento, de igual forma la inercia individual, así como la total y la cantidad de piezas constitutivas.

Tabla 13: Resumen de datos característicos de elementos

ELEMENTO	MASA (kg)	INERCIA (kg*mm ²)	CANTIDAD	INERCIA TOTAL (kg*mm ²)
Filtro de aceite	1.19	1314.355	1	1314.355
Molino de Trituración Superior Izquierda	9.8	104508.656	1	104508.656
Molino de Trituración Superior Derecha	9.84	106354.11	1	106354.11
Molino de Trituración Inferior Izquierda	4.68	53447.136	1	53447.136
Molino de Trituración Inferior Derecha	4.64	51574.893	1	51574.893
Polea	0.233	46.588	4	186.352
Engranaje	0.25145	54.52	2	109.04
Catalina Simple	0.10674	15.622	2	31.244
Catalina Doble	0.244	50.072	1	50.072
Bocín	0.05	8.102	1	8.102
			TOTAL	317583.96

Elaborado por: El Autor

- $I = 317583.96 \text{ Kg} * \text{mm}^2 = 0.31758396 \text{ Kg} * \text{m}^2$
- Velocidad Angular $\omega = 500 \text{ rpm} = 52.36 \text{ rad/seg}$
- Tiempo de encendido del motor $t = 0,5 \text{ seg}$

- Aceleración angular

$$\alpha = \frac{W_f}{t} = \frac{52.36}{0,5} = 104.72 \text{ rad/s}^2$$

Torque

$$T = I_T * \alpha = (0.31758396 \text{ kg} * \text{m}^2) \left(104.72 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right) = 33.2574 \text{ Nm}$$

Potencia

$$P = T * W_f = (33.2574 \text{ Nm}) \left(52.36 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) = 1741.357 \text{ watts} = 2.336 \text{ hp}$$

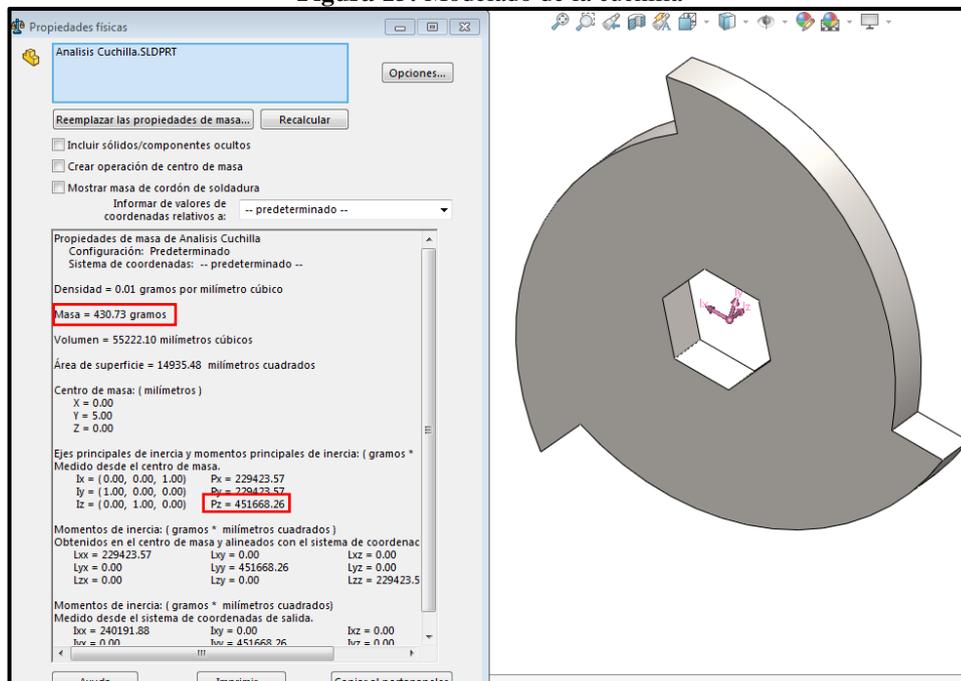
Una vez calculada la potencia requerida y por facilidad de adquisición se selecciona un motor de 3 hp.

Análisis

Análisis de cuchillas

El análisis se da en función de su torque, definiendo su masa de 430.73 gramos e inercia de masa de 451668 gramos*milímetros cuadrados, mientras que en el filtro de aceite, la masa individual es de 1.19 Kg, en tanto que su inercia es de 1314.355 Kilogramos*milímetros cuadrados, como se lo visualiza en la Figura 15 y Tabla 14, de la siguiente manera:

Figura 15: Modelado de la cuchilla



Elaborado por: El Autor

Tabla 14: Elementos de corte actuantes

ELEMENTO	MASA IND. (kg)	INERCIA IND. (kg*mm ²)	CANTIDAD	INERCIA TOTAL (kg*mm ²)
Filtro de aceite	1.19	1314.355	1	1314.355
Cuchilla	0.43	451.668	1	451.668
			TOTAL	1766.023

Elaborado por: El Autor

$$I_t = 1766.023 \text{ Kg} \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Velocidad Angular } W_f = 500 \text{ rpm} = 52.36 \text{ rad/seg}$$

$$\text{Tiempo de encendido del motor } t = 0,5 \text{ seg}$$

Aceleración angular

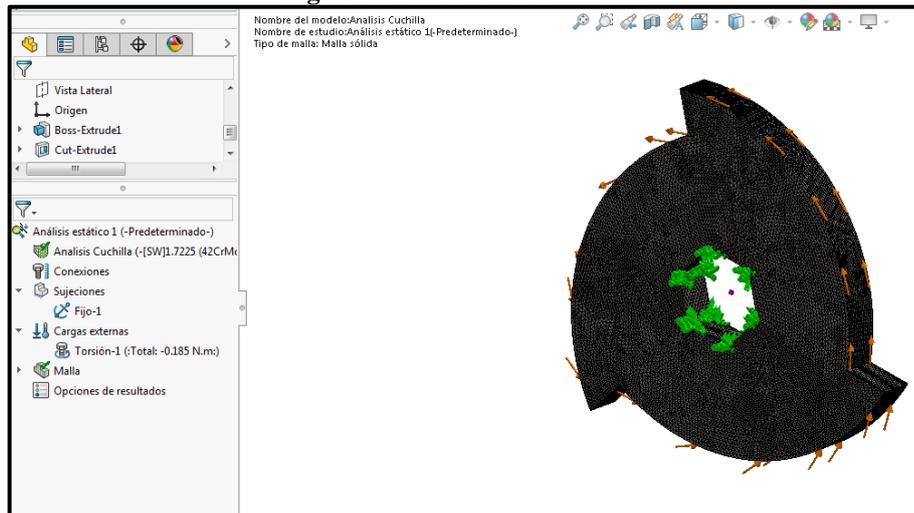
$$\alpha = \frac{W_f}{t} = \frac{52.36}{0,5} = 104.72 \text{ rad/s}^2$$

Torque

$$T = I_T * \alpha = (0.001766023 \text{ kg} * \text{m}^2) \left(104.72 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right) = 0.185 \text{ Nm}$$

El siguiente paso es la definición de las condiciones de contorno y mallado, por lo que se define las sujeciones de tipo fijas en el centro de forma hexagonal de la cuchilla, así como la aplicación del torque calculado, el cual es de 0.185 Nm, en la zona exterior de la cuchilla, en todo el espesor, en función total, como se visualiza en la Figura 16, con un mallado fino, que permita obtener datos mas aceptables los cuales concuerden con uno de tipo físico.

Figura 16: Mallado de la cuchilla

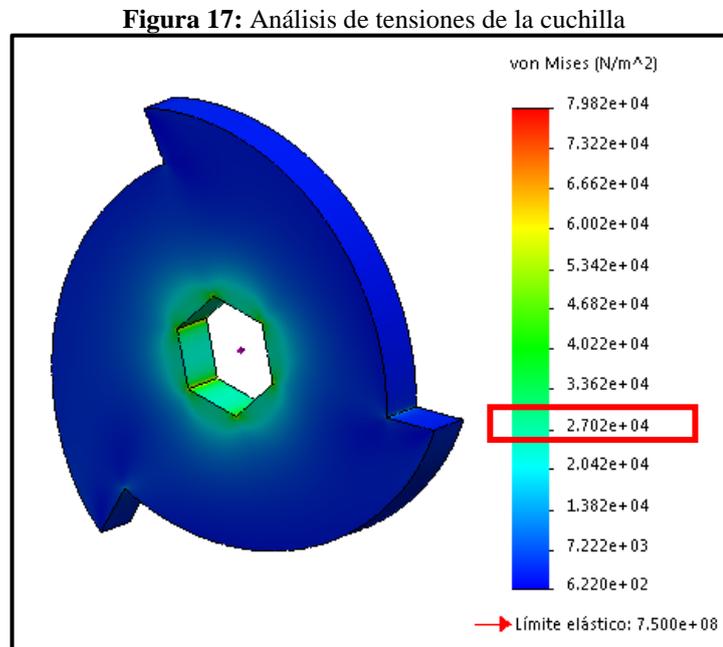


Elaborado por: El Autor

Obteniendo

- **Tensiones**

Según el análisis de tensiones, en la escala de vonMises el valor promedio es de 0.02702 MPa, con un color verdoso según el código de colores dando como válido el diseño, como se lo visualiza en la Figura 17, en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 0.07982 MPa a 0.000622 MPa según la escala limitada por el material, el cual se ubica casi en su totalidad en azul, dando su punto crítico en la zona central hexagonal.

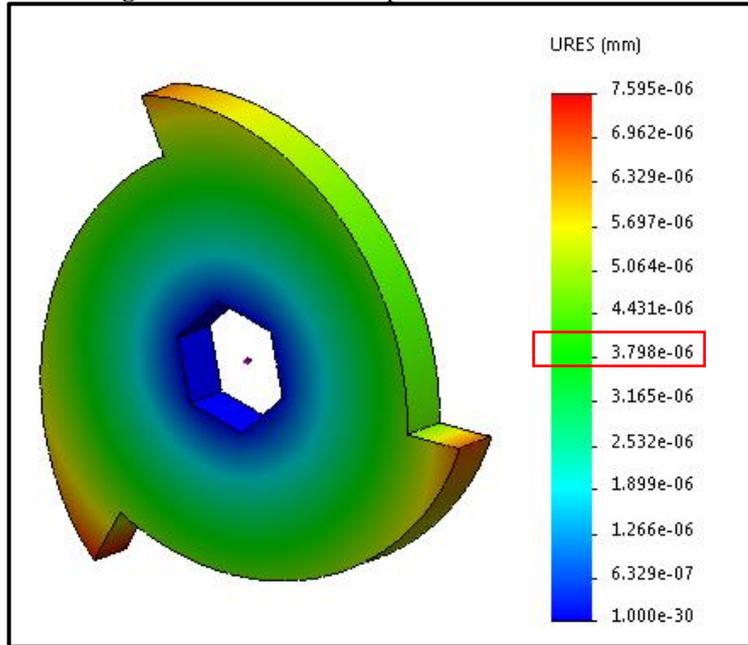


Elaborado por: El Autor

- **Desplazamiento**

Según el análisis de desplazamiento, el valor promedio de deformación es de 0.000003798 mm, dando un color verde según el código de colores, dando como valido el diseño de la cuchilla, como se observa en la Figura 18, en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 7.595×10^{-6} a 1×10^{-30} mm, según la escala limitada por el material, fijándose como puntos críticos las puntas de las cuchillas.

Figura 18: Análisis de desplazamiento de la cuchilla

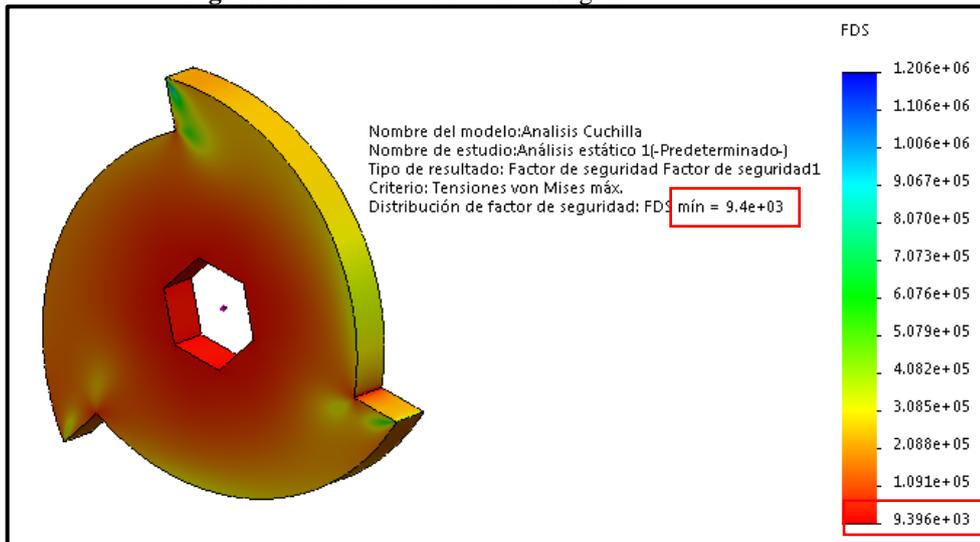


Elaborado por: El Autor

- **Factor de Seguridad**

El factor de seguridad resultante es de 9396, validando el diseño, el cual según Mott (2009), recomienda que para elementos de máquinas bajo cargas dinámicas debe estar el FDS entre 4 o más, como se detalla en la Figura 19; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 1.206×10^6 a 9.396×10^3 , según la escala limitada por el material, fijándose como puntos críticos en la parte central de la cuchilla.

Figura 19: Análisis del Factor de Seguridad de la cuchilla

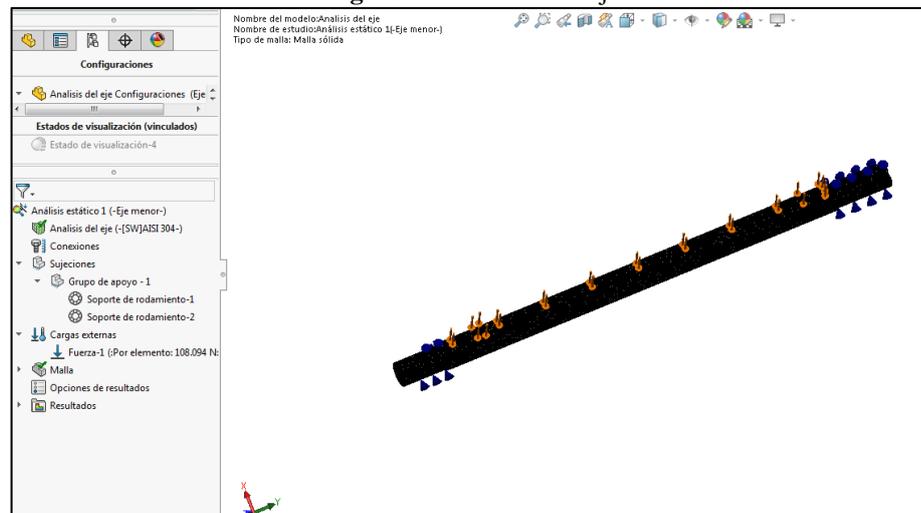


Elaborado por: El Autor

Analisis del eje

Para lo cual se emplea una fuerza definida en función de una masa de: $(9.84\text{Kg} + 1.19) \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 108.094 \text{ N}$, por lo que se define las condiciones de contorno como son en los lados sujeciones por rodamientos, y una carga en la barra de 108.094 N , como se lo visualiza en la Figura 20, con un mallado fino, que permita obtener datos aceptables los cuales concuerden con uno de tipo físico.

Figura 20: Mallado del eje



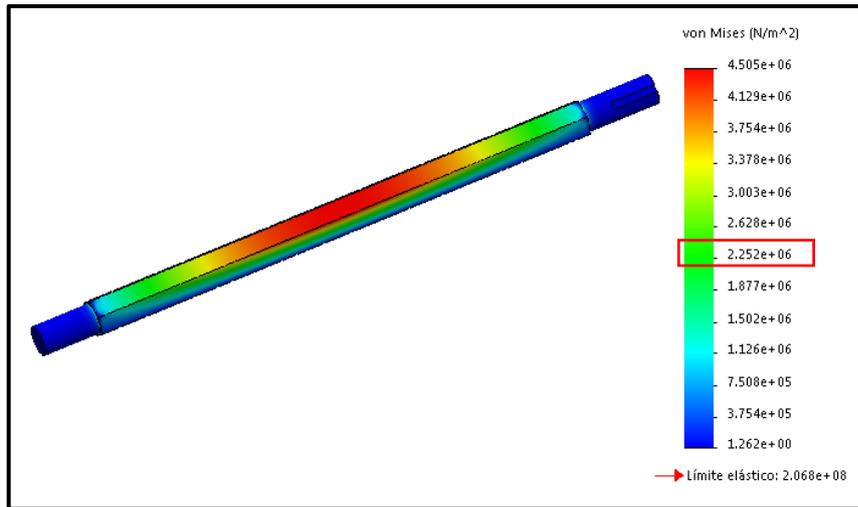
Elaborado por: El Autor

Obteniendo como resultados:

- **Tensiones**

Según el análisis de tensiones, en la escala de vonMises el valor promedio es de 2.252 MPa , con un color verde según el código de colores dando como válido el diseño, como se indica en la Figura 21; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 4.505 MPa a 0.000001262 MPa según la escala limitada por el material, ubicándose como su punto critico el centro del eje, así como las zonas que menos flejan están en los lados del eje.

Figura 21: Análisis de tensiones del eje

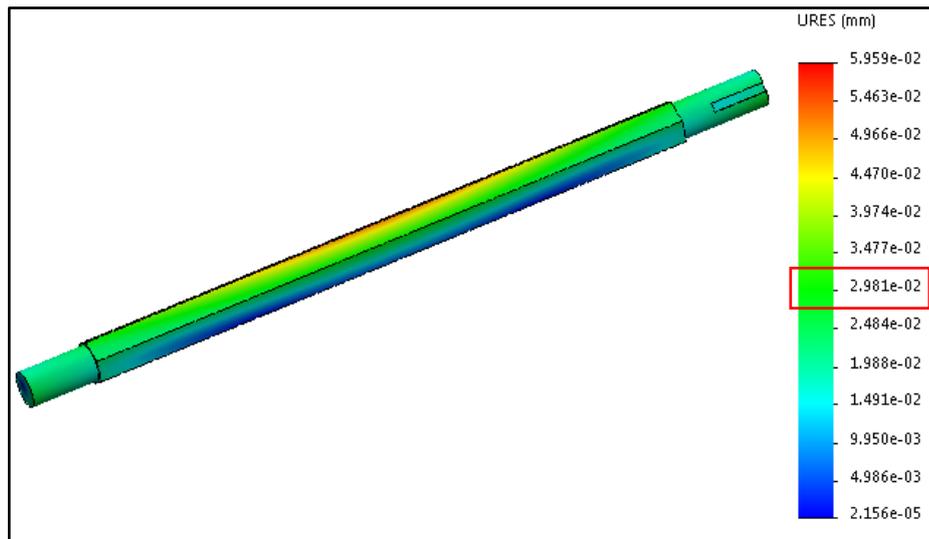


Elaborado por: El Autor

- **Desplazamiento**

Según el análisis de desplazamiento, el valor promedio de deformación es de 0.02981 mm, dando un color verde según el código de colores, dando como valido el diseño del eje del árbol, como se muestra en la Figura 22, en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 5.959×10^{-2} a 2.156×10^{-5} mm, según la escala limitada por el material, fijándose como puntos críticos en la zona central del eje.

Figura 22: Análisis de desplazamiento del eje

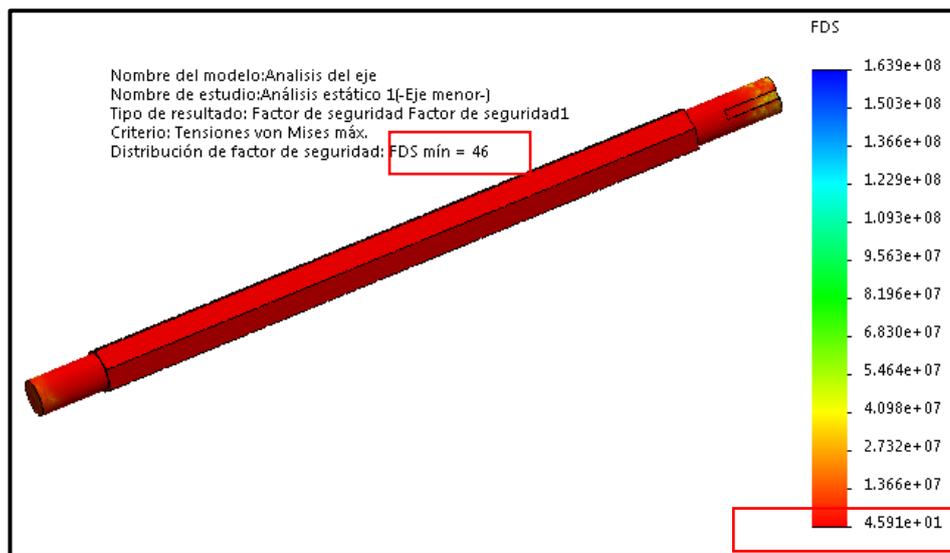


Elaborado por: El Autor

- **Factor de Seguridad**

El factor de seguridad resultante es de 46, validando el diseño, el cual según Mott (2009), recomienda que para elementos de máquinas bajo cargas dinámicas debe estar el FDS entre 4 o más, como se indica en la Figura 23; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 1.639×10^8 a 45.91, según la escala limitada por el material.

Figura 23: Análisis del Facto de Seguridad del eje



Elaborado por: El Autor

Analisis del conjunto de molienda inferior

El análisis se da en función de su torque de la siguiente manera:

- I_{MI} = Momento de Inercia del Conjunto Inferior = $53\,447.136 \text{ Kg} \cdot \text{mm}^2$
- I_F = Momento de Inercia del Filtro = $1\,314.355 \text{ Kg} \cdot \text{mm}^2$

$$I_t = 54761.491 \text{ Kg} \cdot \text{mm}^2 = 0.054761491 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

Velocidad Angular $\mathbf{Wf} = 500 \text{ rpm} = 52.36 \text{ rad/seg}$

Tiempo de encendido del motor $\mathbf{t} = 0,5 \text{ seg}$

Aceleración angular

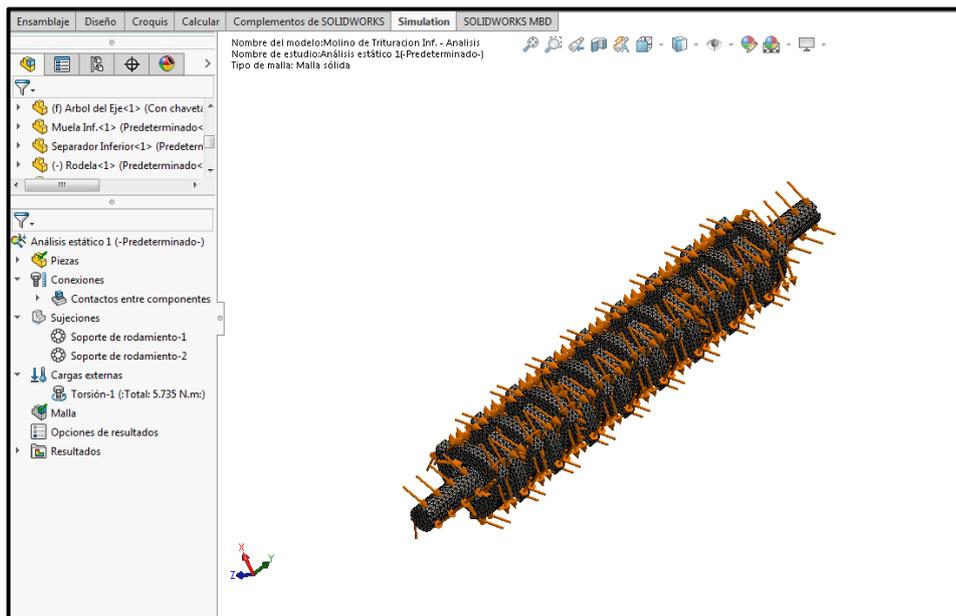
$$\alpha = \frac{W_f}{t} = \frac{52.36}{0,5} = 104.72 \text{ rad/s}^2$$

Torque

$$T = I_T * \alpha = (0.054761491 \text{ kg} * \text{m}^2) \left(104.72 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right) = 5.735 \text{ Nm}$$

El siguiente paso es la definición de las condiciones de contorno y el mallado como se indica en la Figura 24, donde las sujeciones ubicadas en los extremos es de tipo soporte rodamiento y el torque total en todo el elemento, el cual es delimitado y calculado de 5.735 Nm, con un mallado fino, que permita obtener datos aceptables los cuales concuerden con uno de tipo físico, siendo mas similares con los reales.

Figura 24: Mallado del conjunto inferior de trituración



Elaborado por: El Autor

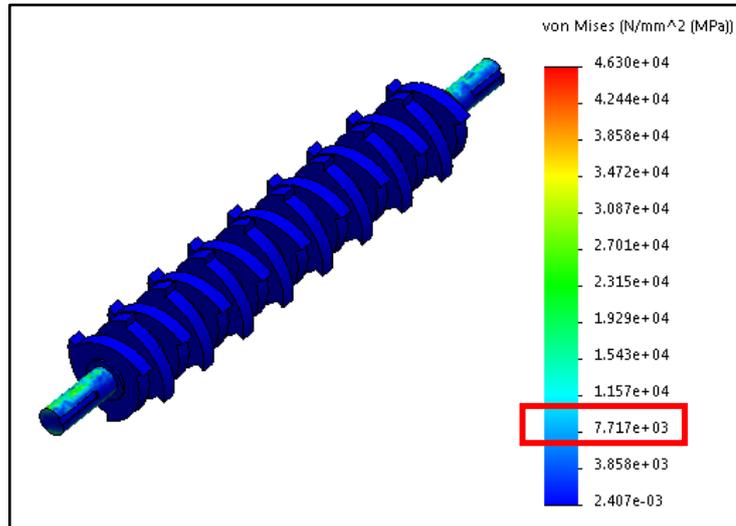
Obteniendo

- **Tensiones**

Según el análisis de tensiones, en la escala de vonMises, el valor máximo se da en los ejes laterales que es de 7717 MPa, con un color celeste, según el código de colores dando como válido el diseño, como se señala en la Figura 25; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 46300 MPa a 0.002407 MPa

según la escala limitada por el material, ubicándose como zonas de mayor flejación en los extremos.

Figura 25: Análisis de tensión del conjunto inferior de trituración

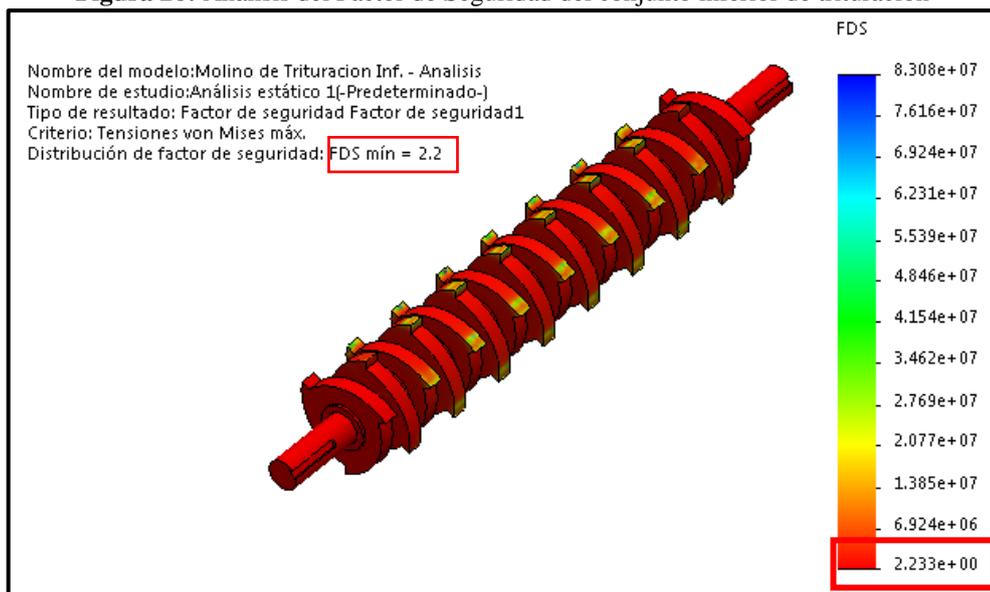


Elaborado por: El Autor

- **Factor de Seguridad**

El factor de seguridad resultante es de 2.2, validando el diseño, el cual según Mott (2009), recomienda que para elementos de máquinas bajo cargas dinámicas debe estar el FDS entre 2 o 2.5, como se detalla en la Figura 26; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 8.308×10^7 a 2.233, según la escala limitada por el material.

Figura 26: Análisis del Factor de Seguridad del conjunto inferior de trituración



Elaborado por: El Autor

Analisis del conjunto de molienda superior

El análisis se da en función de su torque de la siguiente manera:

- I_{MI} = Momento de Inercia del Conjunto Superior = 106 354.11 Kg*mm²
- I_F = Momento de Inercia del Filtro = 1 314.355 Kg*mm²

$$I_t = 107\ 668.465\ \text{Kg} \cdot \text{mm}^2 = 0.107668465\ \text{Kg} \cdot \text{m}^2$$

Velocidad Angular $W_f = 500\ \text{rpm} = 52.36\ \text{rad/seg}$

Tiempo de encendido del motor $t = 0,5\ \text{seg}$

Aceleración angular

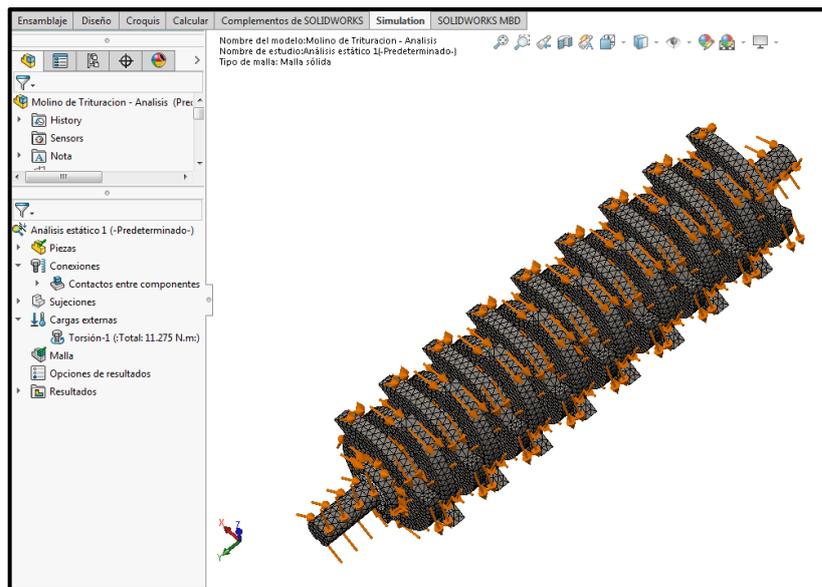
$$\alpha = \frac{W_f}{t} = \frac{52.36}{0,5} = 104.72\ \text{rad/s}^2$$

Torque

$$T = I_T * \alpha = (0.107668465\ \text{kg} * \text{m}^2) \left(104.72\ \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right) = 11.275\ \text{Nm}$$

El siguiente paso es definicio las condiciones de contorno y mallado como se visualzia en la Figura 27, por lo que se define sujeciones en los extremos del conjunto tipo soporte de rodamiento y el torque de 11.275 Nm; con un mallado fino, que permita obtener datos aceptables los cuales concuerden con uno de tipo físico, siendo más similares con los reales.

Figura 27: Mallado del conjunto superior de trituración



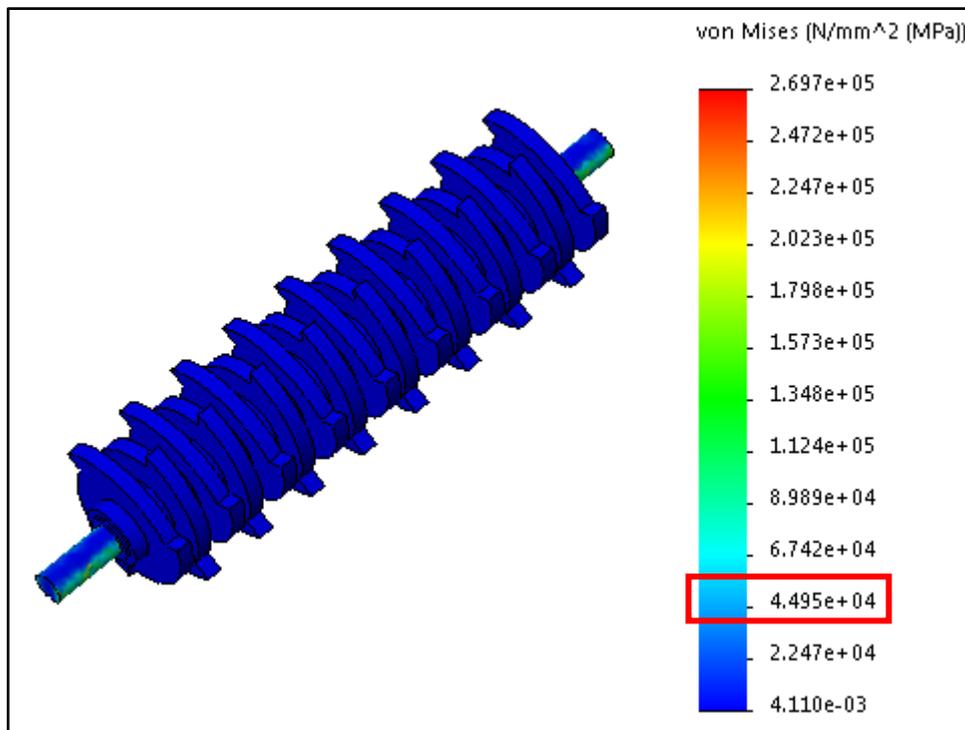
Elaborado por: El Autor

Obteniendo

- **Tensiones**

Según el análisis de tensiones, en la escala de vonMises, el valor máximo se da en los ejes laterales que es de 44950 MPa, con un color celeste, según el código de colores dando como válido el diseño, como se señala en la Figura 28; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 269700 MPa a 0.00411 MPa según la escala limitada por el material, ubicándose como zonas de mayor flejación en los extremos

Figura 28: Análisis de tensión del conjunto superior de trituración

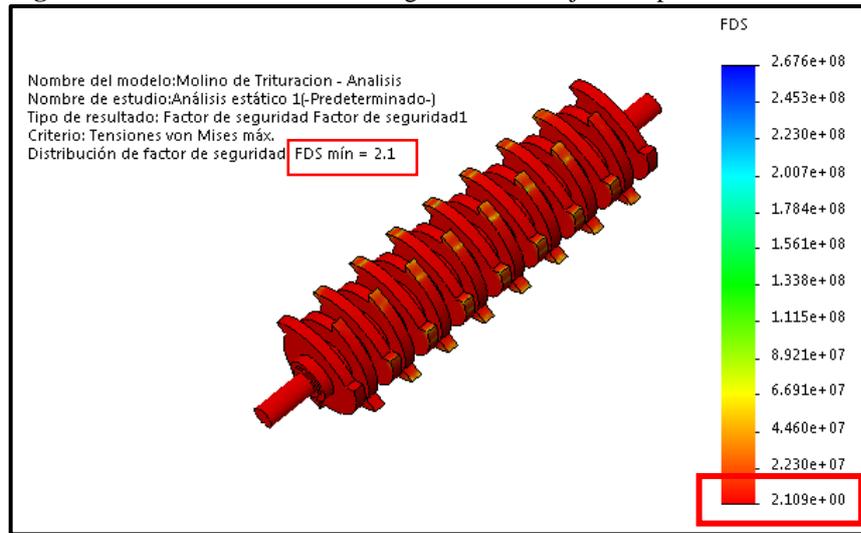


Elaborado por: El Autor

- **Factor de Seguridad**

El factor de seguridad resultante es de 2.1, validando el diseño, el cual según Mott (2009), recomienda que para elementos de máquinas bajo cargas dinámicas debe estar el FDS entre 2 o 2.5, como se visualiza en la Figura 29; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 2.676×10^8 a 2.109, según la escala limitada por el material.

Figura 29: Análisis del Factor de Seguridad del conjunto superior de trituración



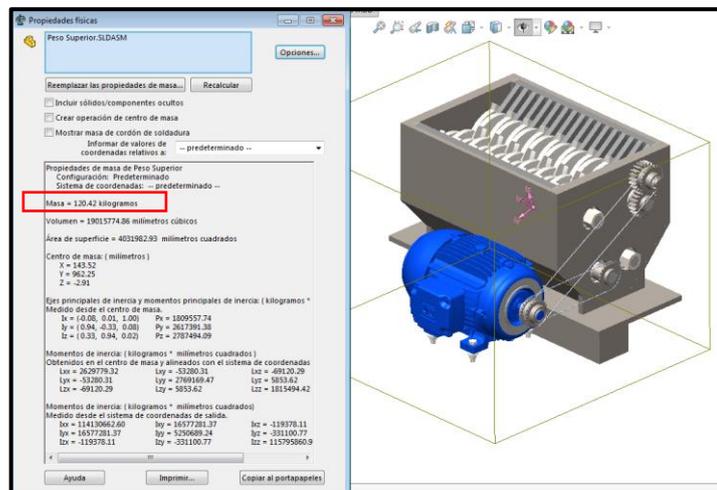
Elaborado por: El Autor

Análisis de estructural

El análisis estructural se determina de la siguiente manera:

- Carga superior a aplicar, como se observa en la Figura 30. es de 120.42 Kg, del conjunto de los elementos ubicados en la carga superior, los cuales están compuestos de conjuntos de cuchillas de trituración superiores, así como inferiores, de paredes frontal, posterior, así como laterales, de engranajes mientras que el volumen es de 19015774.86 mm³, con un área de 4031982.93 mm².

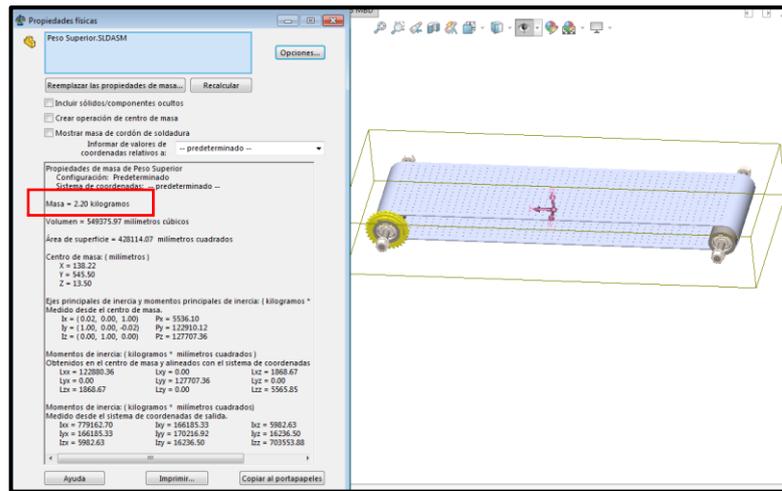
Figura 30: Carga superior



Elaborado por: El Autor

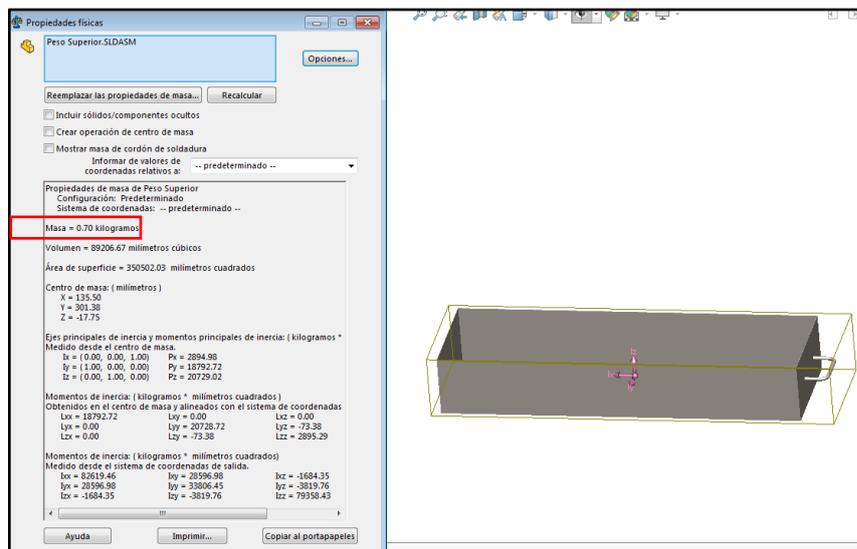
- Carga Inferior a aplicar, como se detalla en la Figura 31 y 32, es de 2.2 kilogramos y 0.70 kilogramos del conjunto de los elementos ubicados en la parte inferior de la estructura compuesta de ejes de rodillos, así como de una banda ubicadas en el centro del componente estructural, mientras que el volumen es de 549375.97 mm³ y 89206.67 mm³, con un área de 428114.07 mm² y 350502.03 mm².

Figura 31: Carga inferior I



Elaborado por: El Autor

Figura 32: Carga inferior II

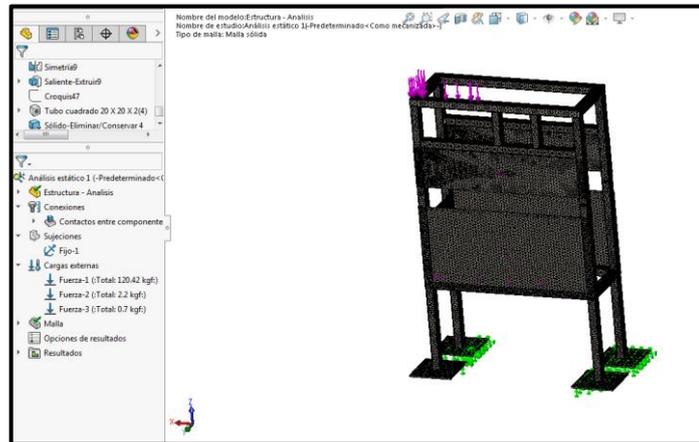


Elaborado por: El Autor

Por lo que se define el mallado, sujeciones fijas en las placas bases y las cargas a aplicar de 120.42 kg, 2.2 kg y 0.7 kg en tipo total, el cual representan valores en

todos los conjuntos, como se define en la Figura 33, con un mallado fino, que permita obtener datos aceptables los cuales concuerden con uno de tipo físico, siendo más similares con los reales. como son:

Figura 33: Mallado de la estructura soporte



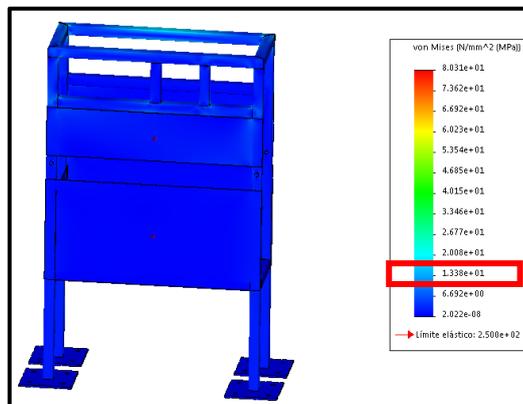
Elaborado por: El Autor

Obteniendo como resultado:

- **Tensiones**

Según el análisis de tensiones, en la escala de vonMises el valor promedio es de 13.38 MPa, con un color azul según el código de colores dando como válido el diseño, como se indica en la Figura 34; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 80.31 MPa a 0.00000002022 MPa según la escala limitada por el material, ubicándose como zonas de mayor flejación en los parantes superiores de tipo longitudinales.

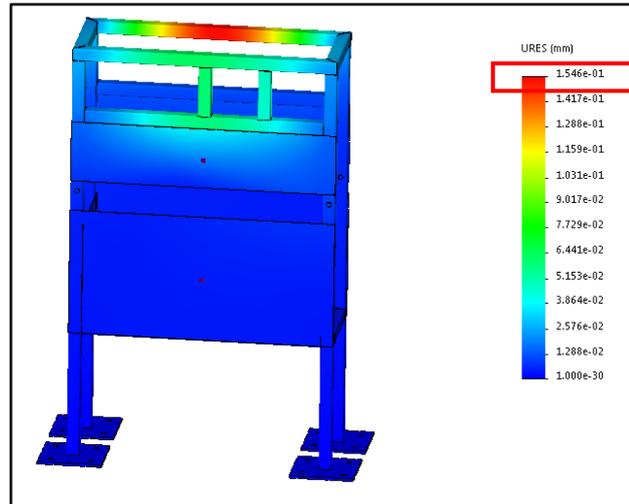
Figura 34: Análisis de tensiones de la estructura soporte



Elaborado por: El Autor

- Según el análisis de desplazamientos, el valor máximo es de 0.15 mm, el cual es mínimo dando como aceptable, como se observa en la Figura 35; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 1.546×10^{-1} a 1×10^{-30} mm, según la escala limitada por el material, fijándose como puntos críticos en los parantes superiores de tipo longitudinales.

Figura 35: Análisis de desplazamiento de la estructura soporte

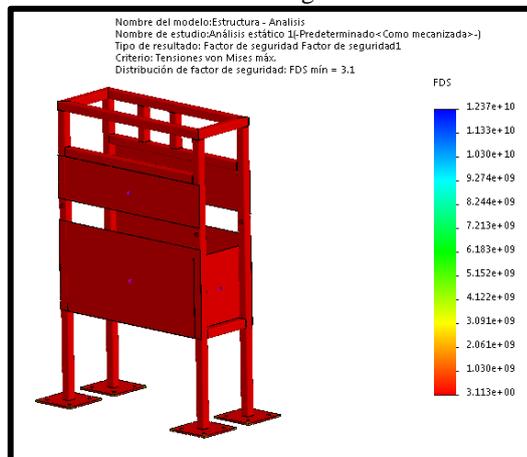


Elaborado por: El Autor

- **Factor de Seguridad**

El factor de seguridad resultante es de 3.1, validando el diseño, el cual según Mott (2009), recomienda que para elementos de máquinas bajo cargas dinámicas debe estar el FDS entre 2 o 2.5, como se detalla en la Figura 36; en el cual se presenta valores que varían en rangos que van desde 1.237×10^{10} a 3.113, según la escala limitada por el material.

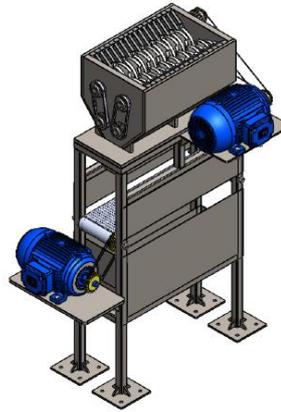
Figura 36: Análisis del Factor de Seguridad de la estructura soporte



Elaborado por: El Autor

Por lo que la maquina final tiene el siguiente modelado, como se indica en la Figura 37.

Figura 37: Modelado de la máquina trituradora de filtros



Elaborado por: El Autor

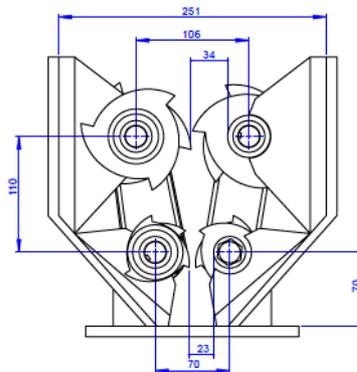
Evidenciándose los planos de los elementos constitutivos en el Anexo 1.

Optimización

Reducción de volumen

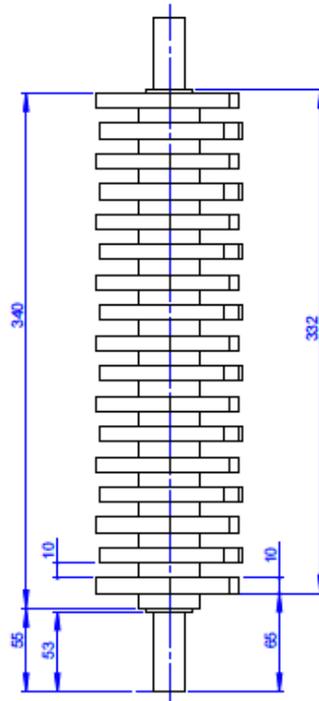
La optimización radica en la disminución del porcentaje del volumen de los filtros al ingresar a la máquina, como se indica en las Figuras 38, 39 y 40, donde se detallan la distancia entre los sistemas trituradores del conjunto, donde se delimitan las separaciones existentes entre las cuchillas, así como de las dimensiones de los conjuntos compuestos por el mecanismo de cuchillas de trituración superior, así como inferior.

Figura 38: Distancia entre los sistemas trituradores



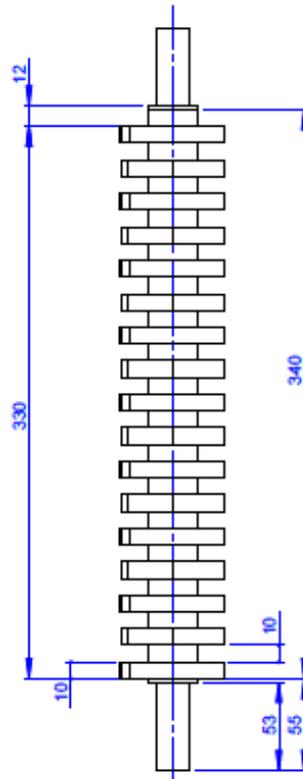
Elaborado por: El Autor

Figura 39: Dimensiones del mecanismo de cuchillas de trituración superior



Elaborado por: El Autor

Figura 40: Dimensiones del mecanismo de cuchillas de trituración inferior



Elaborado por: El Autor

Los filtros tienen las siguientes dimensiones, como se definen en la Tabla 15, donde se tienen 5 elementos, donde sus diámetros varían de 80, 110, 94 y 108 mm, así como su altura las cuales originan dimensiones de 100, 170, 260, 265 y 200 mm, generando volúmenes de 502 654.8, 854 513.2, 2 470 862.6, 1 839 041.2 y 1 832 176.8 mm³

Tabla 15: Dimensiones de filtros

No de elemento	Diámetro Ø (mm)	Altura H (mm)	Volumen V (mm ³)
1	80	100	502 654.8
2	80	170	854 513.2
3	110	260	2 470 862.6
4	94	265	1 839 041.2
5	108	200	1 832 176.8

Elaborado por: El Autor

Según las dimensiones entre las cuchillas, los filtros disminuirían sus volúmenes en:

- En el sistema de mecanismo de cuchillas de trituración superior.

34 mm x 10 mm

- En el sistema de mecanismo de cuchillas de trituración inferior.

23 mm x 10 mm

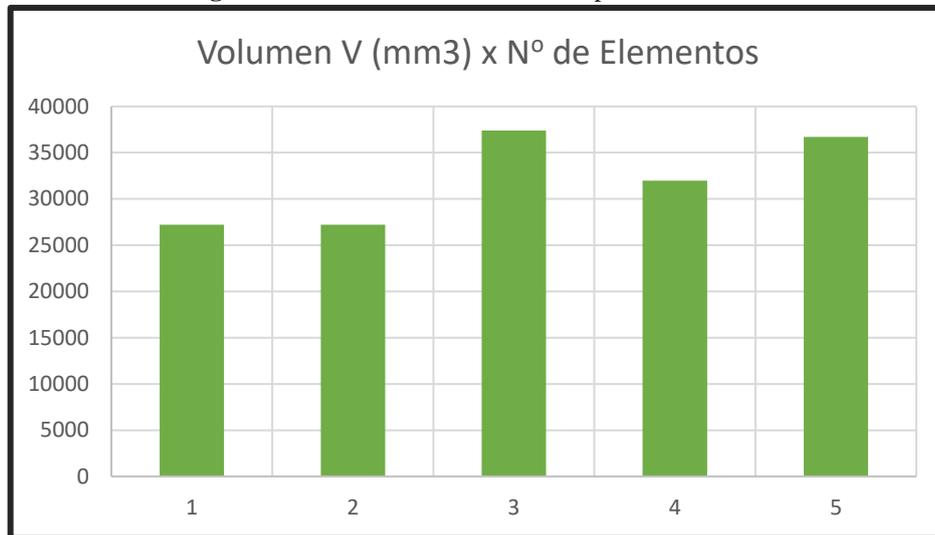
Los volúmenes a reducir según el tipo de filtro, en el sistema de mecanismos de cuchillas de trituración superior, como se indican en la Tabla 16 y la Figura 41, dan valores donde el ancho es de 34 mm, mientras que el largo es de 10 mm, y la altura varía desde 80 a 110 mm³; mientras que en la Tabla 17 y la Figura 42, dan de igual manera valores de ancho 23mm, largo 10 mm, y alturas de 80 a 110 mm, son:

Tabla 16: Reducción de filtros al pasar por el primer mecanismo de corte

No de elemento	Ancho b (mm)	Largo L (mm)	Altura H (mm)	Volumen V (mm ³)	% de Reducción
1	34	10	80	27 200	94.6%
2	34	10	80	27 200	96.8%
3	34	10	110	37 400	95.8%
4	34	10	94	31 960	98.3%
5	34	10	108	36 720	97.9%

Elaborado por: El Autor

Figura 41: Reducción de filtros en la primera estación



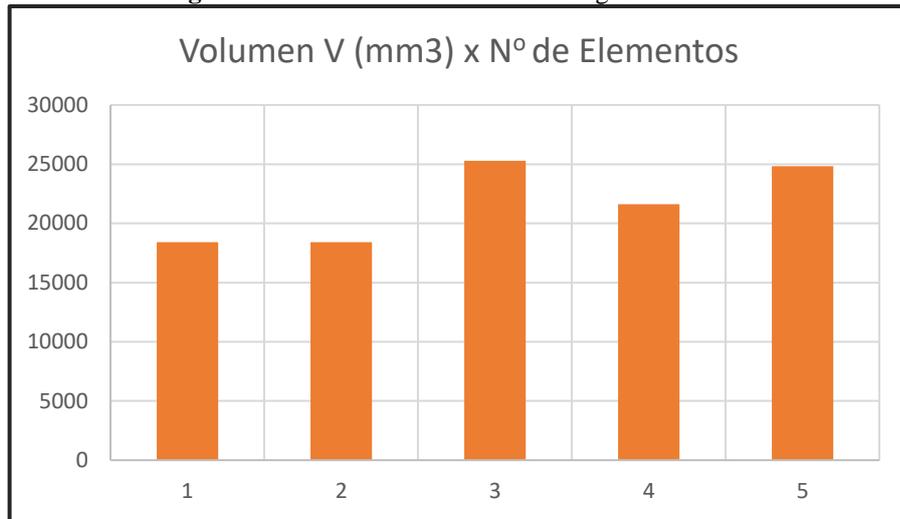
Elaborado por: El Autor

Tabla 17: Reducción de filtros al pasar por el segundo mecanismo de corte

No de elemento	Ancho b (mm)	Largo L (mm)	Altura H (mm)	Volumen V (mm ³)	% de Reducción
1	23	10	80	18 400	67.65%
2	23	10	80	18 400	67.65%
3	23	10	110	25 300	67.64%
4	23	10	94	21 620	67.64%
5	23	10	108	24 840	67.64%

Elaborado por: El Autor

Figura 42: Reducción de filtros en la segunda estación

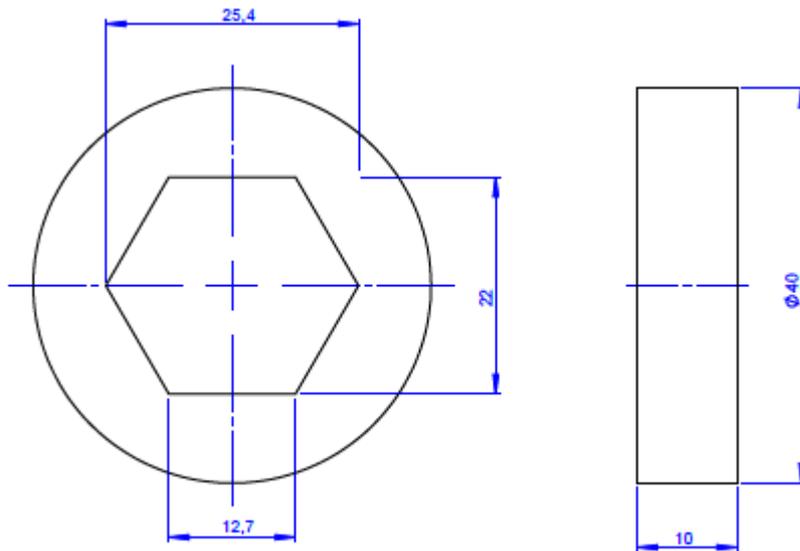


Elaborado por: El Autor

Tiempo de triturado

El tiempo de triturado, se determina en función de la longitud a definir, el cual se da de la siguiente manera.

Figura 43: Dimensiones del separador



Elaborado por: El Autor

Teniendo como parámetro:

- Cuatro mecanismos de molinos trituradores, donde giran cada uno 60 rpm.

- Diámetro de los separadores = $\varnothing = 40$ mm, como se indica en la Figura 43.
- Longitud de la cuerda = L_c

$$L_c = 2 \times \pi \times r$$

$$L_c = 2 \times \pi \times 20 \text{ mm} = 125.66 \text{ mm}$$

Por lo que en 1 revolución podría triturar hasta una longitud de 125.66 mm

Por lo que el tiempo que se demorarían en triturar cada filtro, según la Tabla 18, se dan en función del número de elementos el cual es de 5, la longitud de triturado simbolizado con L_c da 125.66 mm, de igual manera longitud del filtro el cual varía de 100 mm a 265 mm; con un número de revoluciones por minuto va desde 1 a 2.11 rpm, dándonos un tiempo de trituración equivalente que va de 0.105 a 0.221 segundos, mientras que el tiempo de triturado por las 2 estaciones va desde 0.21 a 0.442 segundos.

Tabla 18: Dimensiones de filtros

No de elemento	Longitud de triturado L_c (mm)	Longitud del Filtro L (mm)	rpm	Tiempo de triturado Seg	Tiempo de triturado por las 2 estaciones
1	125.66	100	1	0.105	0.210
2	125.66	170	1.35	0.141	0.282
3	125.66	260	2.07	0.217	0.434
4	125.66	265	2.11	0.221	0.442
5	125.66	200	1.60	0.168	0.336

Elaborado por: El Autor

Teniendo presente que el tiempo de triturado y separación de los elementos, donde el tiempo que demora en triturar manualmente es de 4:46.33 minutos, como se indica en la Figura 44, viendo la optimización del tiempo, el cual se pudo

cronometrar la separación de cada uno de los elementos que conforman el filtro de manera manual.

Figura 44: Cronometro de separación de elementos de manera manual

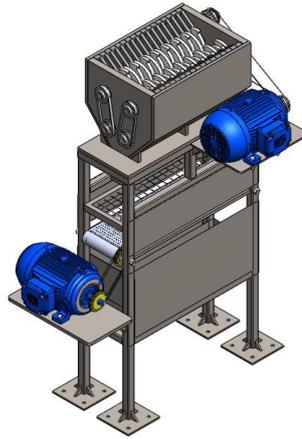


Elaborado por: El Autor

Simulación de trituración

La simulación de trituración se inicia con el modelado principal de la máquina trituradora como se indica en la Figura 45, la cual esta constituida de conjuntos trituradores superiores e inferiores, zaranda de división la cual estará magnetizada, la estructura, poleas, ruedas dentadas y de dos motores donde el superior seria empleado para dar movimiento a las cuchillas trituradoras, mientras que el segundo serviría para originar movimiento a la banda donde caería el cartón, papel, de las partes constitutivas.

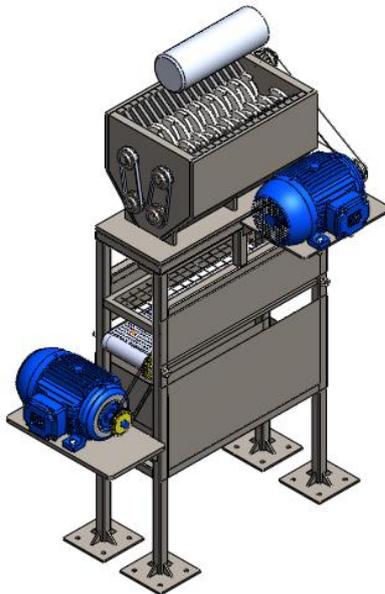
Figura 45: Modelado de la maquina trituradora



Elaborado por: El Autor

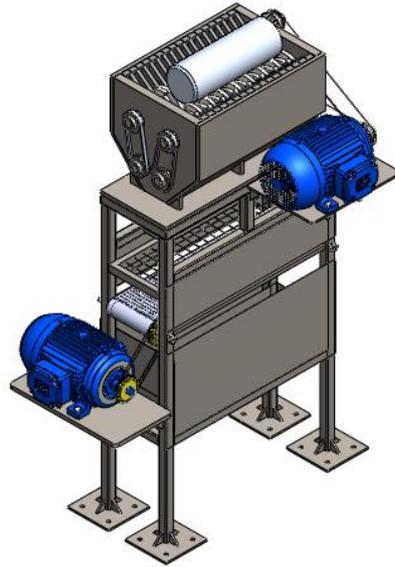
Una vez modelado la máquina trituradora se procede a la ubicación del filtro en la parte superior de dicha máquina, como se observa en la Figura 46, la cual sería ubicada en sentido longitudinal, así como transversal, debiendo ubicarse de filtro por filtro, el cual serviría para triturar los componentes constitutivos del filtro, descendiendo el elemento a la altura de las cuchillas como se detalla en la Figura 47, según los pasos estipulados.

Figura 46: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso I



Elaborado por: El Autor

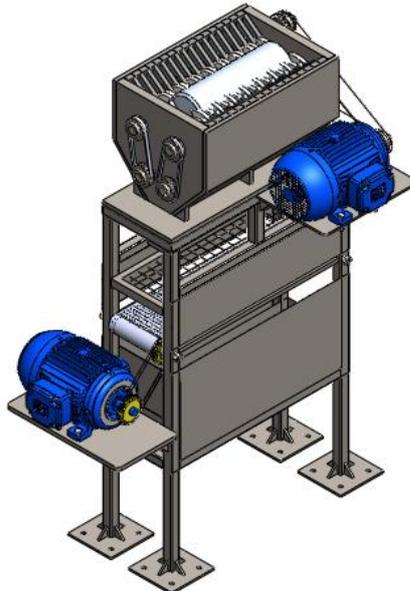
Figura 47: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso II



Elaborado por: El Autor

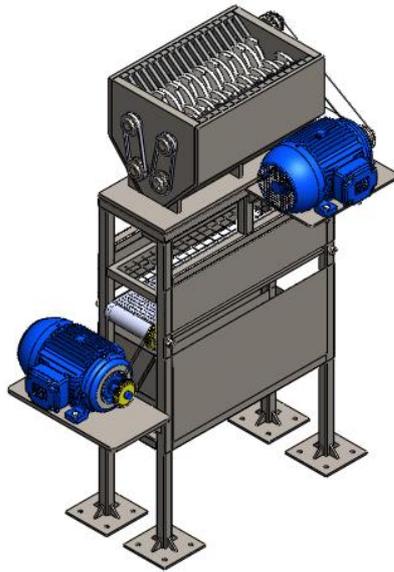
A continuación, sigue con el descenso del filtro hasta la parte media de las cuchillas, donde el mecanismo triturador superior, inicia con el triturado, como se detalla en la Figura 48; la cual una vez triturada procede a descomponerse el filtro en el interior de los molinos pasando por las cuchillas superiores y después por las inferiores, como se detalla en la Figura 49.

Figura 48: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso III



Elaborado por: El Autor

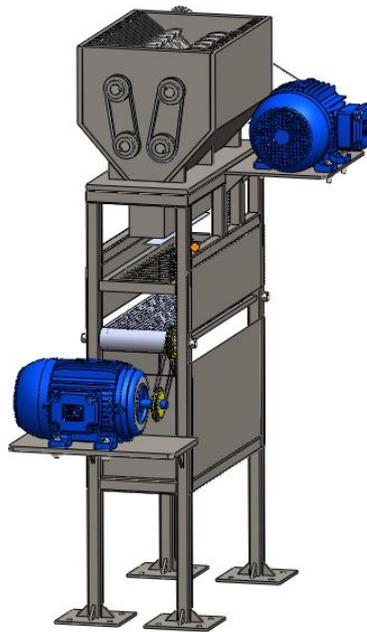
Figura 49: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso IV



Elaborado por: El Autor

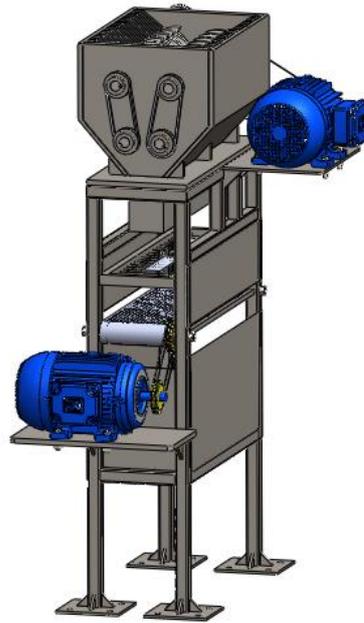
Una vez triturada procede a descender por gravedad, el material triturado, como se observa en la Figura 50, separando los diferentes componentes como son el cartón, el metal y el aceite sobrante, como se indica en la Figura 51; donde el metal se quedaría en la zaranda, mientras que en la banda quedaría el material acartonado, y el aceite, caería sobre la bandeja ubica en la parte inferior de la estructura.

Figura 50: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso V



Elaborado por: El Autor

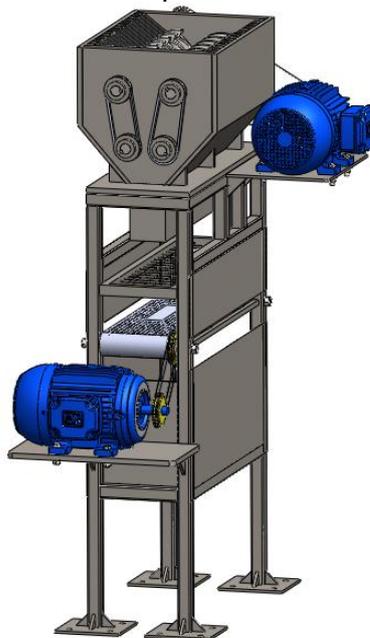
Figura 51: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso VI



Elaborado por: El Autor

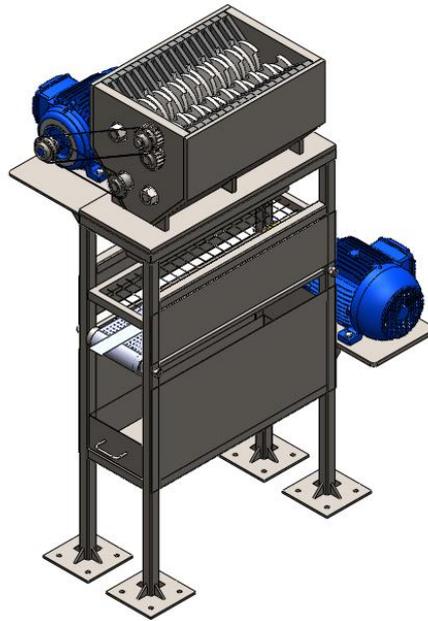
El siguiente paso, es la caída por gravedad del metal a la banda perforada la cual con la ayuda de imanes produce un campo magnético que hace que el metal permanezca en la banda, como se indica en la Figura 52; una vez que el metal cae en la banda perforada, esta inicia actuando, donde el metal va al extremo requerido, para recolectar el metal dispuesto, como se indica en la Figura 53.

Figura 52: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso VII



Elaborado por: El Autor

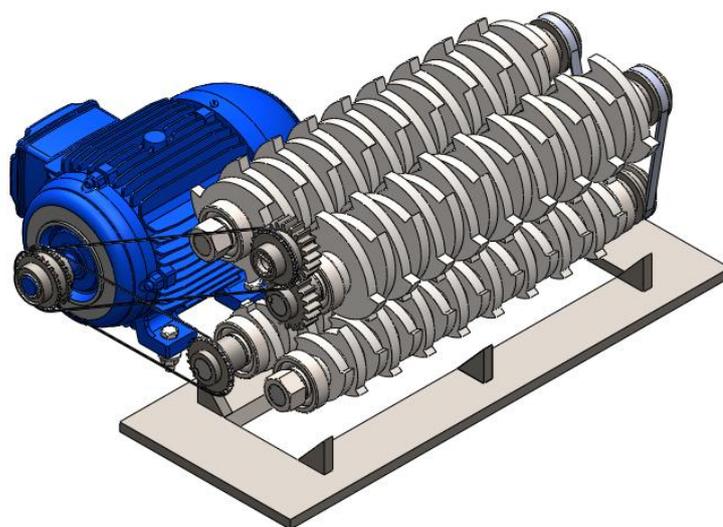
Figura 53: Modelado de la maquina trituradora con filtro. Paso VIII



Elaborado por: El Autor

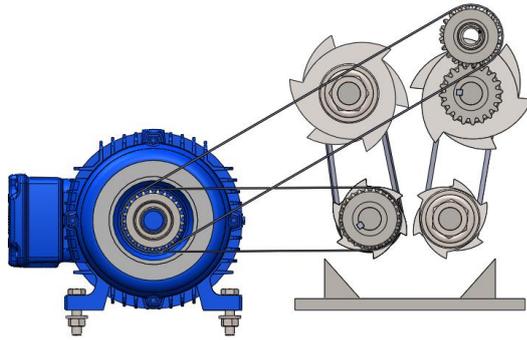
La parte principal o central, de la maquina trituradora, radica en el modelado de las cuchillas superiores e inferiores, como se indica en la Figura 54, en tanto que la actuación de las cuchillas inicia con la ubicación en la zona superior como se detalla en la Figura 55, la cual esta constituida de mecanismos triturantes, poleas las cuales transfieren su velocidad y carga mediante el empleo de bandas, así como con la ayuda de engranes, los cuales transmiten la potencia en una escala 1:1.

Figura 54: Presentación de la cuchillas superiores e inferiores



Elaborado por: El Autor

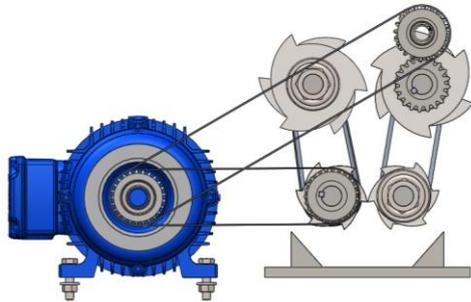
Figura 55: Modelado de la Cuchillas. Paso I



Elaborado por: El Autor

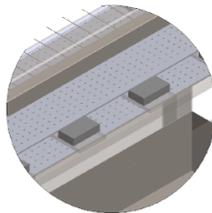
La actuación de las cuchillas, continua con la ubicación en la zona inferior como se visualización de la Figura 56; detallándose a continuación la ubicación de los imanes en la parte intermedia de la banda, como se indica en la Figura 57, la cual actúa como separador del metal constitutivo del filtro compuesto, separándose el cartón en la zaranda superior y el aceite usado en la bandeja de salida de la estructura.

Figura 56: Modelado de la Cuchillas. Paso II



Elaborado por: El Autor

Figura 57: Ubicación de imanes en la banda

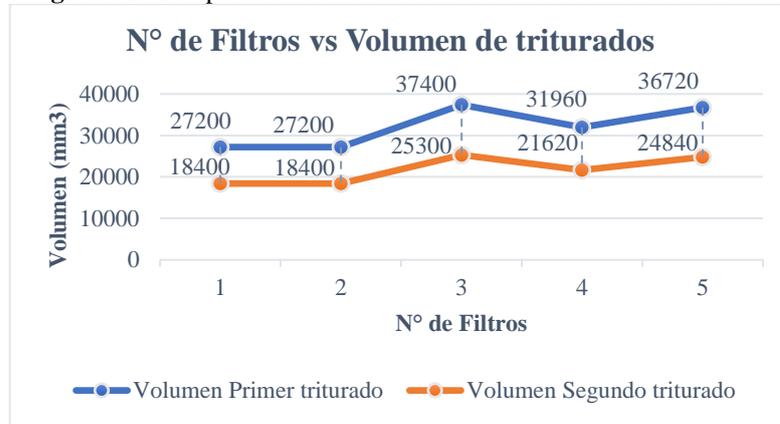


Elaborado por: El Autor

La figura 58 comparativa, se da en función del volumen de diferentes filtros, basados en un volumen inicial y en el volumen de los filtros triturados en las primeras cuchillas, donde se detalla que en el ensayo con el primer filtro sería de 27200 m^3 a 18400 m^3 , mientras que en el segundo ensayo daría los mismos

resultados, en el tercer filtro da 37400 m³ a 25300 m³, en tanto que en el cuarto da 31960 m³ a 21620 m³, y finalmente en el último filtro generaría triturados de 27200 m³ a 18400 m³.

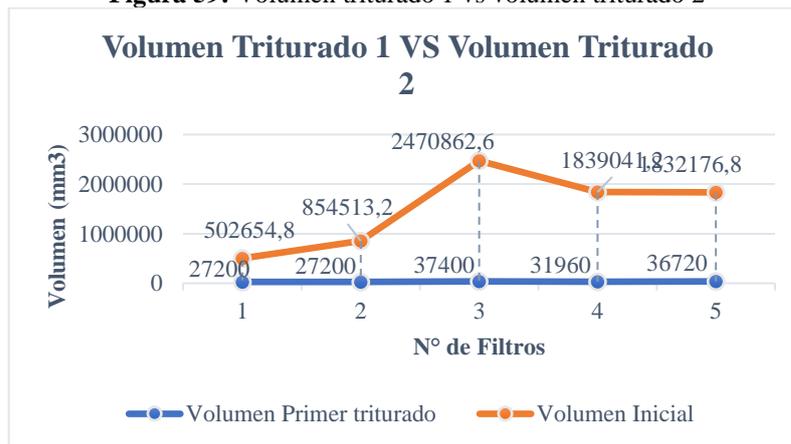
Figura 58: Comparación de N° de elementos vs volúmenes triturados



Elaborado por: El Autor

La figura 59 comparativa, se da en función del volumen de diferentes filtros, basados en el volumen de los filtros triturados en las primeras cuchillas y del segundo conjunto, donde se detalla que los volúmenes 1 y 2, sería de 502654.8 m³ a 27200 m³, mientras que en el segundo ensayo daría resultados de 854513.2 m³ a 27200 m³, mientras que en el tercer filtro da 2470862.6 m³ a 37400 m³, en tanto que en el cuarto da 1839041.2 m³ a 31960 m³, y finalmente en el último filtro generaría triturados de 1832176.8 m³ a 36720 m³.

Figura 59: Volumen triturado 1 vs volumen triturado 2

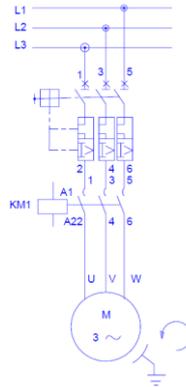


Elaborado por: El Autor

Sistema eléctrico

El sistema eléctrico está conformado por un motor de 3 hp el cual puede ser monofásico o trifásico, dándose una conexión directa como lo detalla la figura 60, con un arranque y parada de inmediata, donde la bobina del contador es de 24 D.C., conformado por un bobinado del inductor, colocado en el estator, constituido por tres bobinadas de manera independiente.

Figura 60: Sistema eléctrico



Elaborado por: El Autor

El sistema eléctrico esta conformado de un disyuntor, que sirve de protección a los elementos de sobre cargas con la ayuda de un relé térmico, el cual seria controlado por dos pulsadores uno útil para activar y otro de emergencia, funcionando con un arranque del motor en la figura 61 se especifica todos los detalles del otor a utilizar.

Figura 61: Motor monofásico



Especificaciones técnicas			
Amperaje de Carga Total	14	Servicio	Continuo
HP	3	Cojinetes	Bolas
RPM Nominal	1750	Material del Armazón	Hierro
Número de Velocidades	1	Armazón	184T
Fase	1	Normas	UL (E104590, CSA (LR38324)
Clase de Aislamiento	F	Temperatura Máx. del Ambiente	40 Degrees C
Hz	60	Cojinetes del Motor	Bolas
Factor de Servicio	1.15	Factor de Servicio del Motor	1.15
Protección Térmica del Motor	Automática	Clasificación de Aislamiento	F
Diseño de Cierre del Motor	Totalmente Cerrado para Movimiento de Aire	Numero de Velocidades	1
Voltaje	115/230	Compatibilidad de Voltaje	115, 120, 230, 240, 115/230, 120/240
Artículo	Motor Monofásico		

Fuente: (WEG, 2020)

Selección de pulsadores

Esta se debe ser instalado sobre cajas de mando, para brindar seguridad a los operarios, debiendo ser de un grado de protección IP20, adecuado para maquinas trituradoras.

Selección de relés térmicos

La selección de la corriente se da en base a la intensidad delimitada, la cual se determina de la siguiente manera:

$$I = \frac{P (w)}{V}$$

Donde:

- I = Corriente
- P = Potencia = 3 hp = 2237.1 Watts
- V = Voltaje = 110 V

$$I = \frac{2237.1 \text{ watts}}{110 \text{ v}} = 20.34 \text{ Amp}$$

Por lo que en la figura 62 se selecciona el relé térmico más cercano al cálculo obtenido y se selecciona el modelo B 775 con una intensidad de 25 Amp siendo el más adecuado para la maquina triturado.

Figura 62: Relé térmico

Modelo	Referencia	Contactador	Escala ajuste (A min)	Amperaje (A máx.)	Contactos auxiliares	Fusible gL (A)	Peso (Kg)
	343-101-00		0,11...	0,17		0,5	
	343-102-00		0,17 ...	0,26		1	
	343-103-00		0,26 ...	0,43		2	
	343-104-00		0,43 ...	0,65		2	
	343-105-00		0,65 ...	1		4	
	343-106-00		0,85 ...	1,3		4	
	343-107-00	LS07	1,10 ...	1,6	1 NC	4	0,091
	343-108-00		1,35 ...	2		6	
	343-109-00		1,70 ...	2,4		6	
	343-110-00		2,20 ...	3,2		6	
	343-111-00		3,00 ...	4,7		10	
	343-112-00		4,00 ...	6,3		16	
	343-113-00		5,50 ...	8		20	
	343-114-00		7,50 ...	10,5		25	
	343-115-00		10,0 ...	14		32	
	341-846-00	LS4	0,8 ...	1,2	1NC + 1NA	4	0,147
	341-847-00	LS7	1,0 ...	1,5	1NC + 1NA	6	0,147
	341-848-00	LS17	1,2 ...	1,8	1NC + 1NA	6	0,147
	341-849-00	LS27	1,5 ...	2,3	1NC + 1NA	6	0,147
	341-850-00	LS37	1,8 ...	2,8	1NC + 1NA	6	0,147
	341-851-00		2,3 ...	3,5	1NC + 1NA	10	0,147
	341-852-00		2,8 ...	4	1NC + 1NA	10	0,147
	341-853-00		3,5 ...	5	1NC + 1NA	16	0,147
	341-854-00		4,0 ...	6,3	1NC + 1NA	16	0,147
	341-855-00		5,0 ...	7	1NC + 1NA	20	0,147
	341-856-00		5,6 ...	8	1NC + 1NA	20	0,147
	341-857-00		7,0 ...	10	1NC + 1NA	25	0,147
	341-858-00		8,0 ...	12,5	1NC + 1NA	25	0,147
	341-859-00		10,0 ...	15	1NC + 1NA	35	0,147
	341-860-00		11,0 ...	17	1NC + 1NA	40	0,147
341-861-00		15,0 ...	23	1NC + 1NA	50	0,147	
	341-974-00	LS 37	4,0 ...	6,3	1NC + 1NA	16	0,30
	341-976-00		5,6 ...	8	1NC + 1NA	20	0,30
	341-978-00		8,0 ...	12,5	1NC + 1NA	25	0,30
	341-980-00		11,0 ...	17	1NC + 1NA	40	0,30
	341-982-00		16,0 ...	25	1NC + 1NA	50	0,30
	341-983-00		20,0 ...	32	1NC + 1NA	63	0,30
	341-984-00	LS 47	25,0 ...	40	1NC + 1NA	80	0,31

Fuente: (AEG, 2018)

En tanto que el disyuntor que se observa en la figura 63, es un medio de protección para el motor y todos los componentes eléctricos sin embargo permite el paso de corriente para la función de la máquina.

Figura 63: Disyuntor térmico



Corriente nominal I_n : 25 A

Tipo de disyuntor: Miniatura - para riel DIN

Fuente: (CONSTRUMÁTICA, 2018)

Análisis de costos

Los gastos que cubren la manufacturación de la propuesta según la Tabla 19 son:

Tabla 19: Análisis de costos

Cantidad	Detalle	Material	Mano de obra	Total
2	Pared posterior	10	30	80
2	Eje de árbol	8	20	56
10	Cuchilla	20	15	350
10	Separador	0.5	2.5	30
2	Rodela de ajuste	1	2	6
1	Pared lateral	8	10	18
10	Cuchilla lateral superior	20	35	550
10	Cuchilla lateral inferior	20	35	550
2	Placa ajustadora superior	2	3	10
2	Placa ajustadora inferior	3	5	16
1	Placa base	5	40	45
1	Estructura	200	200	400
2	Eje de rodillo	1	4	10
1	Acople	1.5	10	11.5
1	Rodillo	4.5	10	14.5
1	Acople con chaveta	1	10	11
1	Chaveta de ajuste	1	1	2
1	Catalina doble	80	0	80
1	Catalina doble matriz	2	30	32
4	Polea	3	60	252
1	Engrane de distribución	3	70	73
1	Engranaje móvil	2	70	72
1	Catalina superior móvil	0.6	15	15.6
1	Bocín	2.5	70	72.5
1	Catalina simple de distribución	3	90	93
1	Catalina doble motriz	3	40	43
1	Guía	10	10	20
1	Recolector de aceite	20	10	30
1	Motor eléctrico 3hp	300	0	300
1	Motor eléctrico 1.5 hp	230	0	230
Total		965.60	897.50	3473.10

Elaborado por: El Autor

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Del análisis aplicado a la estructura del soporte, donde se ha empleado cargas obtenidas anteriormente, se concluye la aprobación del diseño, en vista que mediante el análisis de tensiones se ha originado valores promedios de 13.38 MPa con un color celeste, aprobando el diseño según el código de colores, en función del desplazamiento se tiene que la máxima flejación es de 0.15 mm, el cual es un valor mínimo considerablemente el cual puede ser despreciable; finalmente el diseño se valida con un factor de seguridad obtenido de 3.1, el cual es recomendado para el diseño de elementos de máquinas bajo cargas dinámicas.
- De la investigación elaborada se indica que la reducción del volumen original de los filtros al primer mecanismo de corte es desde el 94.6% hasta el 98.3%; mientras que del primer mecanismo de corte al segundo mecanismo es del 67.64% a 67.65%.
- Mientras que el tiempo de tardanza del triturado por filtro, en el primer mecanismo de corte es de 0.105 a 0.221 segundos; en tanto que el tiempo de tardanza de ambas estaciones va desde 0.210 a 0.442 segundos, en comparación con el método manual donde la separación de los elementos que conforman el filtro es de hasta 4:46.33 minutos.

Recomendaciones:

- Los G.A.D.M. de la provincia y del Ecuador deberían poseer una partida presupuestaria para los proyectos de investigación e impulsar la innovación tecnología a la industria 4.0.
- Atrás de los datos obtenidos la maquina procesadora de filtros puede triturar más de la demanda actual dentro del taller de la municipalidad siendo viable triturar el 50% de los filtros usados de las lubricadoras del cantón Pelileo.

Bibliografía

AEG. 2018. *Relés térmicos de sobrecarga.* 2018.

Andrade, Cristian. 2015. *Propuesta de un plan de manejo sustentable de Iso aceites usados provenientes de los talleres automotrices y lubricadoras del cantón Cañar.* Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana, 2015.

Burbano, Gustavo y Vásquez, José. *Diseño y construcción de una máquina prototipo para el reciclaje de filtros de aceite de motores de gasolina.* Cuenca : Universidad del Azuay.

Campos, Guillermo. 2015. *DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN FILTRO DE PARTÍCULAS (GPF) PARA SISTEMAS DE ESCAPE EN MOTORES DE GASOLINA.* NUEVO LEÓN : UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, 2015.

CONSTRUMÁTICA. 2018. RELÉS Y DISYUNTORES TÉRMICOS. [En línea] 2018. [Citado el: 8 de Diciembre de 2020.]
[https://www.construmatica.com/catalogo/reles_y_disyuntores_termicos_pdf/124497.](https://www.construmatica.com/catalogo/reles_y_disyuntores_termicos_pdf/124497)

Delgado, Jean y Ochoa, Alex. 2019. *Plan de gestión y minimización de residuos peligrosos para los talleres Tomebamba de la empresa TOYOCUENCA S.A.* Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana, 2019.

Díaz, Guillermo y Ramos, Andrés. 2012. *Elaboración de un manual de procedimientos para el manejo de desechos tóxicos y desarrollo de un programa de gestión ambiental para la implementación de la norma ISO 14001 en un taller automotriz.* Quito : UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, 2012.

Jones, Juan. 2007. *Diseño de un sistema de reciclaje de aceite lubricante usado.* Valdivia : Universidad Austral de Chile, 2007.

Lara, Carlos. 2013. *Propuesta de un plan de gestión sobre la adecuada manipulación de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices de la ciudad de Azogues.* Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana, 2013.

Larburu. 2001. *Máquinas Prontuario.* Madrid : PARANINFO, 2001.

Llanos, Francisco. 2013. *Propuesta para el manejo del aceite usado de vehículos automotores en el cantón Sigsig.* Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana, 2013.

Murcia, Juan y Romero, Andrés. 2016. *DISEÑO DE UN SISTEMA PRIMARIO EN EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE LLANTAS USADAS DESALAMBRADAS.* Bogota D.C. : FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, 2016.

Ormaza, Enrique. 2015. *Diseño de una planta clasificadora de residuos sólidos urbanos para la Empresa Pública Municipal MANCOMUNADA del Pueblo CAÑARI de los cantones: Cañar, Bibliá, El Tambo y Suscal en el año 2014.* Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana, 2015.

Paguay, Galo. 2017. Revista Líderes. *Revista Líderes*. [En línea] 8 de Mayo de 2017. [Citado el: 2020 de Julio de 10.] <https://www.revistalideres.ec/lideres/reutilizacion-aceite-filtros-economia-responsabilidad.html>.

Pelileo, G.A.D.M. San Pedro de. GAD MUNICIPAL DEL CANTON SAN PEDRO DE PELILEO. *GAD MUNICIPAL DEL CANTON SAN PEDRO DE PELILEO*. [En línea] [Citado el: 14 de septiembre de 2020.] <http://www.pelileo.gob.ec/index.php/informacion/mision-y-vision-institucional.html>.

Peñaranda, Jessica. 2016. *ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DE LOS TALLERES DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO*. Cuenca : UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2016.

Pilatasig, Diego y Pozo, Freddy. 2014. *Diseño y construcción de una máquina para moler plástico P.ET. para la microempresa de reciclaje "Santa Anita" ubicada en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi*. Latacunga : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2014.

Prado, María. 2017. *Propuesta de gestión integral de desechos peligrosos generados en las centrales termoeléctricas de la unidad de negocios TERMOPICHINCHA ubicadas en la zona Sierra*. Quito : Escuela Politécnica Nacional, 2017.

Riba, Carles. 2002. *DISEÑO CONCURRENTE*. Barcelona : Ediciones UPC, 2002. ISBN.

SKF. 2015. *RODAMIENTOS*. EEUU : Grupo SKF 2015, 2015.

Vargas, Michel. 2007. *Distribución de planta de un taller de mantenimiento automotriz para vehículos de hasta 3 toneladas para transporte de pasajeros*. Quito : Escuela Politécnica Nacional, 2007.

Vázquez, Juan. 2013. *GESTIÓN INTEGRAL DEL ACEITE AUTOMOTOR RECICLABLE EN CUENCA*. Cuenca : UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013.

WEG. 2020. *W22 Motor Eléctrico Monofásico*. Jaraguá : s.n., 2020.

WURTH. 2015. *W2-FILTRO DE ACEITE BLINDADO*. 2015.

ANEXOS

ANEXO I

Procesos de desarmado manual de su producto

1. Adquisición del filtro





2. Cortado del filtro



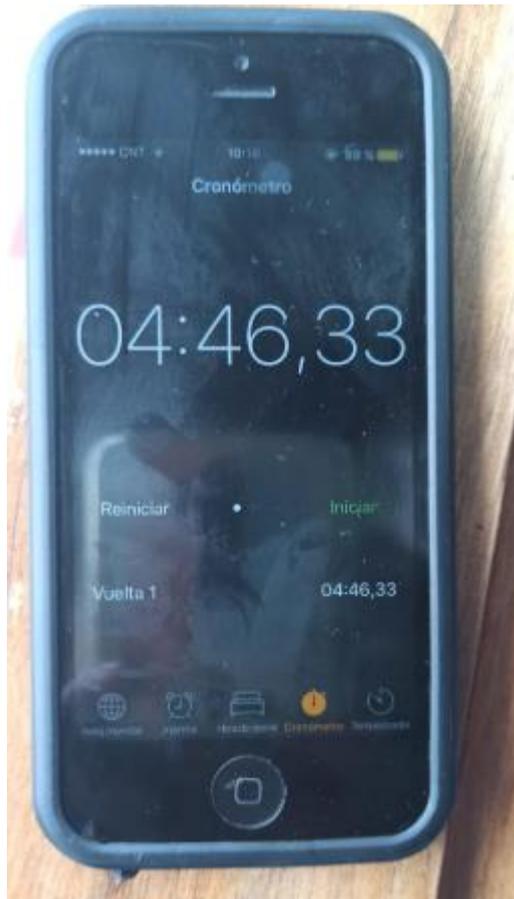
3. Separado de sus componentes



4. Componentes del filtro separados



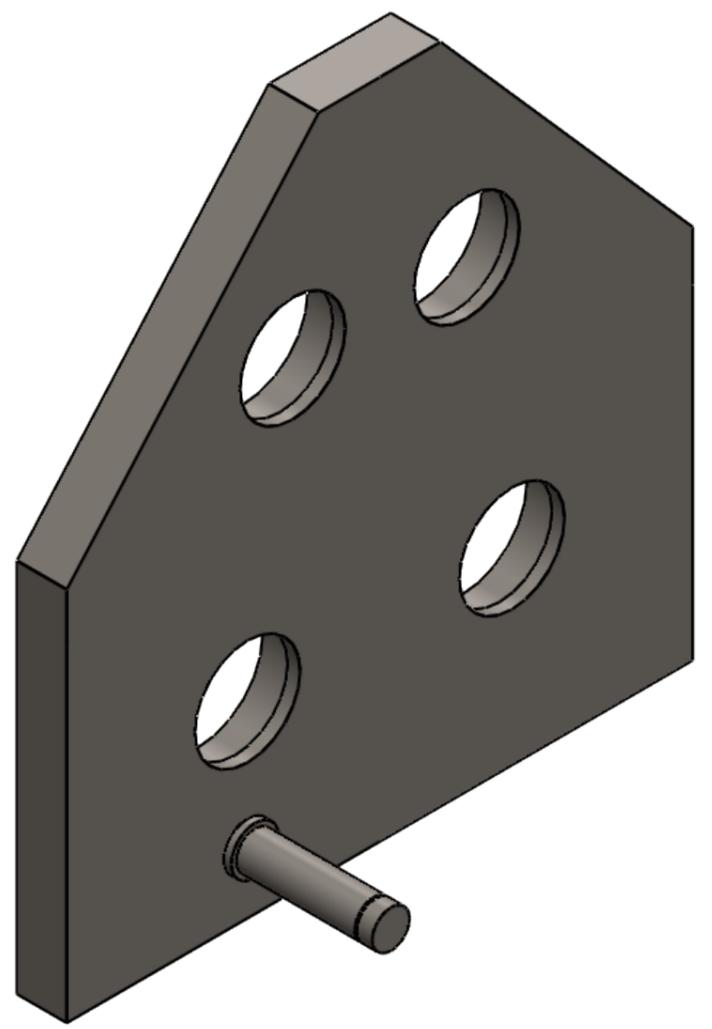
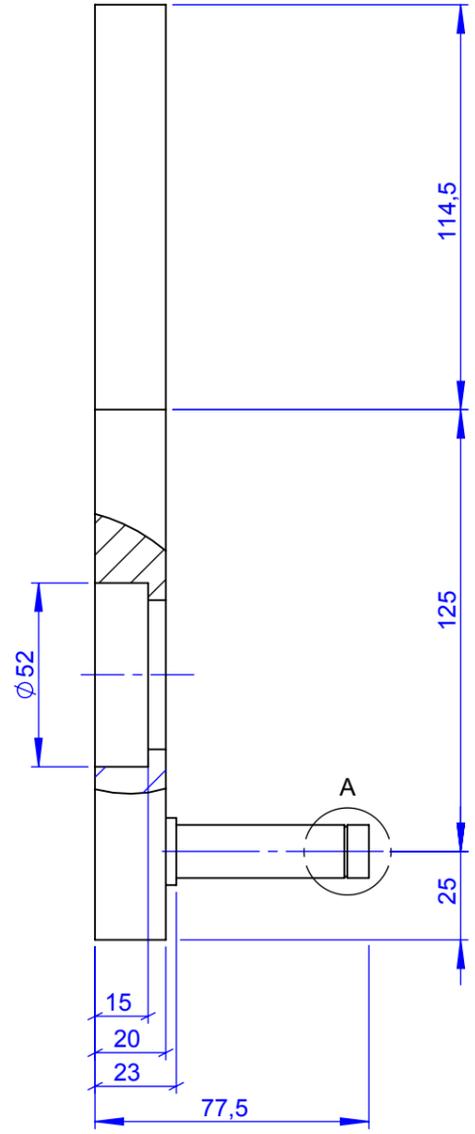
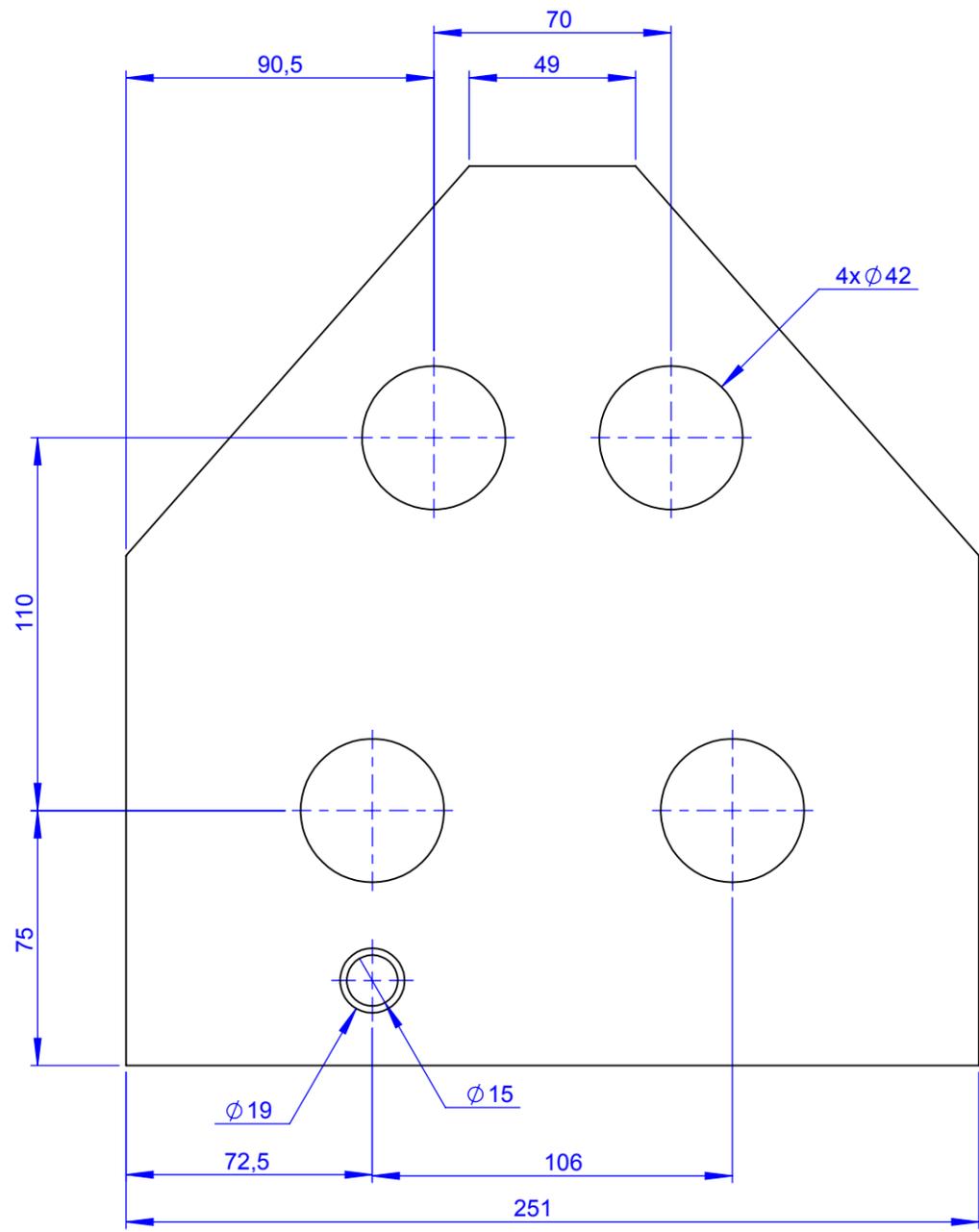
5. Tiempo cronometrado de todo el proceso manual



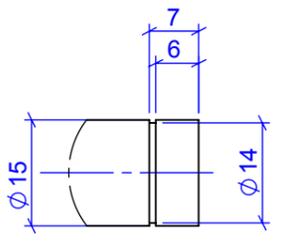
ANEXO II

**PLANOS DE LOS ELEMENTOS
INDIVIDUALES DE LA TRITURADORA DE
FILTROS DE ACEITE**

**PLANOS DEL CONJUNTO Y POR DESPIECE
DE LA TRITURADORA DE FILTROS DE
ACEITE**

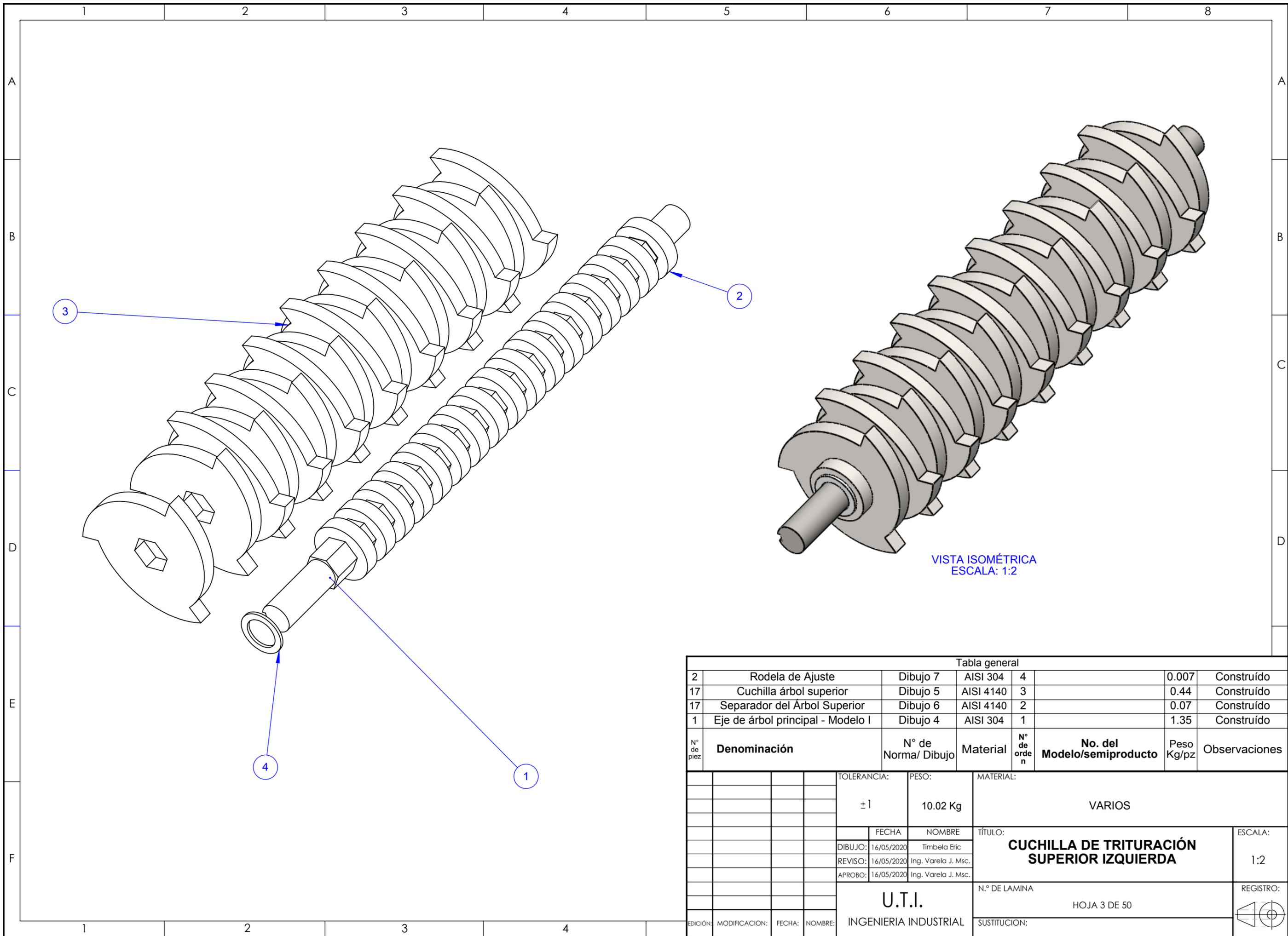


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2



DETALLE A
ESCALA 1:1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	7.46 Kg	ASTM A36		
				FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Pared Posterior		1:2
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA INDUSTRIAL		HOJA 2 DE 50		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2

Tabla general							
2	Rodela de Ajuste	Dibujo 7	AISI 304	4	0.007	Construido	
17	Cuchilla árbol superior	Dibujo 5	AISI 4140	3	0.44	Construido	
17	Separador del Árbol Superior	Dibujo 6	AISI 4140	2	0.07	Construido	
1	Eje de árbol principal - Modelo I	Dibujo 4	AISI 304	1	1.35	Construido	
N° de pieza	Denominación	N° de Norma/ Dibujo	Material	N° de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones
					VARIOS		
		TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
		±1	10.02 Kg				
				TÍTULO:		ESCALA:	
		DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	CUCHILLA DE TRITURACIÓN SUPERIOR IZQUIERDA		1:2	
		REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.				
		APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.				
		U.T.I.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:	
		INGENIERIA INDUSTRIAL		HOJA 3 DE 50			
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			

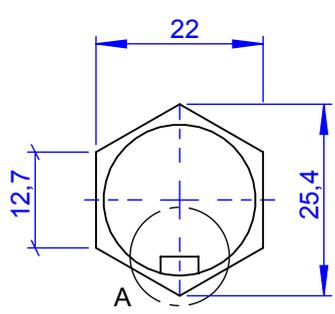
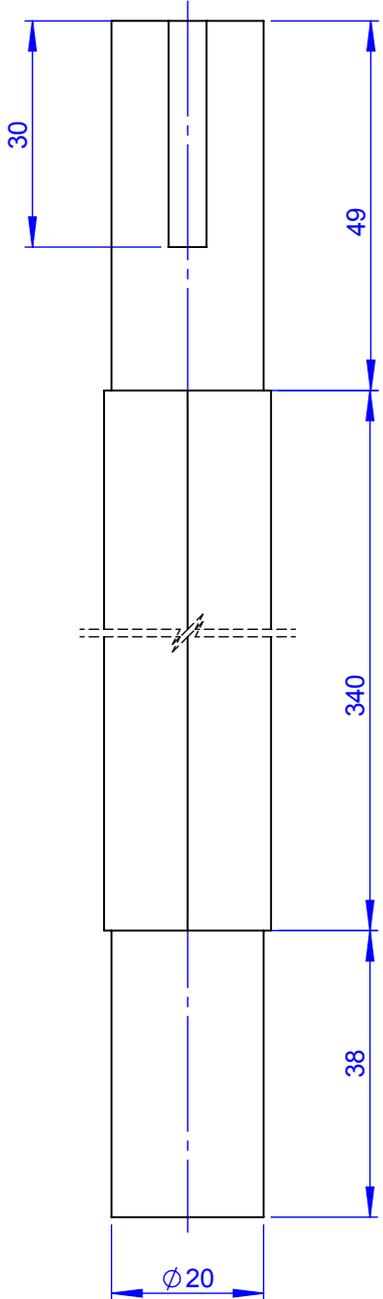
A

B

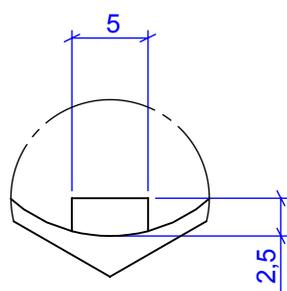
C

D

E

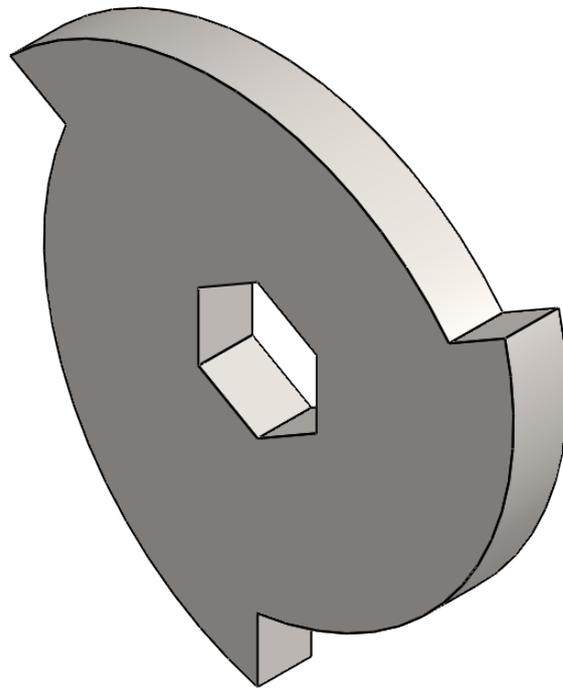
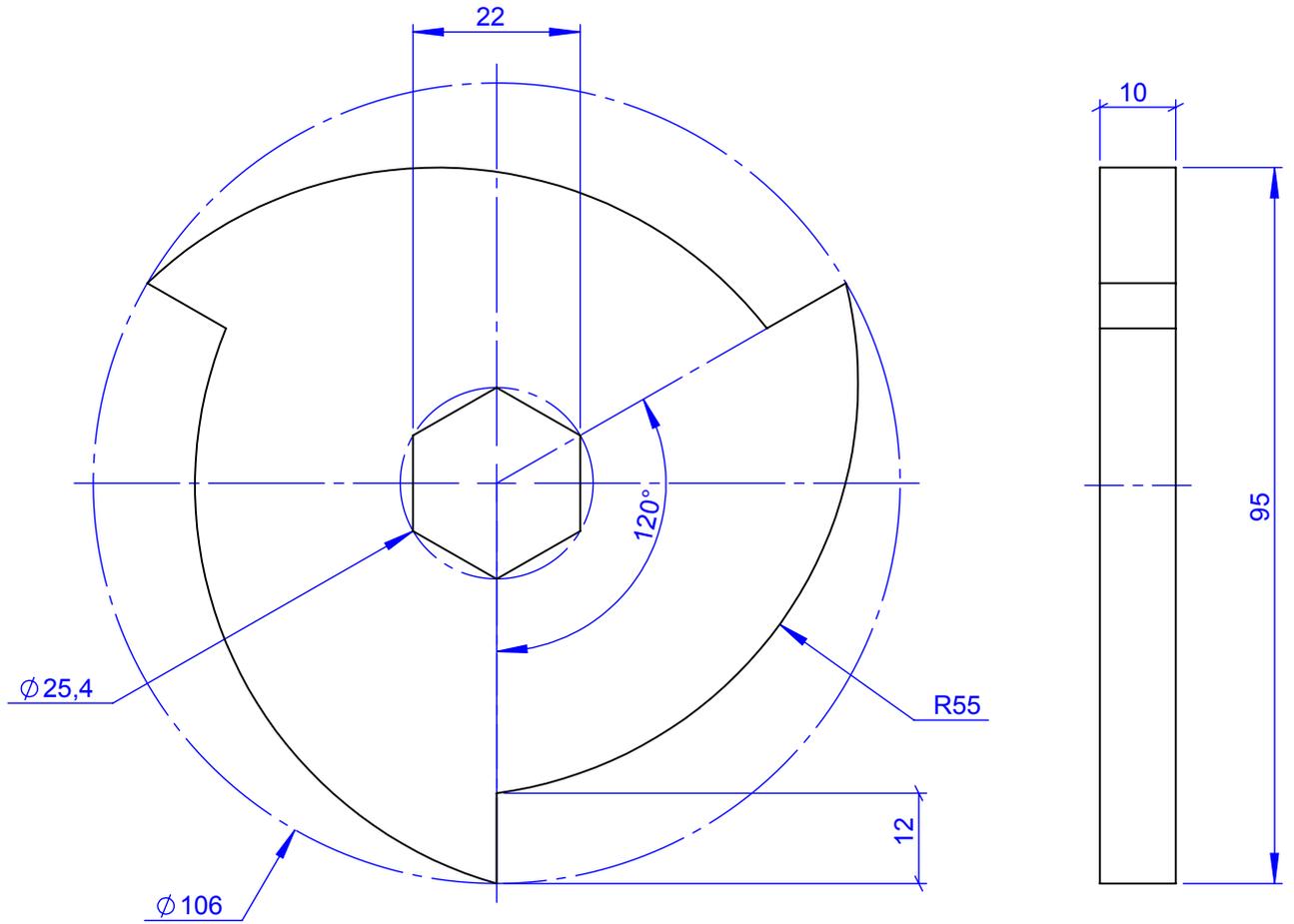


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2



DETALLE A
ESCALA 2:1

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 1.35 Kg	MATERIAL: AISI 304	
						TÍTULO: Eje de Arbol Principal - Modelo I	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Tímbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 4 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.43 Kg	MATERIAL: AISI 4140	
						TÍTULO: Cuchilla Árbol Superior	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 5 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4

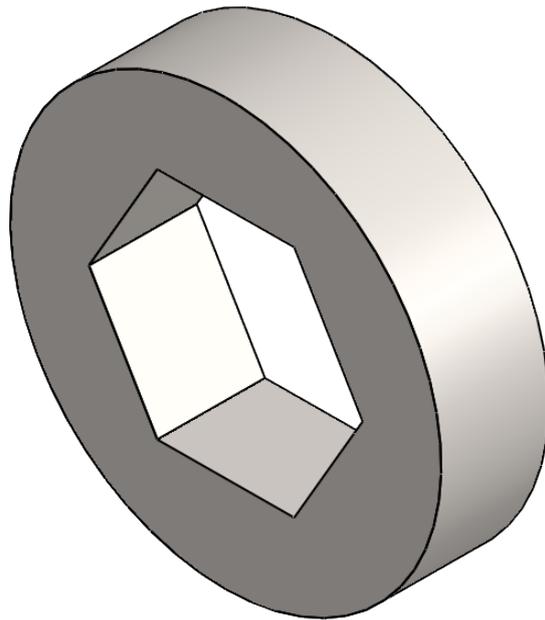
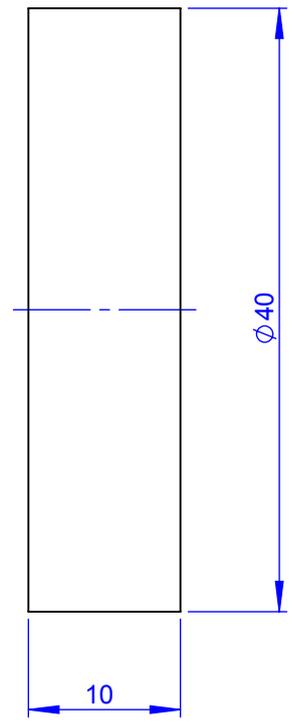
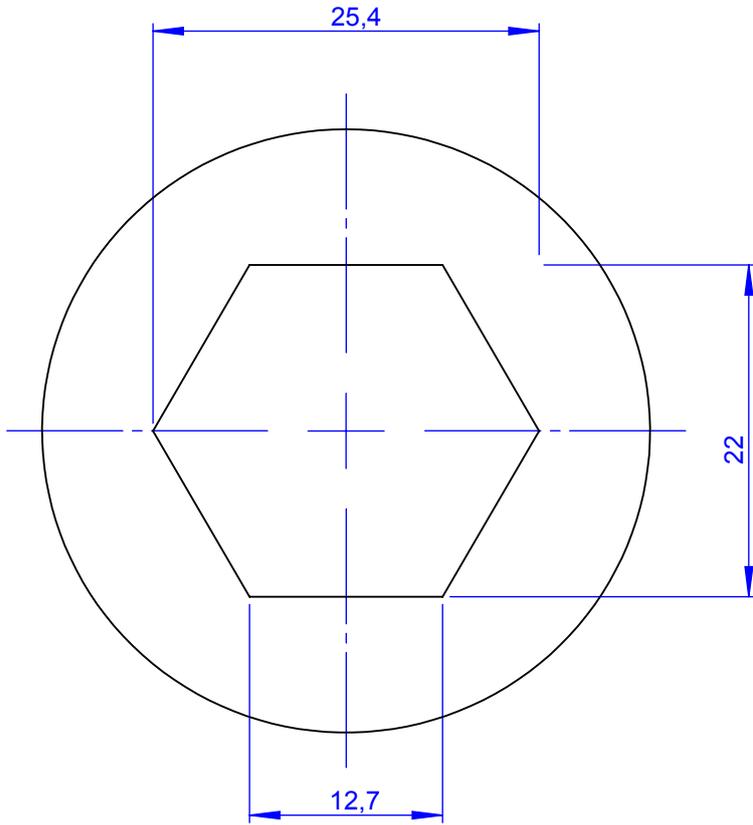
A

B

C

D

E



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 2:1

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.07 Kg	MATERIAL: AISI 4140	
						TÍTULO: Separador del Árbol Superior	ESCALA: 2:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 6 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4

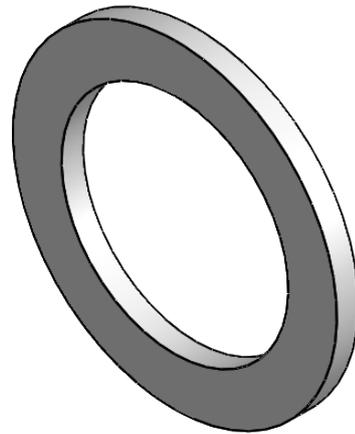
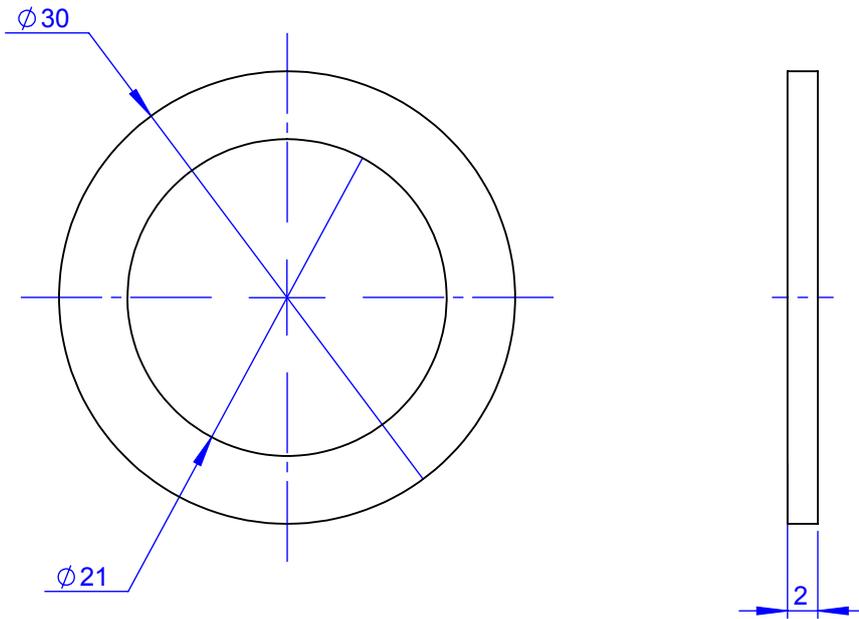
A

B

C

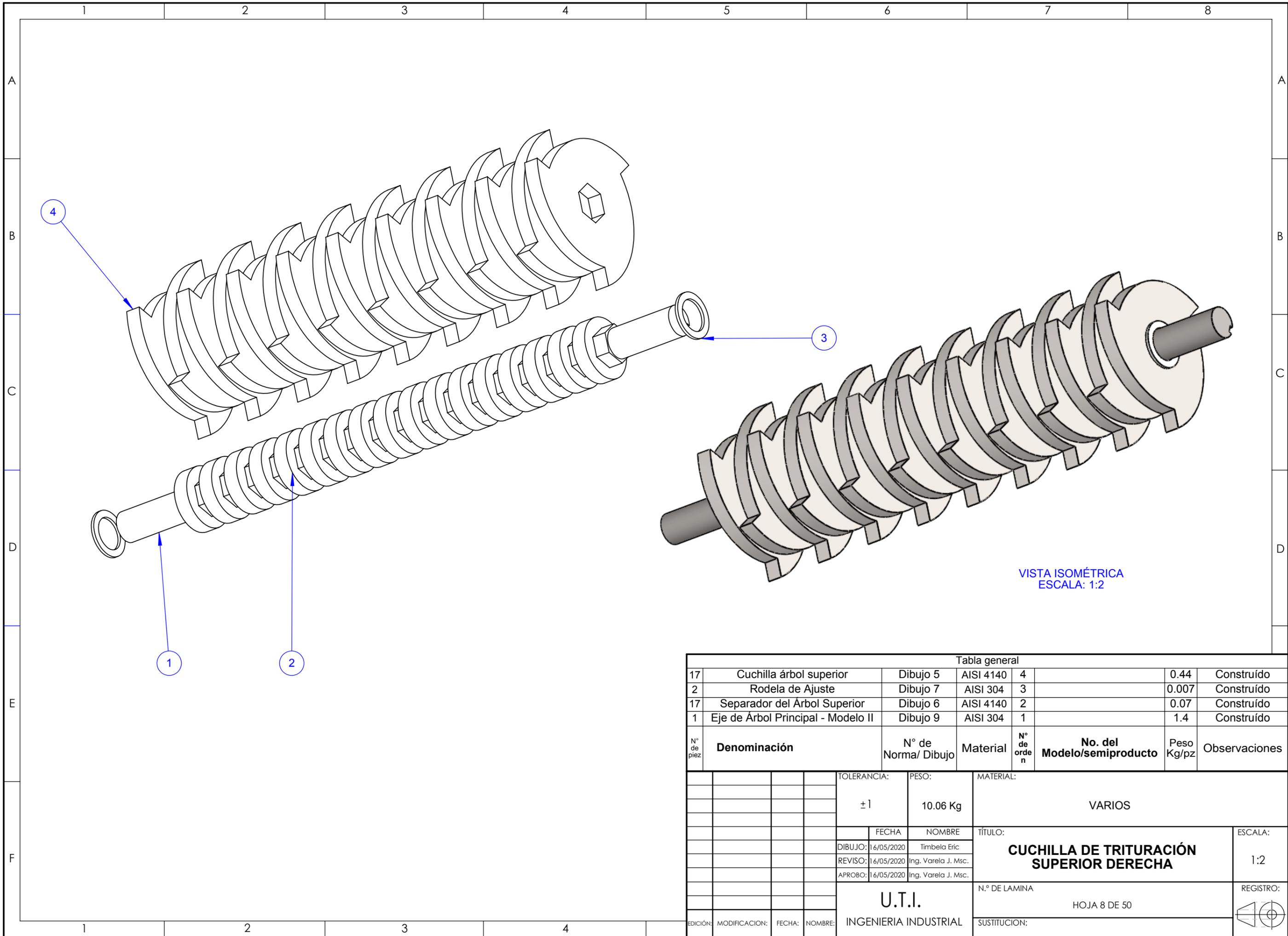
D

E



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 2:1

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 0.007 Kg	MATERIAL: AISI 304	
						TÍTULO: Rodela de Ajuste	ESCALA: 2:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 7 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

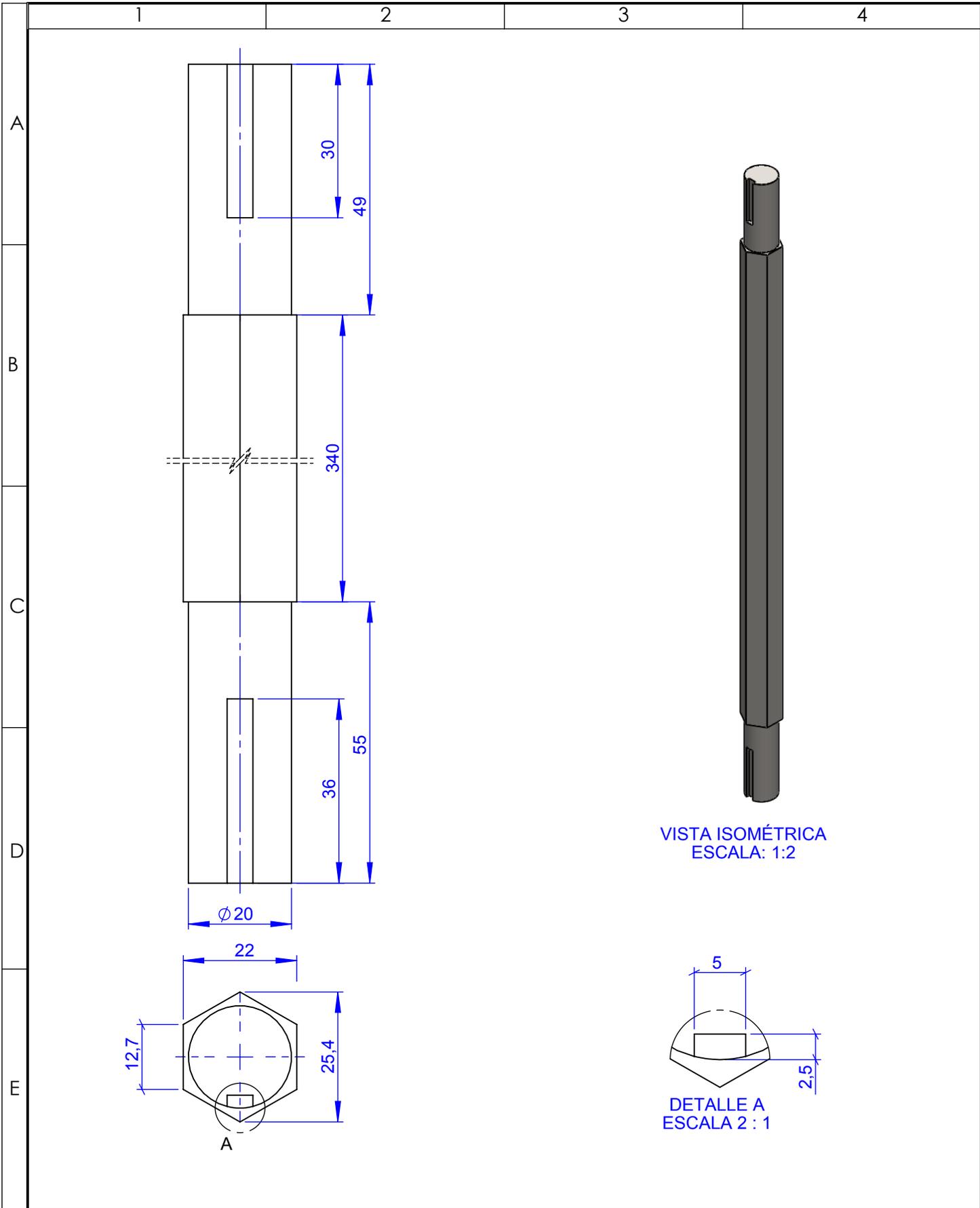


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2

Tabla general							
17	Cuchilla árbol superior	Dibujo 5	AISI 4140	4	0.44	Construido	
2	Rodela de Ajuste	Dibujo 7	AISI 304	3	0.007	Construido	
17	Separador del Árbol Superior	Dibujo 6	AISI 4140	2	0.07	Construido	
1	Eje de Árbol Principal - Modelo II	Dibujo 9	AISI 304	1	1.4	Construido	
N° de pieza	Denominación	N° de Norma/ Dibujo	Material	N° de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones
			TOLERANCIA: ±1			PESO: 10.06 Kg	MATERIAL: VARIOS
							TÍTULO: CUCHILLA DE TRITURACIÓN SUPERIOR DERECHA
							ESCALA: 1:2
							REGISTRO:
							N.º DE LAMINA: HOJA 8 DE 50
							SUSTITUCION:

U.T.I.
INGENIERIA INDUSTRIAL

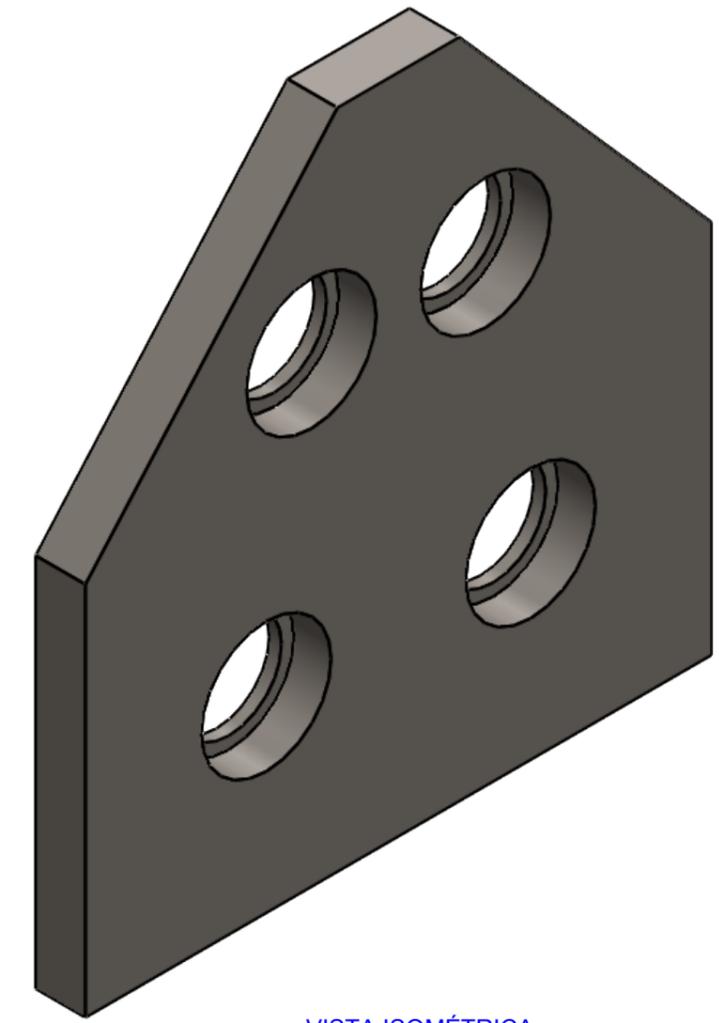
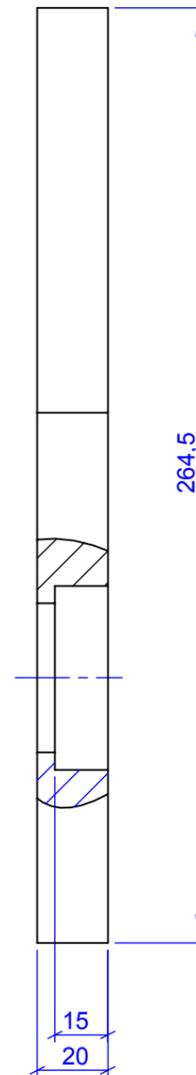
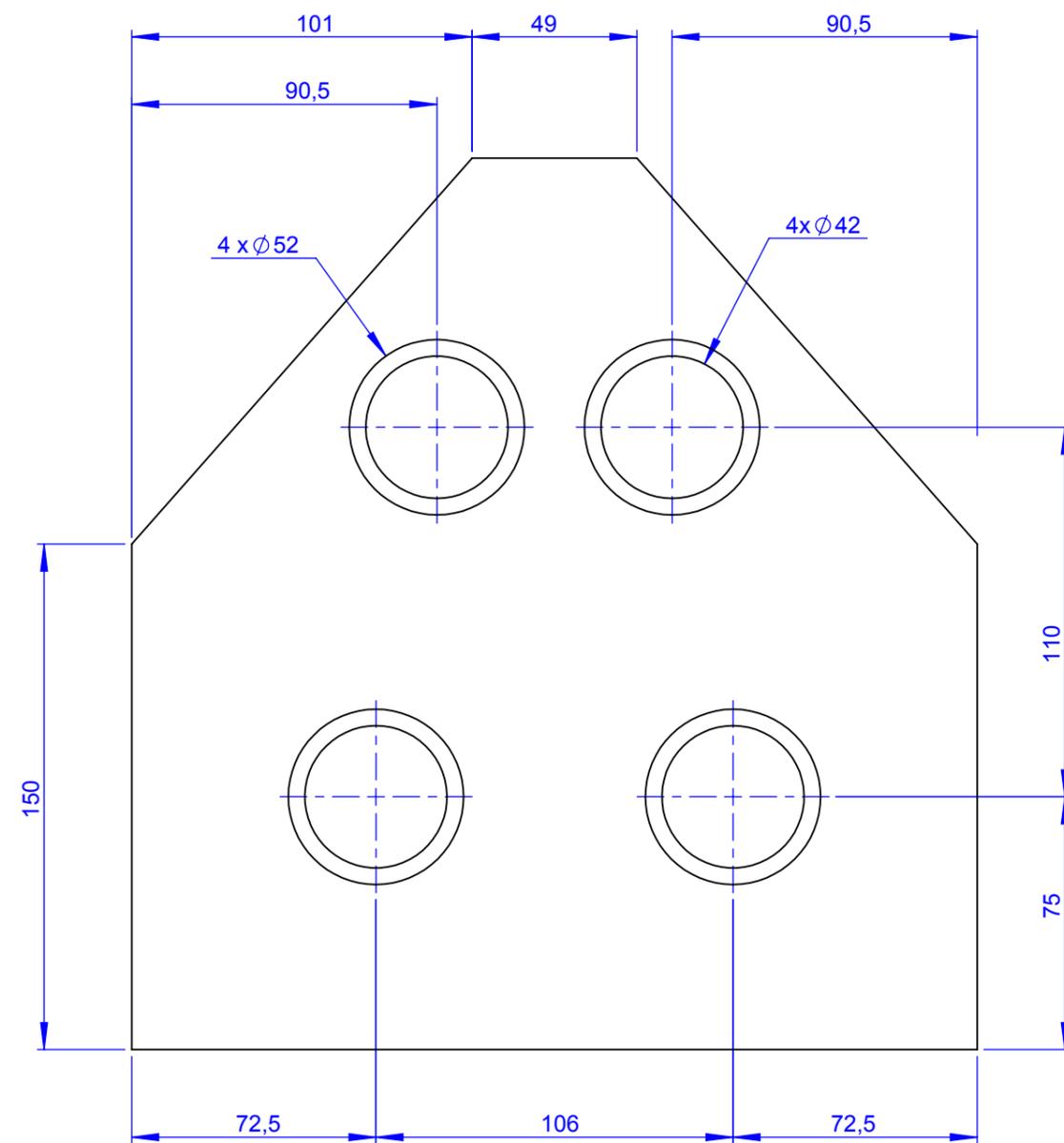
EDICIÓN: MODIFICACION: FECHA: NOMBRE:



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2

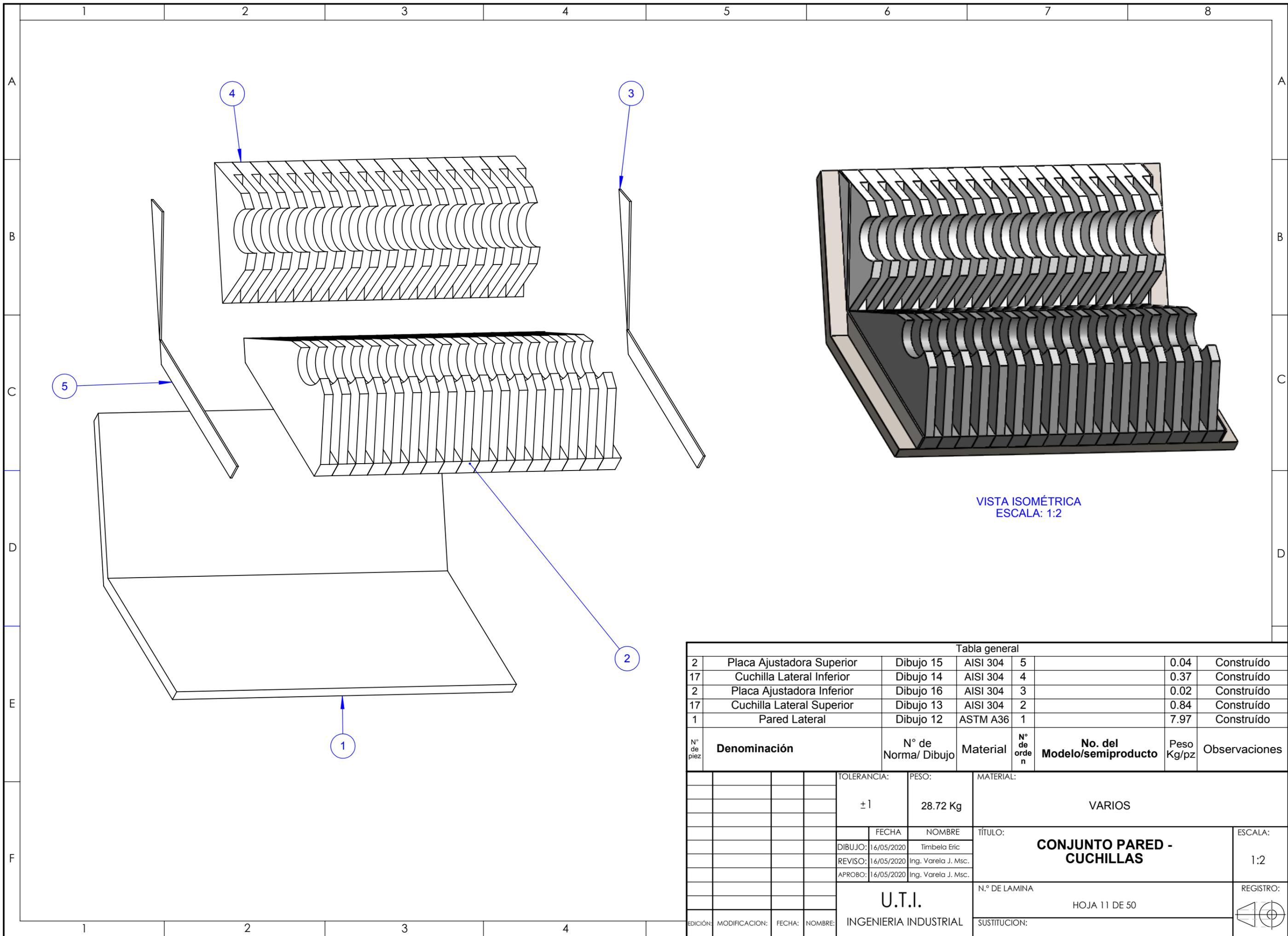
DETALLE A
ESCALA 2 : 1

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 1.4 Kg	MATERIAL: AISI 304	
						TÍTULO: Eje de Árbol Principal - Modelo II	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 9 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	7.38 Kg	ASTM A36		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Pared Frontal		1:2
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA INDUSTRIAL		HOJA 10 DE 50		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2

Tabla general							
2	Placa Ajustadora Superior	Dibujo 15	AISI 304	5		0.04	Construido
17	Cuchilla Lateral Inferior	Dibujo 14	AISI 304	4		0.37	Construido
2	Placa Ajustadora Inferior	Dibujo 16	AISI 304	3		0.02	Construido
17	Cuchilla Lateral Superior	Dibujo 13	AISI 304	2		0.84	Construido
1	Pared Lateral	Dibujo 12	ASTM A36	1		7.97	Construido
N° de pieza	Denominación	N° de Norma/ Dibujo	Material	N° de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones
					VARIOS		
		TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
		±1	28.72 Kg				
		FECHA	NOMBRE	TÍTULO:			ESCALA:
		DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	CONJUNTO PARED - CUCHILLAS			1:2
		REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.				
		APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.				
		U.T.I.		N.º DE LAMINA			REGISTRO:
		INGENIERIA INDUSTRIAL		HOJA 11 DE 50			
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			

1

2

3

4

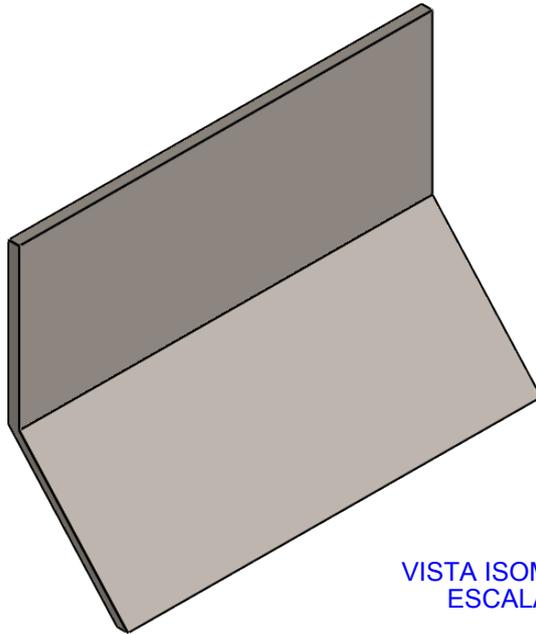
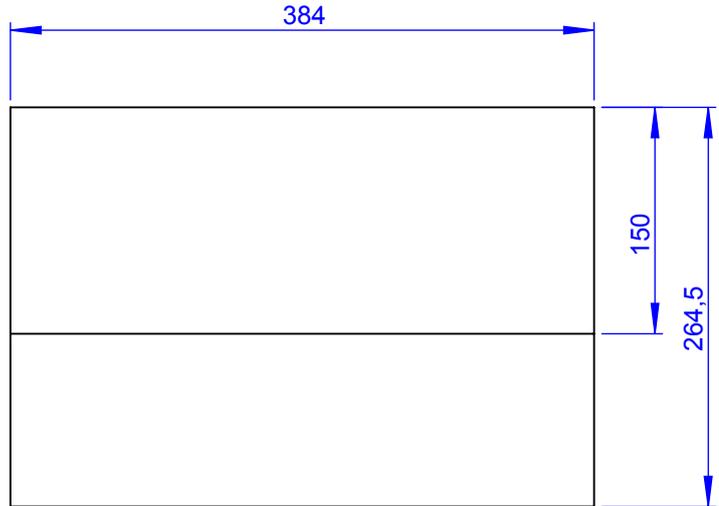
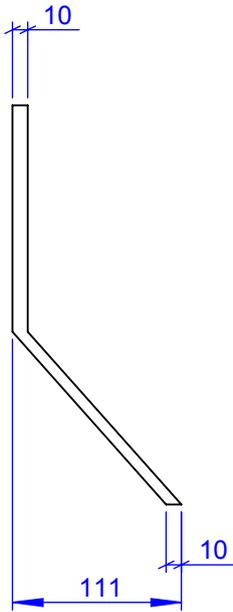
A

B

C

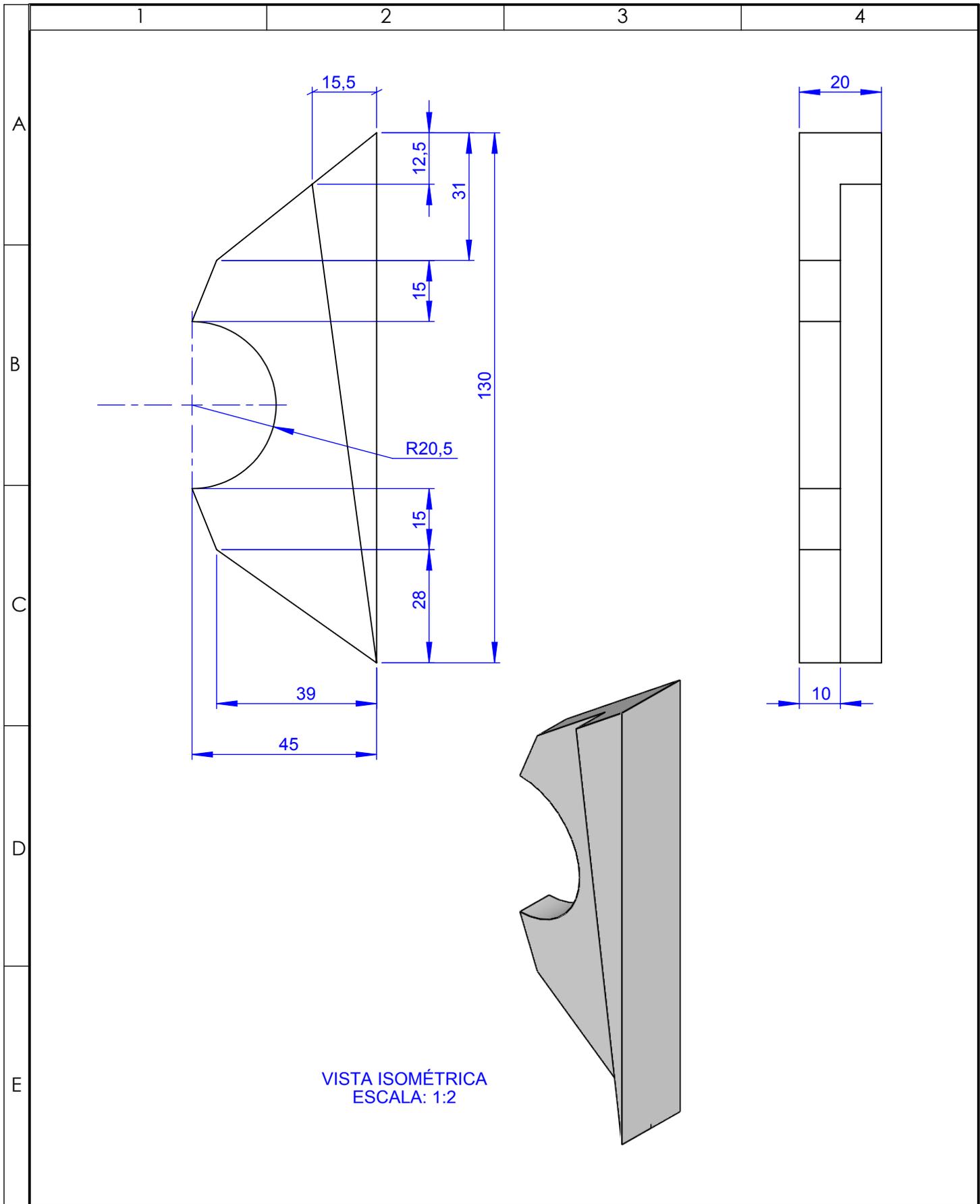
D

E

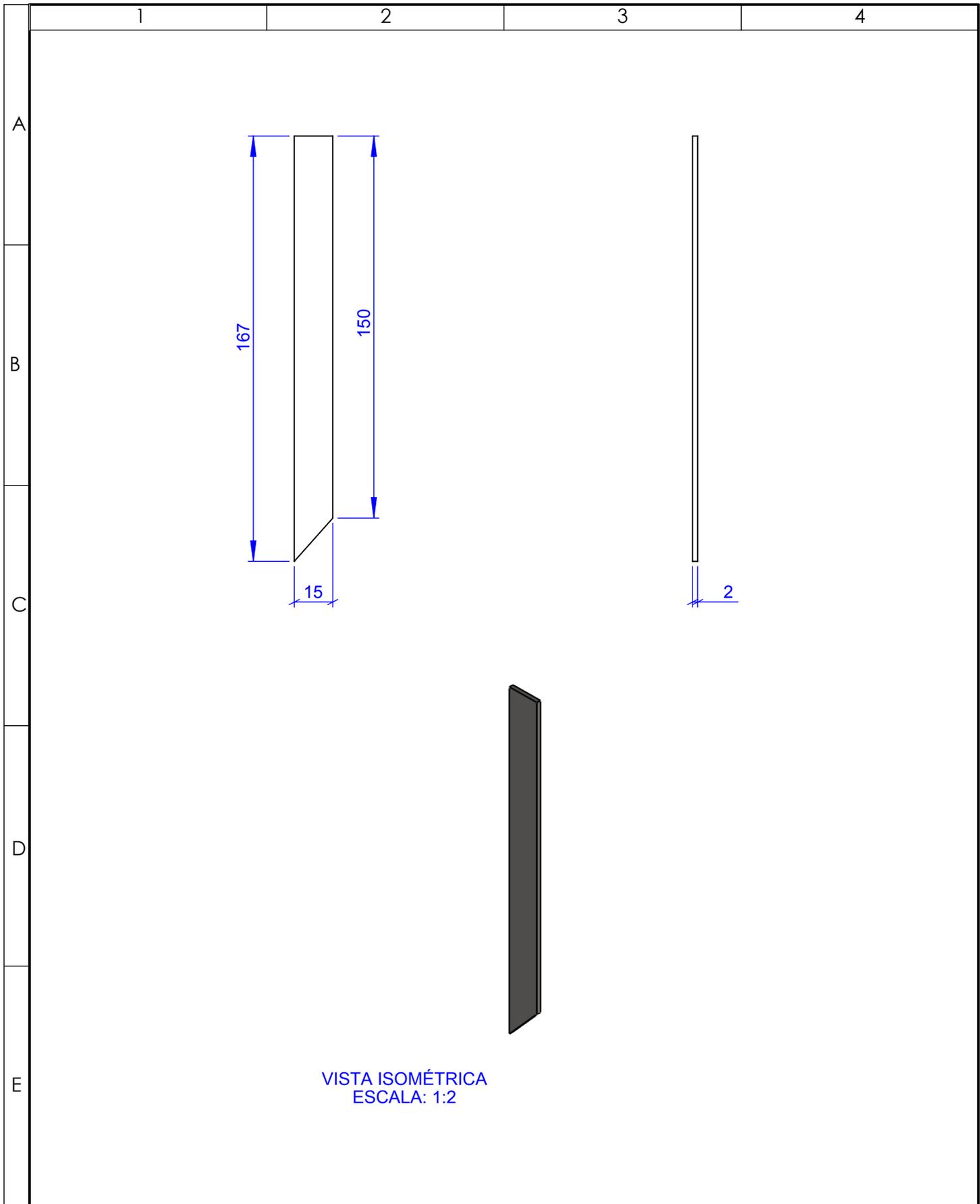


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:5

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 7.97 Kg	MATERIAL: ASTM A36	
						TÍTULO: Pared Lateral	ESCALA: 1:5
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 12 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

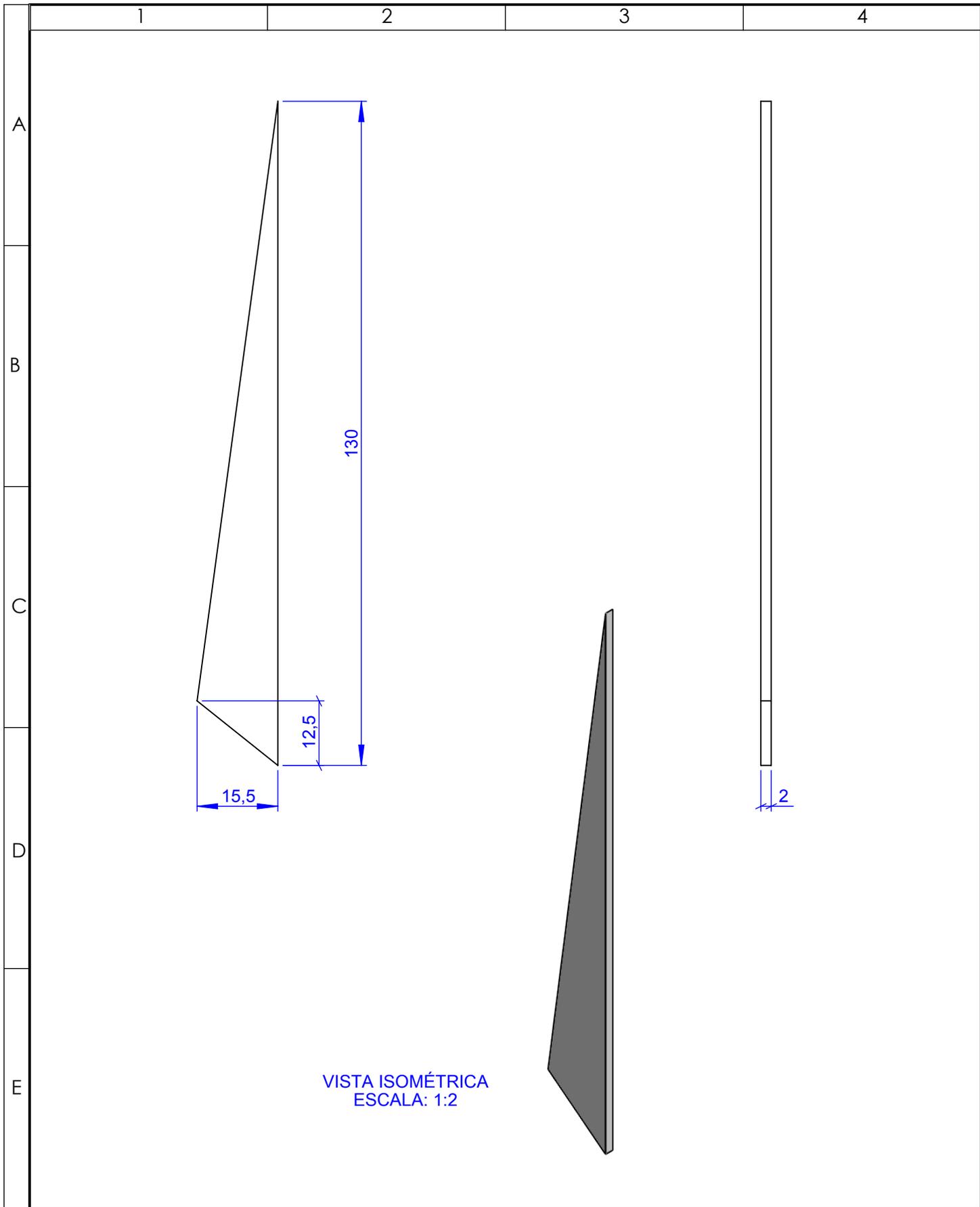


				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.37 Kg	MATERIAL: AISI 304	
						TÍTULO: Cuchilla Lateral Inferior	ESCALA: 1:2
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 14 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.04 Kg	MATERIAL: AISI 304		
						TÍTULO: Placa Ajustadora Superior	ESCALA: 1:2	
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric		N.º DE LAMINA HOJA 15 DE 50	REGISTRO:
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	SUSTITUCION:		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL				



				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.02 Kg	MATERIAL: AISI 304	
						TÍTULO: Placa Ajustadora Inferior	ESCALA: 1:2
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 16 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1 2 3 4 5 6 7 8

A

B

C

D

E

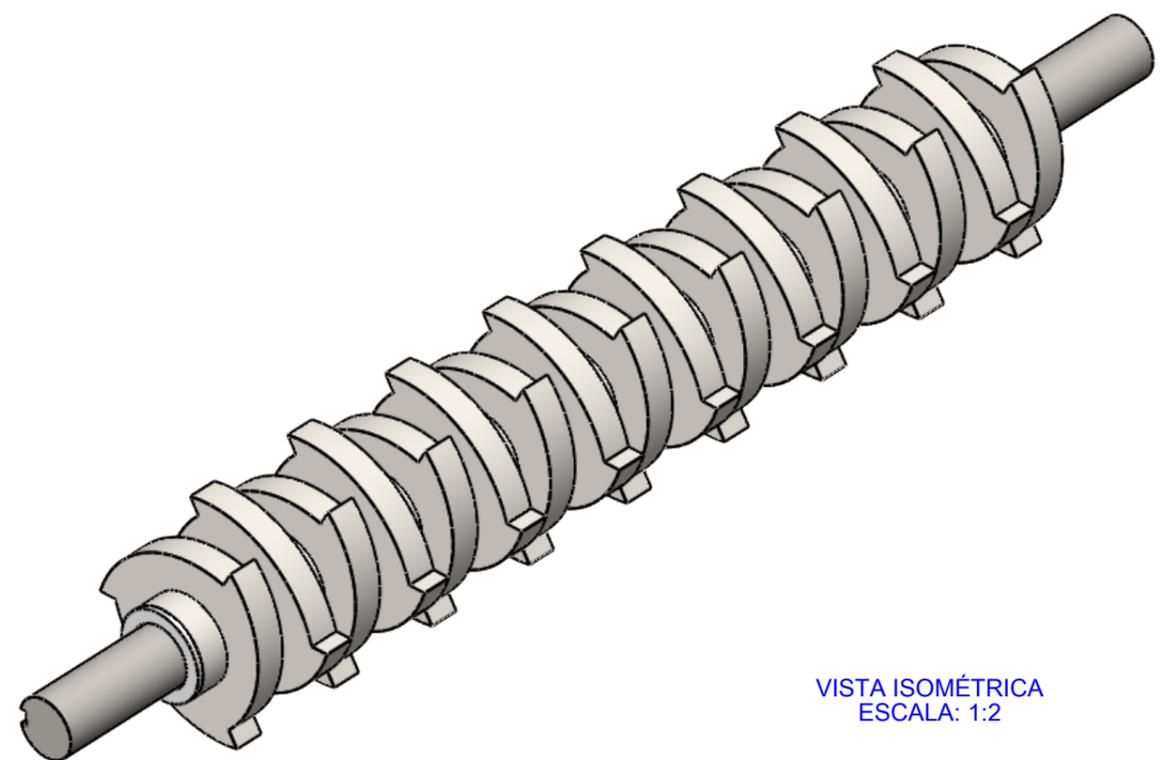
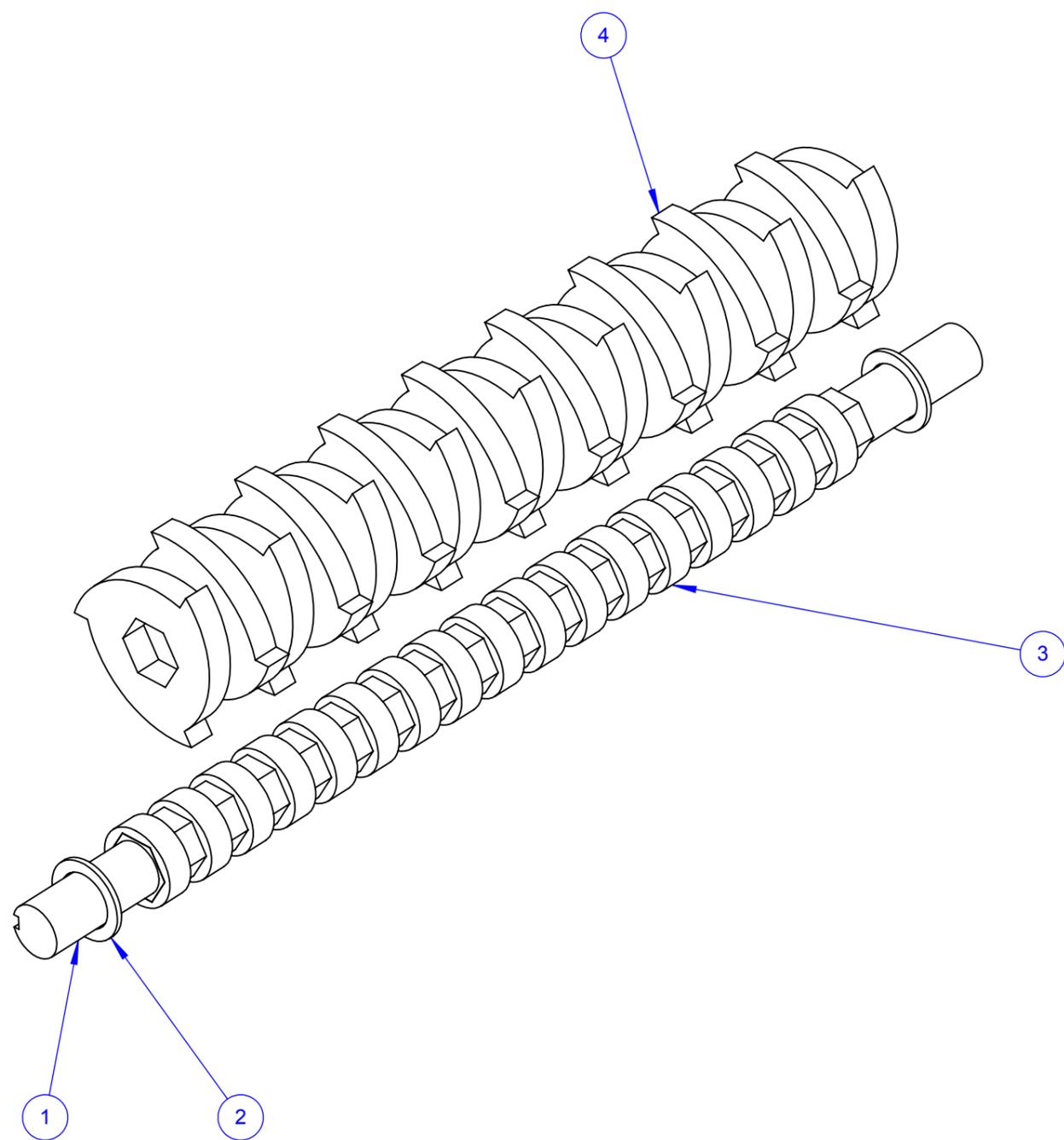
F

A

B

C

D



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2

Tabla general							
17	Cuchilla de Árbol Inferior	Dibujo 18	AISI 4140	4		0.17	Construido
17	Separador de Árbol Inferior	Dibujo 19	AISI 4140	3		0.023	Construido
2	Rodela de Ajuste	Dibujo 7	AISI 304	2		0.007	Construido
1	Eje de Árbol Principal - Modelo II	Dibujo 9	AISI 304	1		1.4	Construido
N° de pieza	Denominación	N° de Norma/ Dibujo	Material	N° de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones
			TOLERANCIA: ±1			PESO: 4.76 Kg	MATERIAL: VARIOS
							TÍTULO: CUCHILLA DE TRITURACIÓN INFERIOR IZQUIERDA
							ESCALA: 1:2
							REGISTRO:
							N.º DE LAMINA: HOJA 17 DE 50
							SUSTITUCION:
							U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:				

1 2 3 4

1

2

3

4

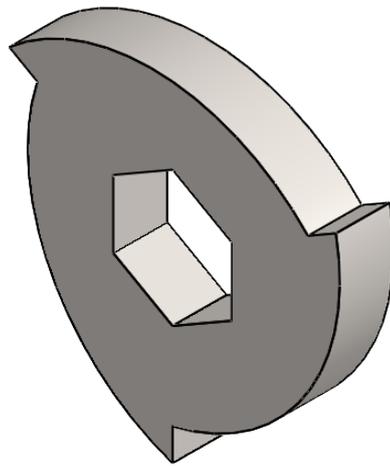
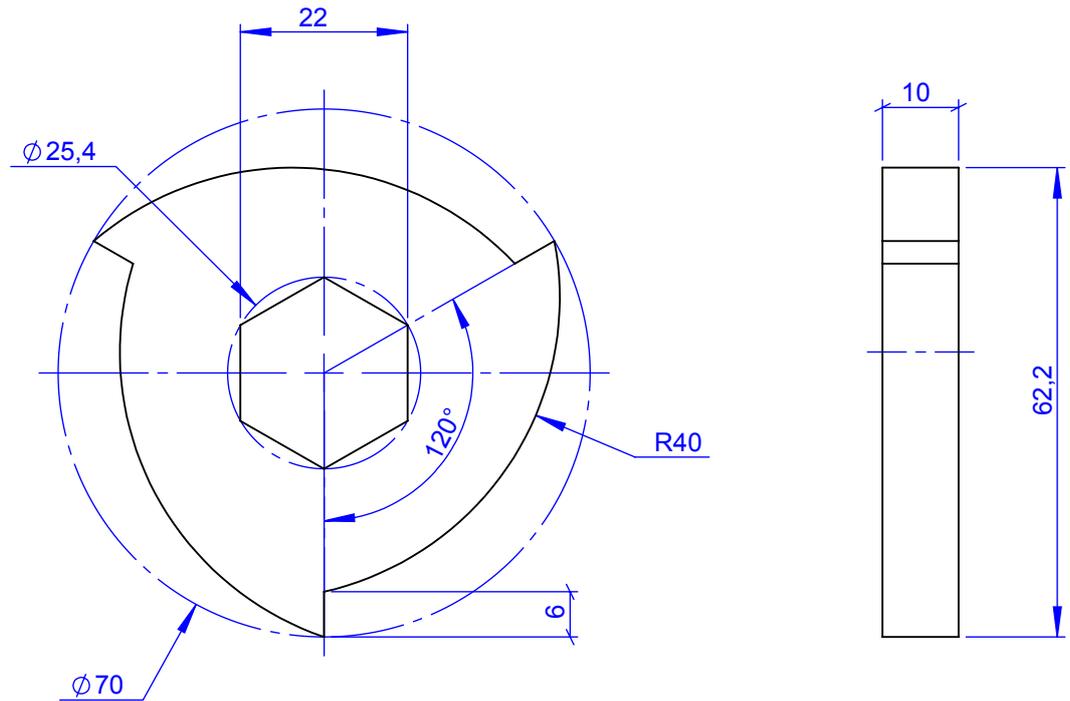
A

B

C

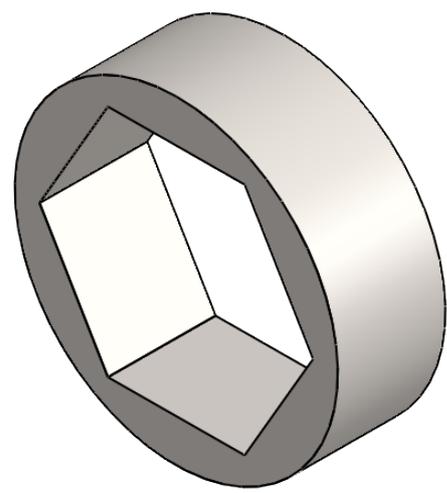
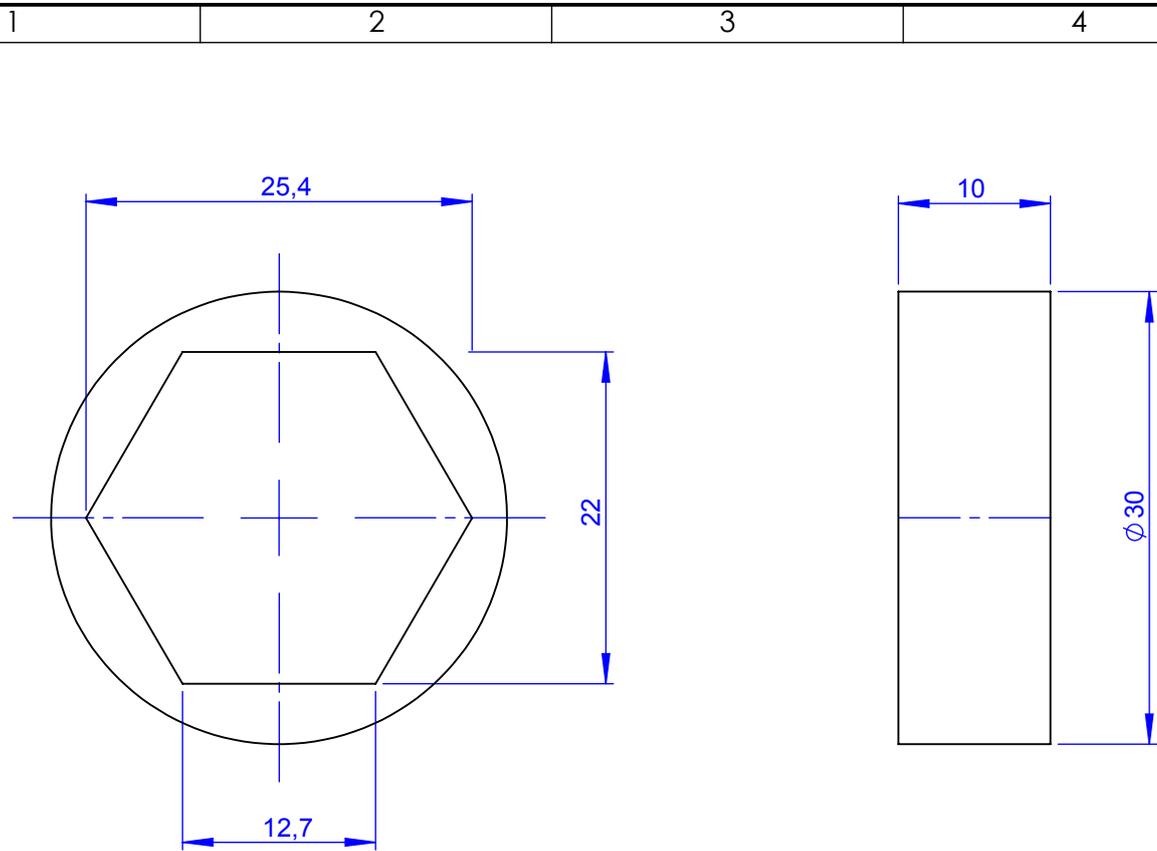
D

E



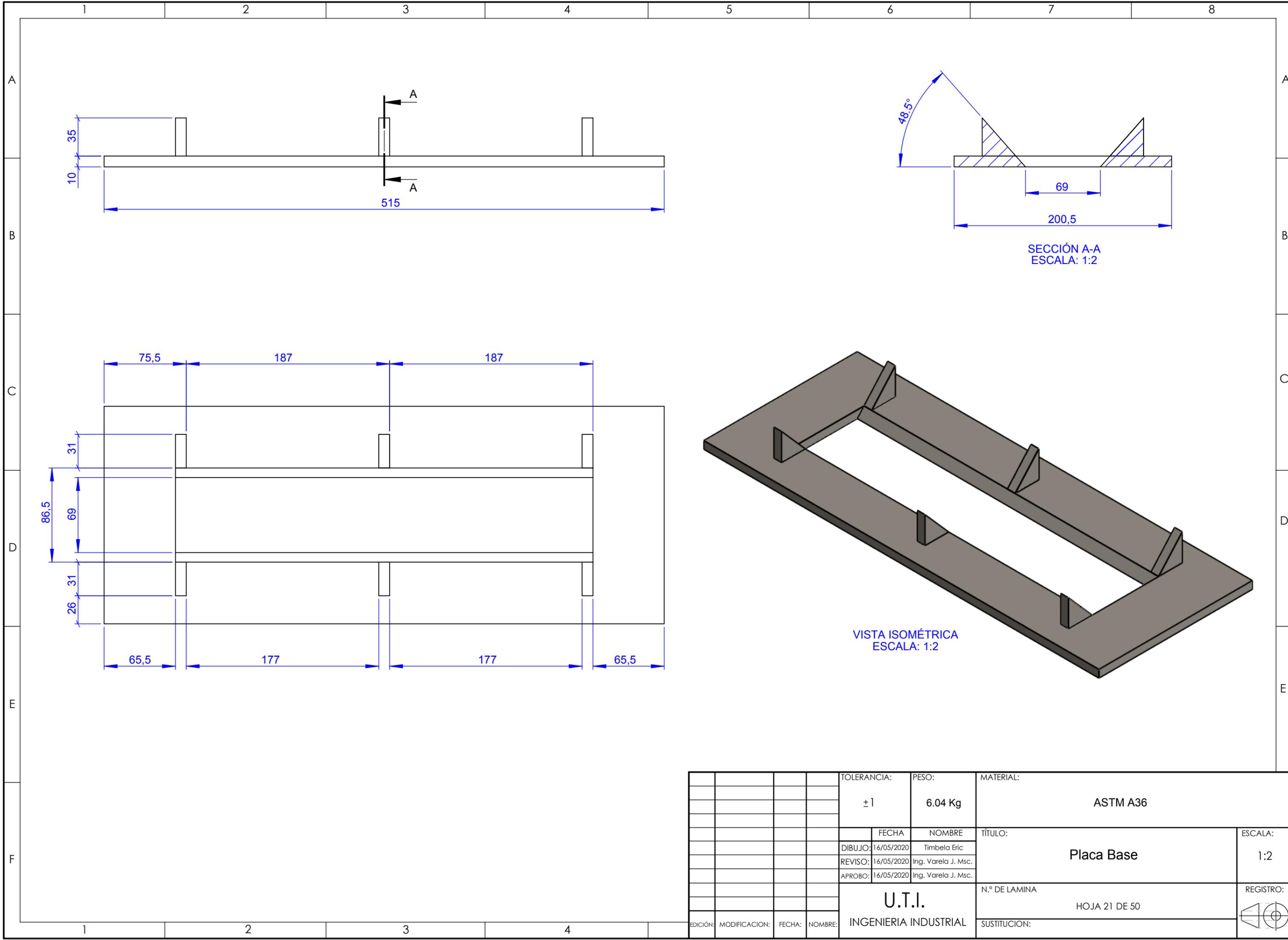
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 0.17 Kg	MATERIAL: AISI 4140	
						TÍTULO: Cuchilla Árbol Inferior	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 18 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 2:1

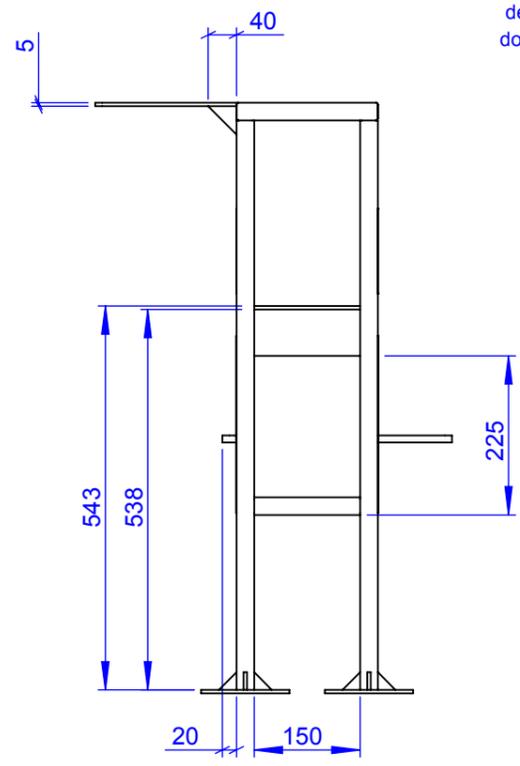
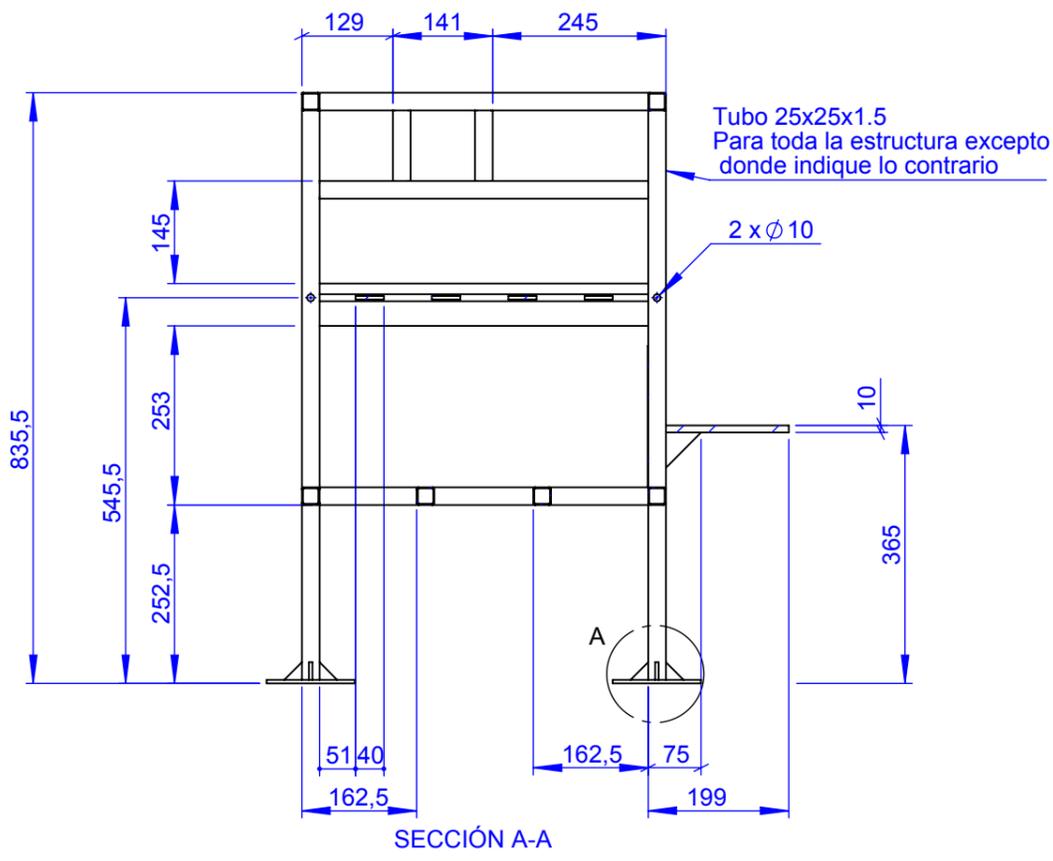
				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.0224 Kg	MATERIAL: AISI 4140	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
					DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Separador del Árbol Inferior
					REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	
					APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	
				U.T.I.		N.º DE LAMINA	ESCALA:
				INGENIERIA INDUSTRIAL		HOJA 19 DE 50	2:1
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	REGISTRO:



SECCIÓN A-A
ESCALA: 1:2

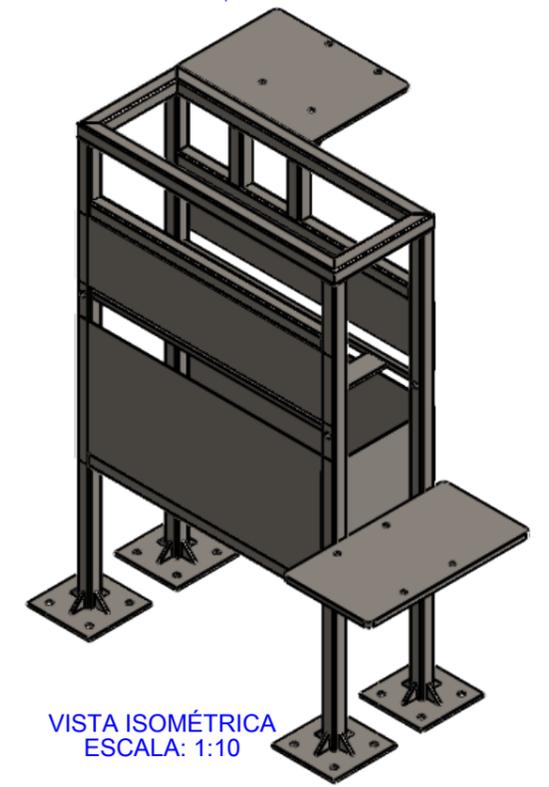
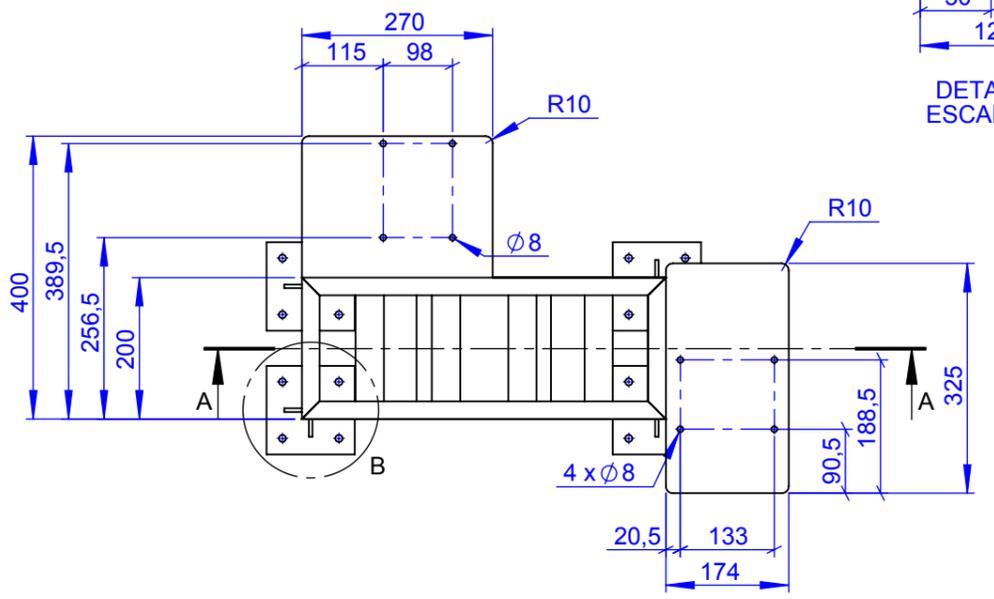
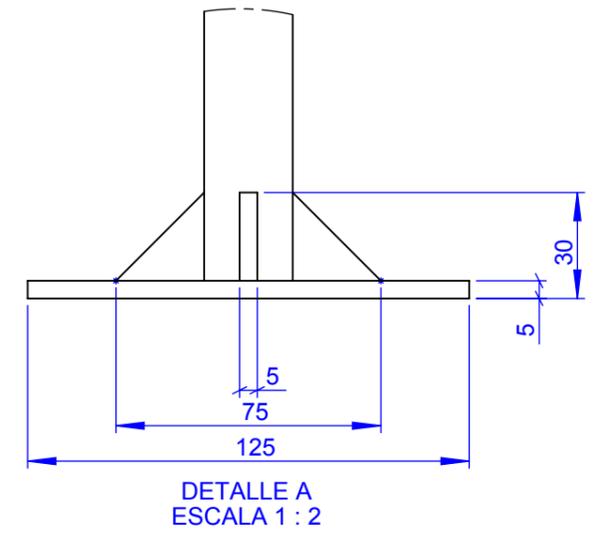
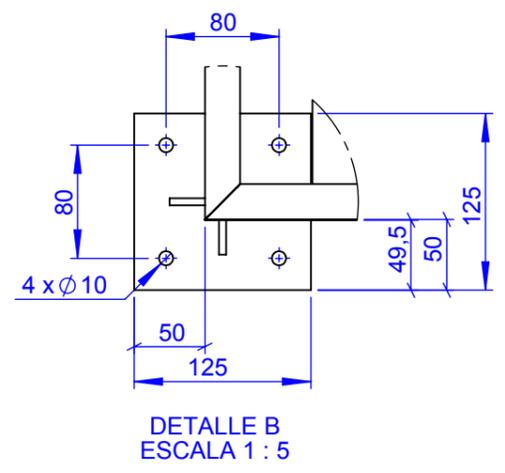
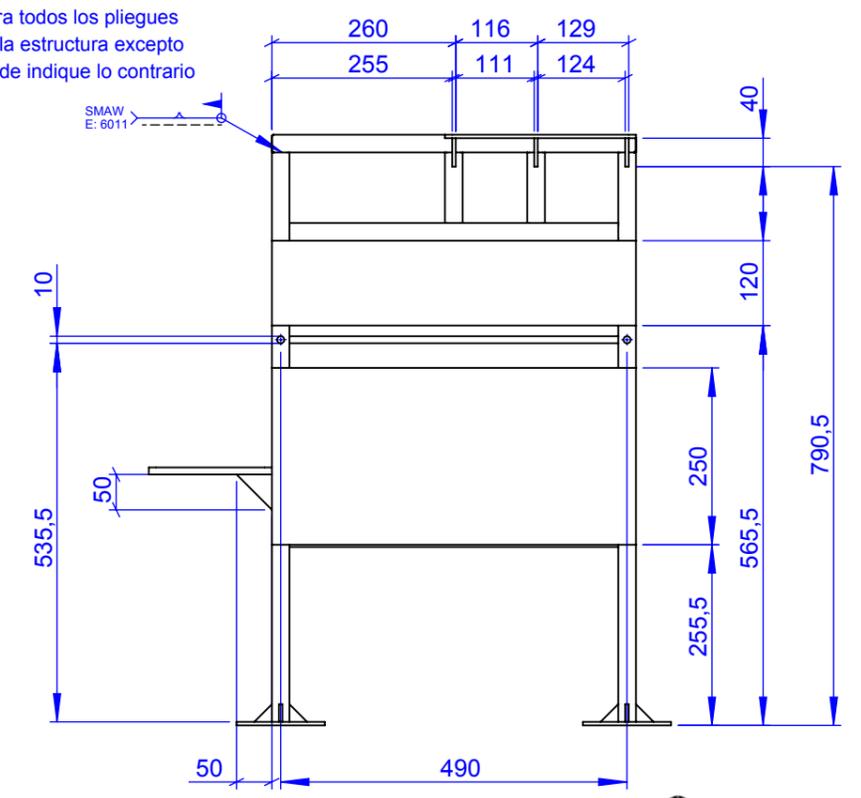
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	6.04 Kg	ASTM A36		
				FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Placa Base		1:2
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA INDUSTRIAL		HOJA 21 DE 50		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				



Para todos los pliegues
de la estructura excepto
donde indique lo contrario

SMAW
E: 6011



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	18.24 Kg	ASTM A36		
				FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Estructura		1:2
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
						HOJA 22 DE 50		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

1

2

3

4

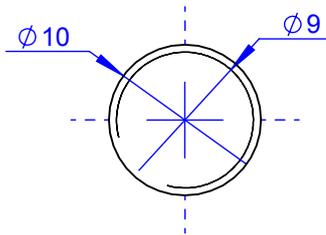
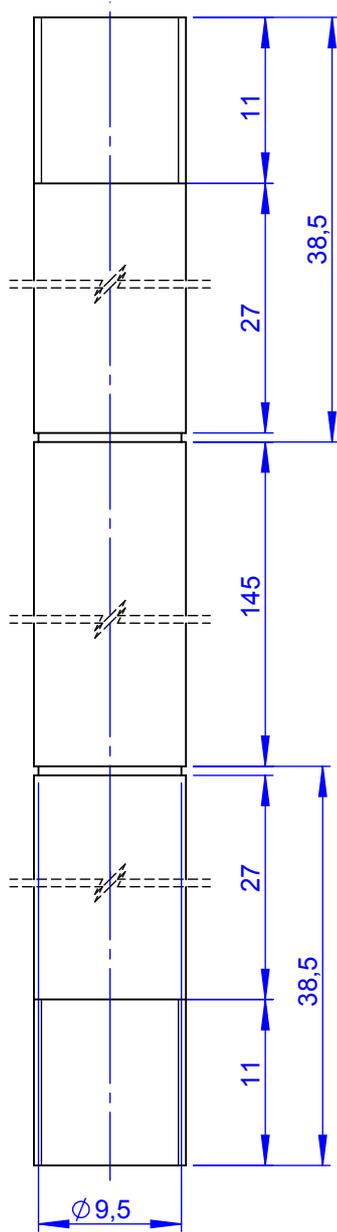
A

B

C

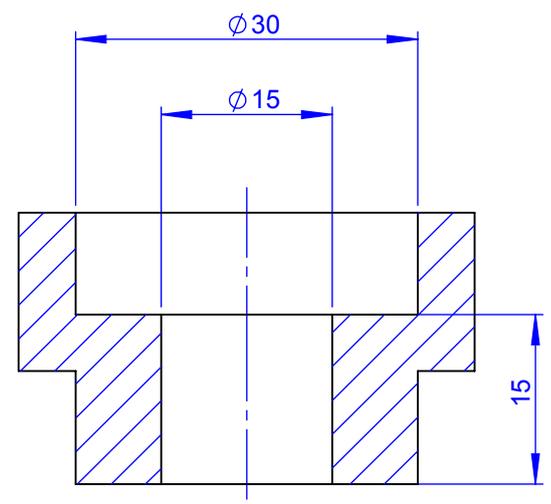
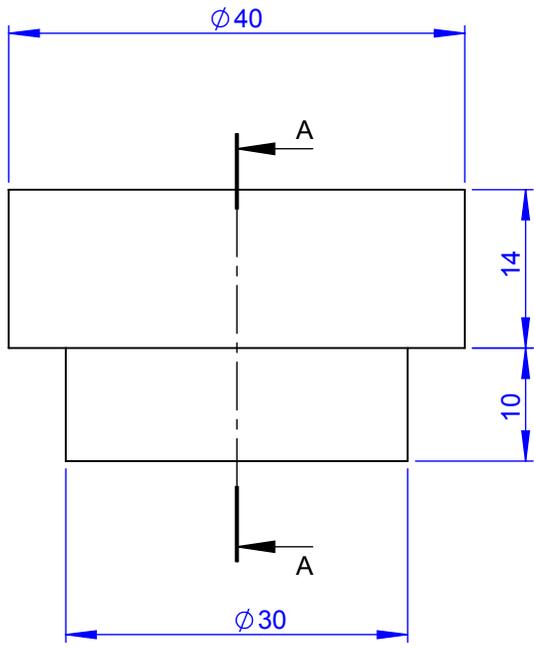
D

E

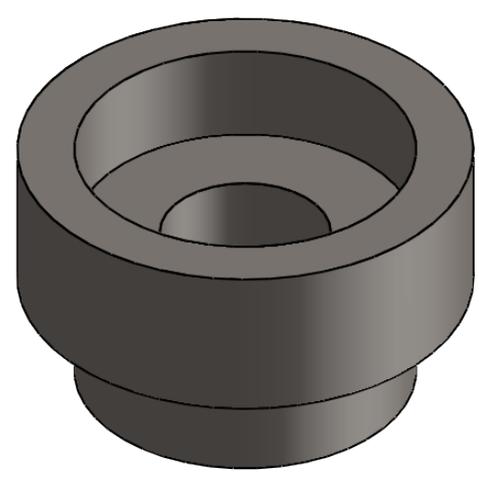


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 0.14 Kg	MATERIAL: AISI 1018	
						TÍTULO: Eje de Rodillo	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 24 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

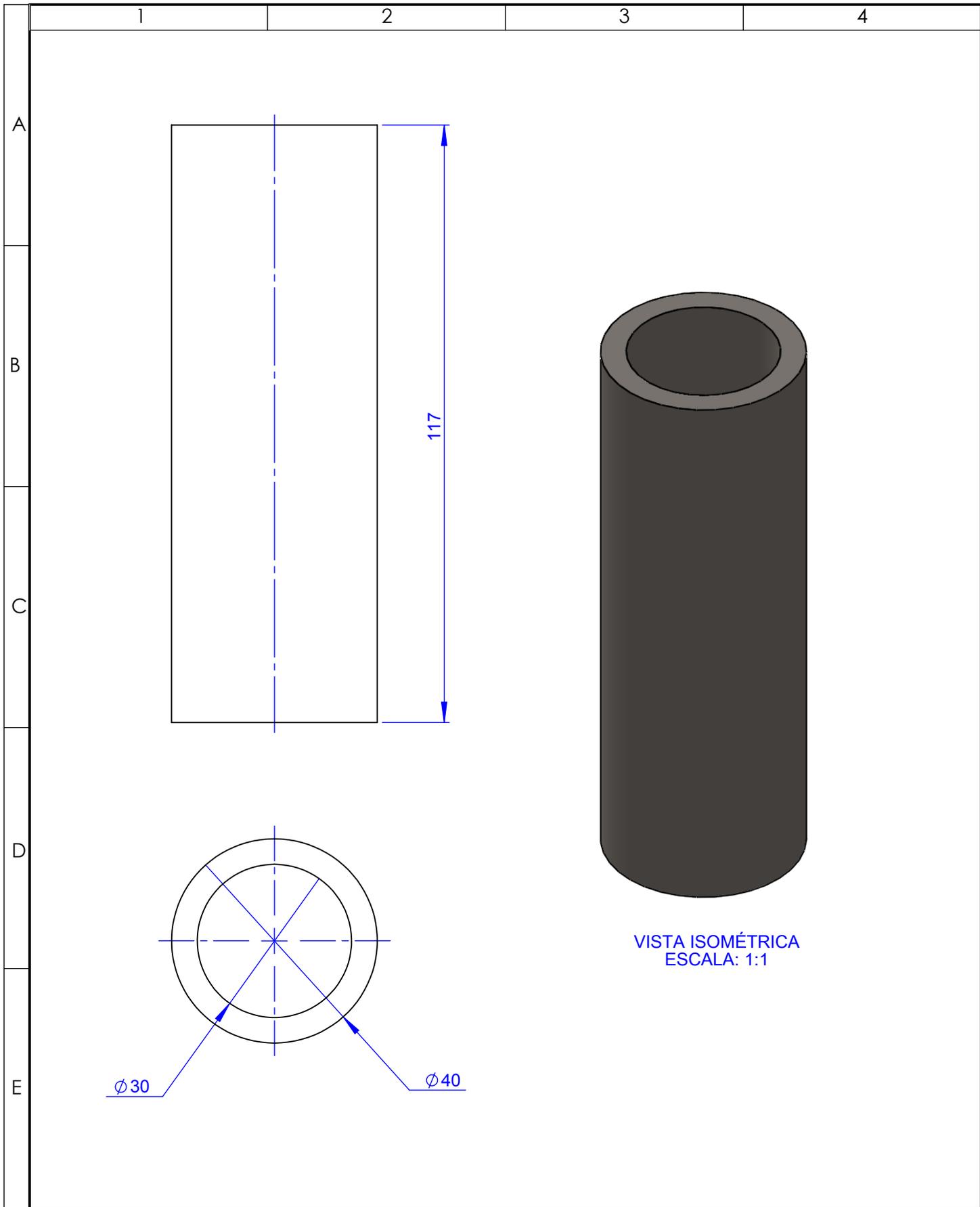


SECCIÓN A-A
ESCALA: 2:1

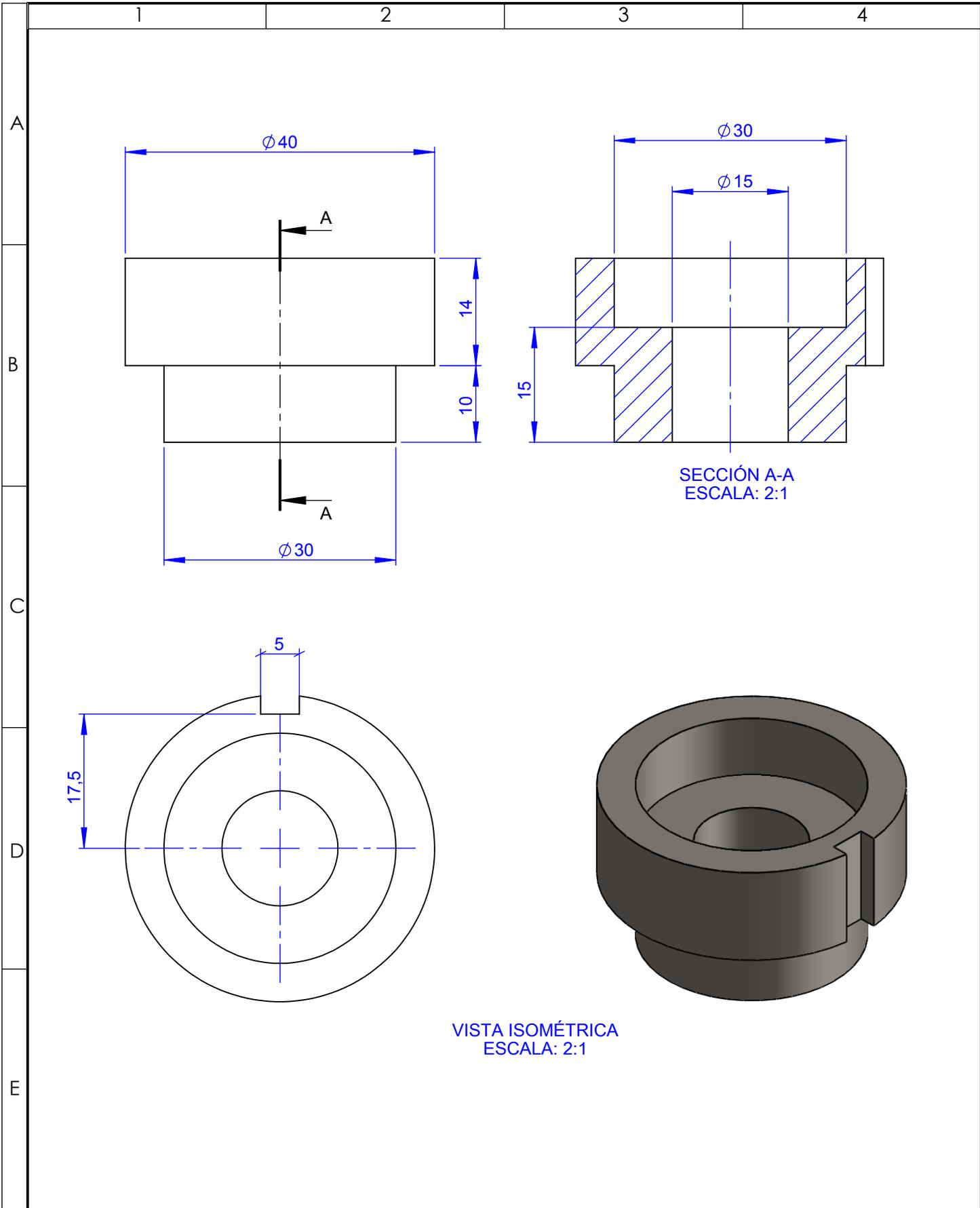


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 2:1

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 0.13 Kg	MATERIAL: AISI 1018	
						TÍTULO: Acople	ESCALA: 2:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 25 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 0.50 Kg	MATERIAL: AISÍ 1018	
						TÍTULO: Rodillo	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 26 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.126 Kg	MATERIAL: AISI 1018	
						TÍTULO: Acople con Chaveta	ESCALA: 2:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 27 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4

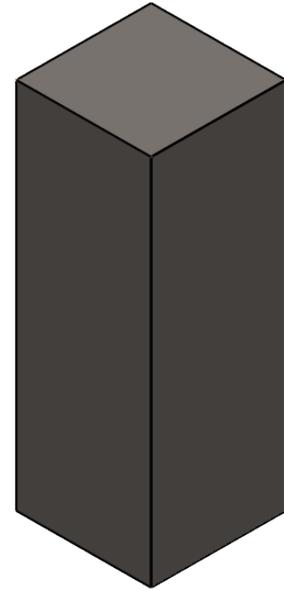
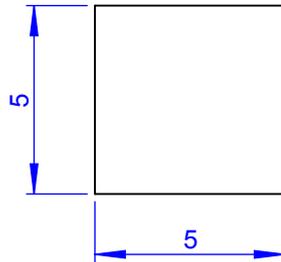
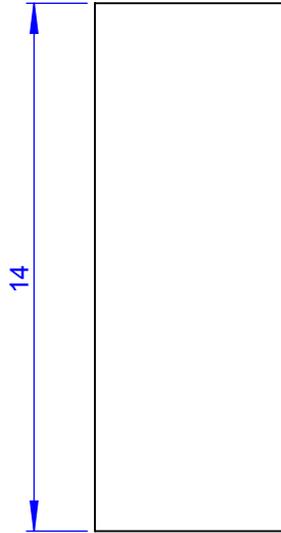
A

B

C

D

E



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 5:1

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 0.003 Kg	MATERIAL: ASTM A36	
						TÍTULO: Chaveta de Ajuste	ESCALA: 5:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 29 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

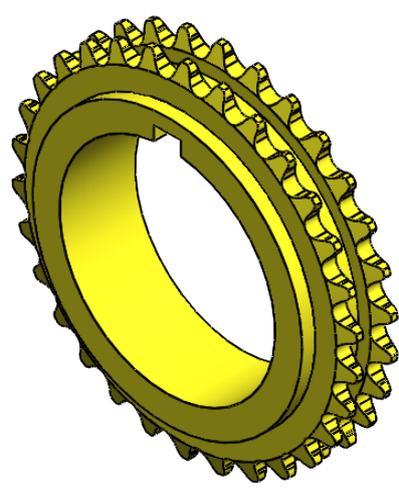
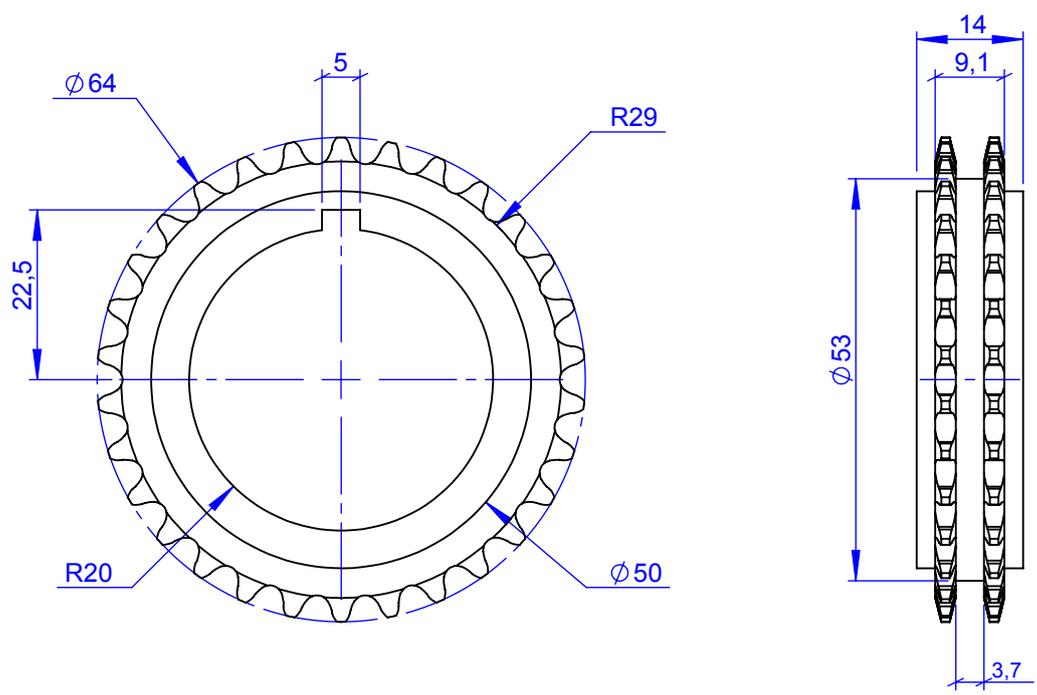
A

B

C

D

E

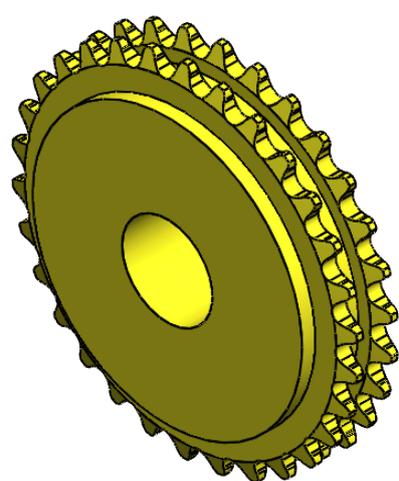
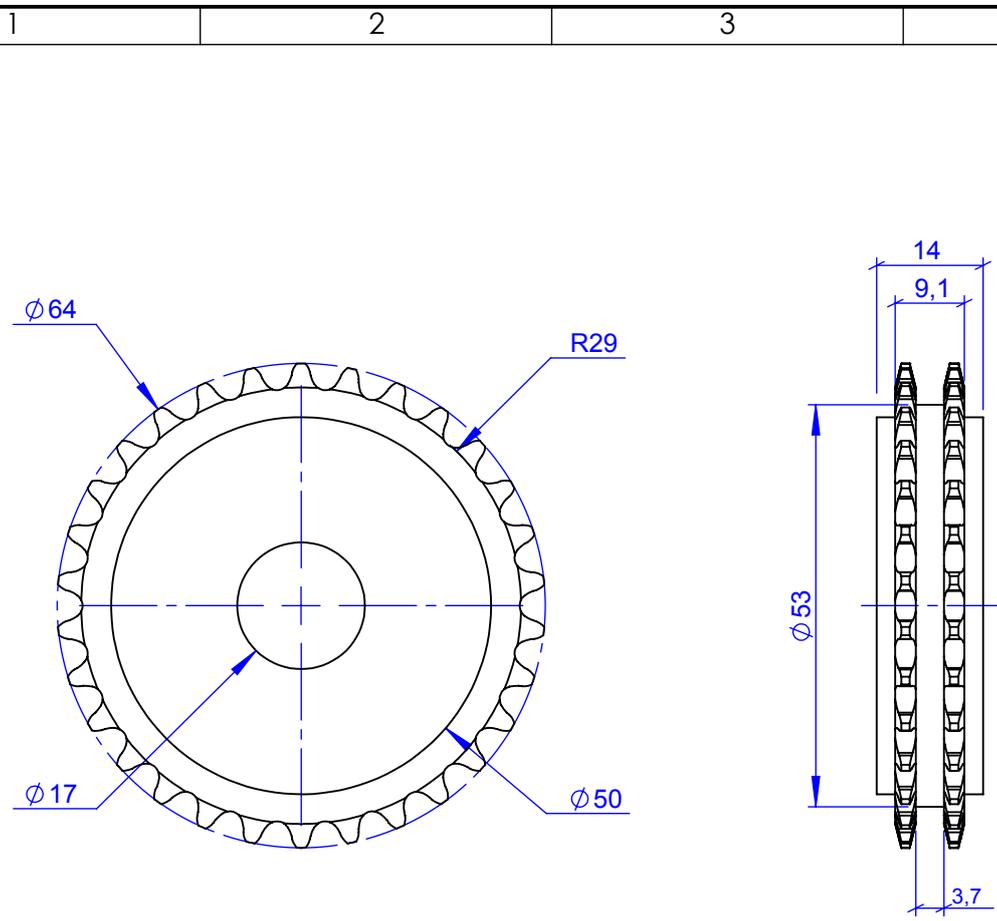


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

DATOS DE CADENA # ANSI 25	
Paso de Cadena	P = 6.35 mm
N° dientes	Z = 30
Diametro Primitivo	Dp = 60.75 mm
Diametro del Rodillo	Dr = 3.302 mm
Ancho	2.692 mm

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.12 Kg	MATERIAL: AISI 1018	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
					DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Catalina Doble de Movimiento
					REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	
					APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA	ESCALA:
						HOJA 30 DE 50	1:1
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	REGISTRO:

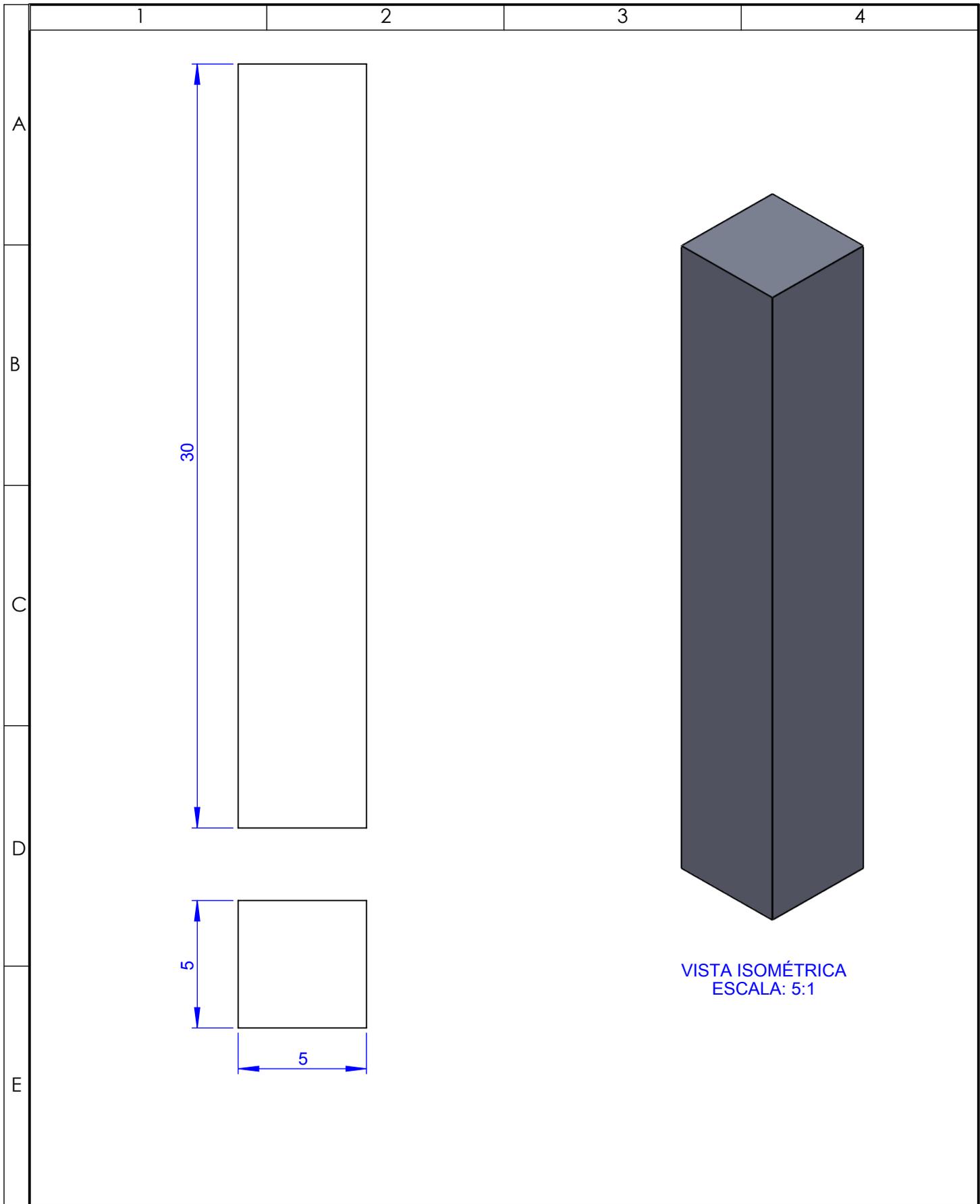




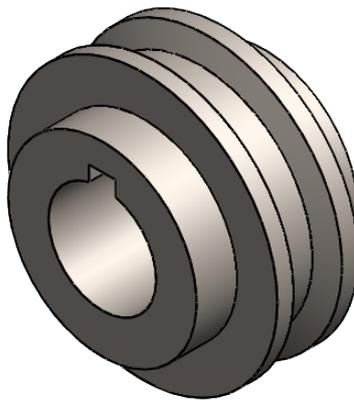
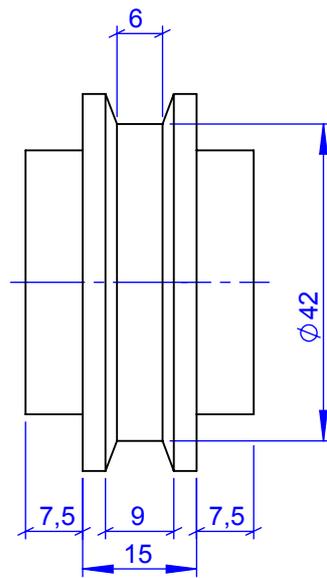
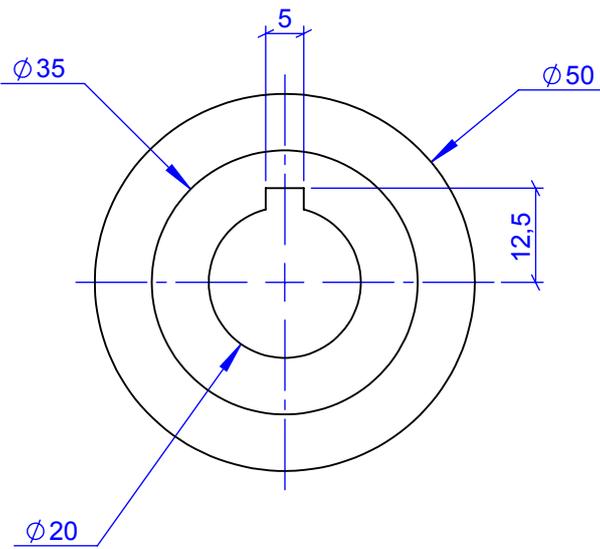
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

DATOS DE CADENA # ANSI 25	
Paso de Cadena	P = 6.35 mm
N° dientes	Z = 30
Diametro Primitivo	Dp = 60.75 mm
Diametro del Rodillo	Dr = 3.302 mm
Ancho	2.692 mm

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.12 Kg	MATERIAL: AISI 1018		
						TÍTULO: Catalina Doble Motriz	ESCALA: 1:1	
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric			
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 31 DE 50	REGISTRO:	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

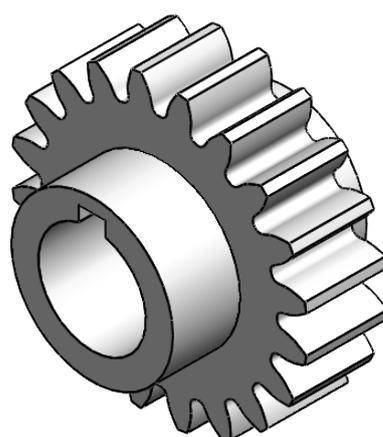
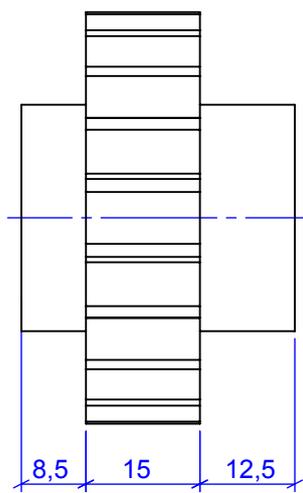
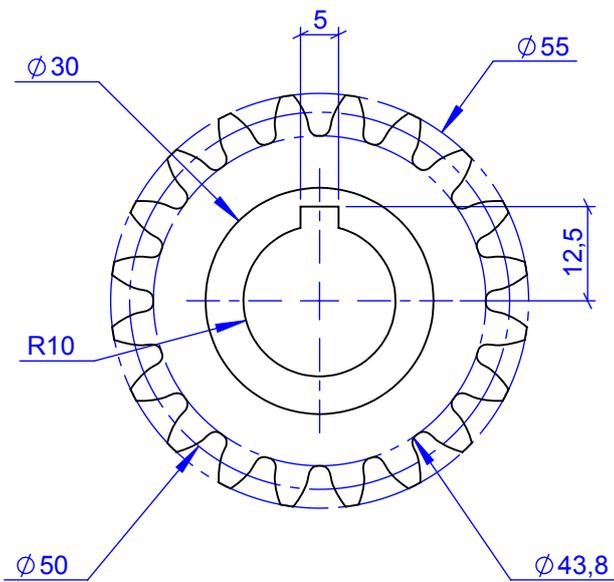


				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
				±1	0.003 Kg	ASTM A36			
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO: Chaveta de Ajuste Modelo II		ESCALA:
				DIBUJO:	16/05/2020	Timbela Eric			5:1
				REVISO:	16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO:	16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				U.T.I.			HOJA 32 DE 50		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	INGENIERIA INDUSTRIAL			SUSTITUCION:		



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.23 Kg	MATERIAL: AISI 1018	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO: Polea	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 33 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

DATOS	
Modulo	m = 2.5
N° dientes	Z = 20
Diametro Primitivo	Dp = 50 mm
Diametro Exterior	De = 55 mm
Ancho	b = 15 mm

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	0.25 Kg	AISI 1018	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	N.º DE LAMINA	REGISTRO:
				U.T.I.			
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	INGENIERIA INDUSTRIAL		SUSTITUCION:	

1

2

3

4

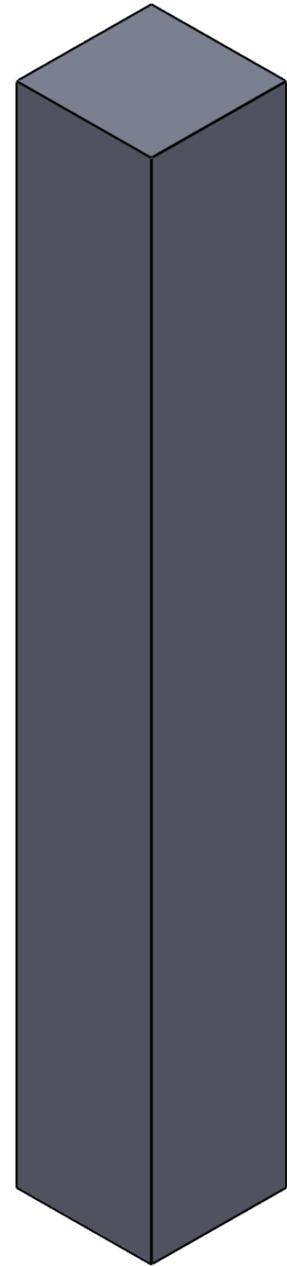
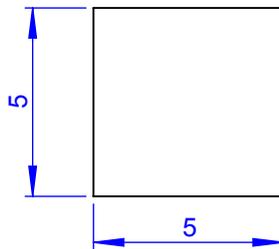
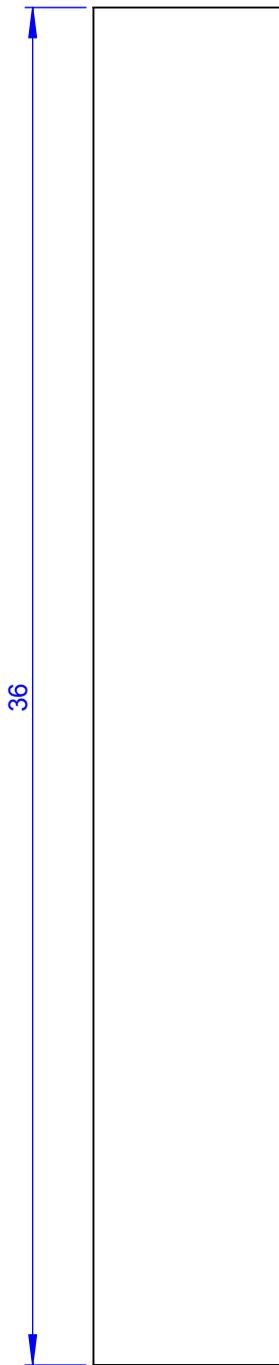
A

B

C

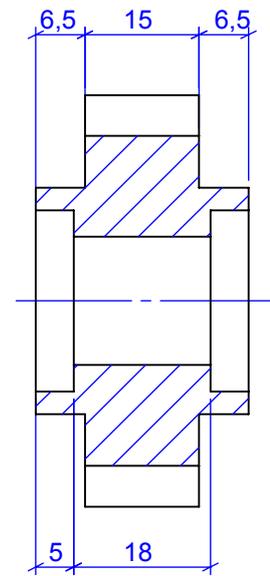
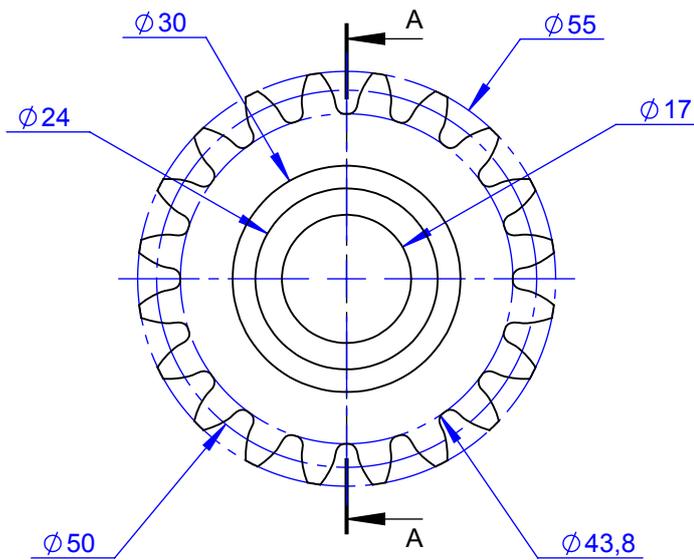
D

E

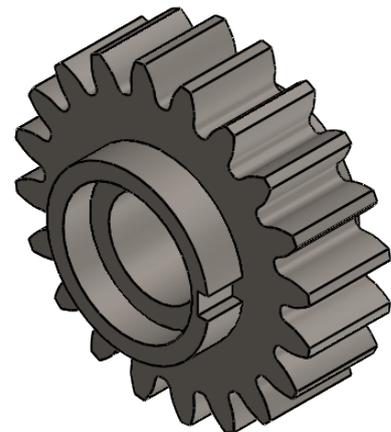
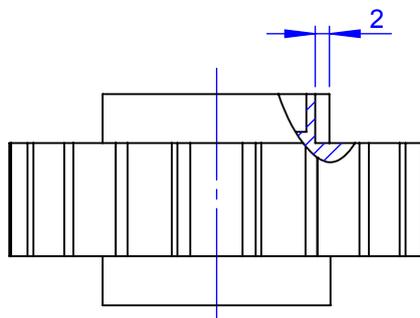


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 5:1

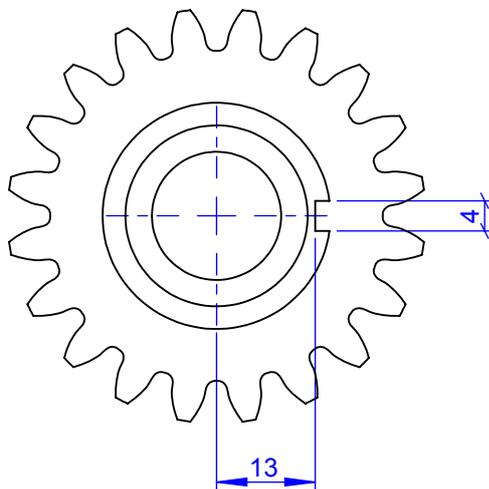
				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 0.003 Kg	MATERIAL: ASTM A36	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
				DIBUJO:	16/05/2020	Timbela Eric	Chaveta de Ajuste Modelo III
				REVISO:	16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	
				APROBO:	16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA	ESCALA:
						HOJA 35 DE 50	5:1
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	REGISTRO:



SECCIÓN A-A

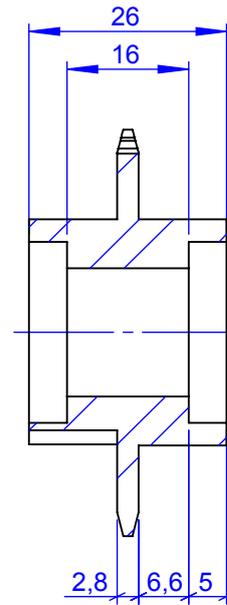
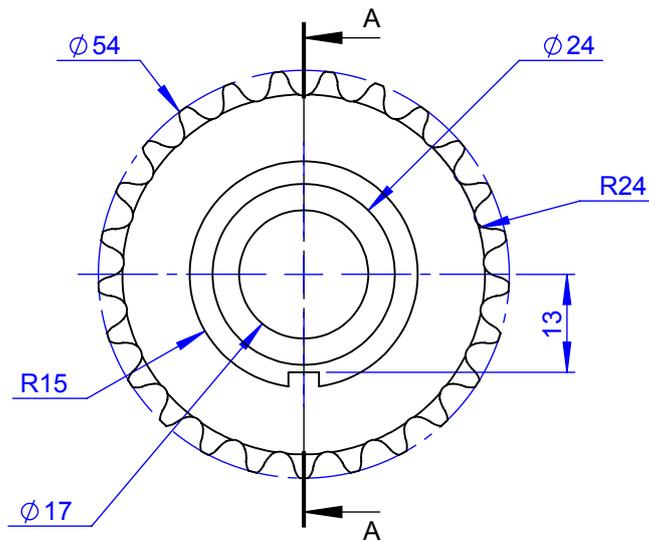


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

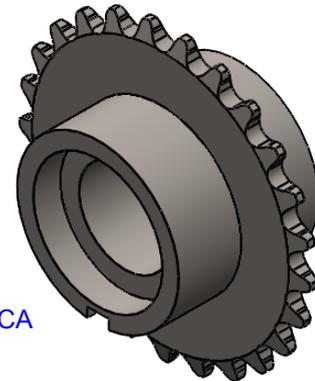
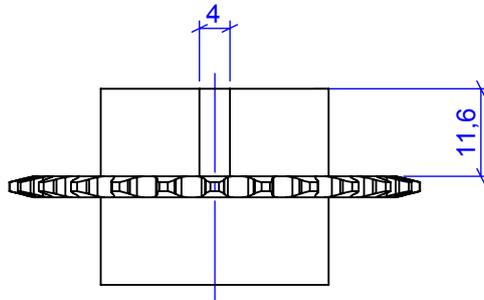


DATOS	
Modulo	m = 2.5
N° dientes	Z = 20
Diametro Primitivo	Dp = 50 mm
Diametro Exterior	De = 55 mm
Ancho	b = 15 mm

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	0.23 Kg	AISI 1018		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Engranaje Móvil		1:1
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
						HOJA 36 DE 50		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		



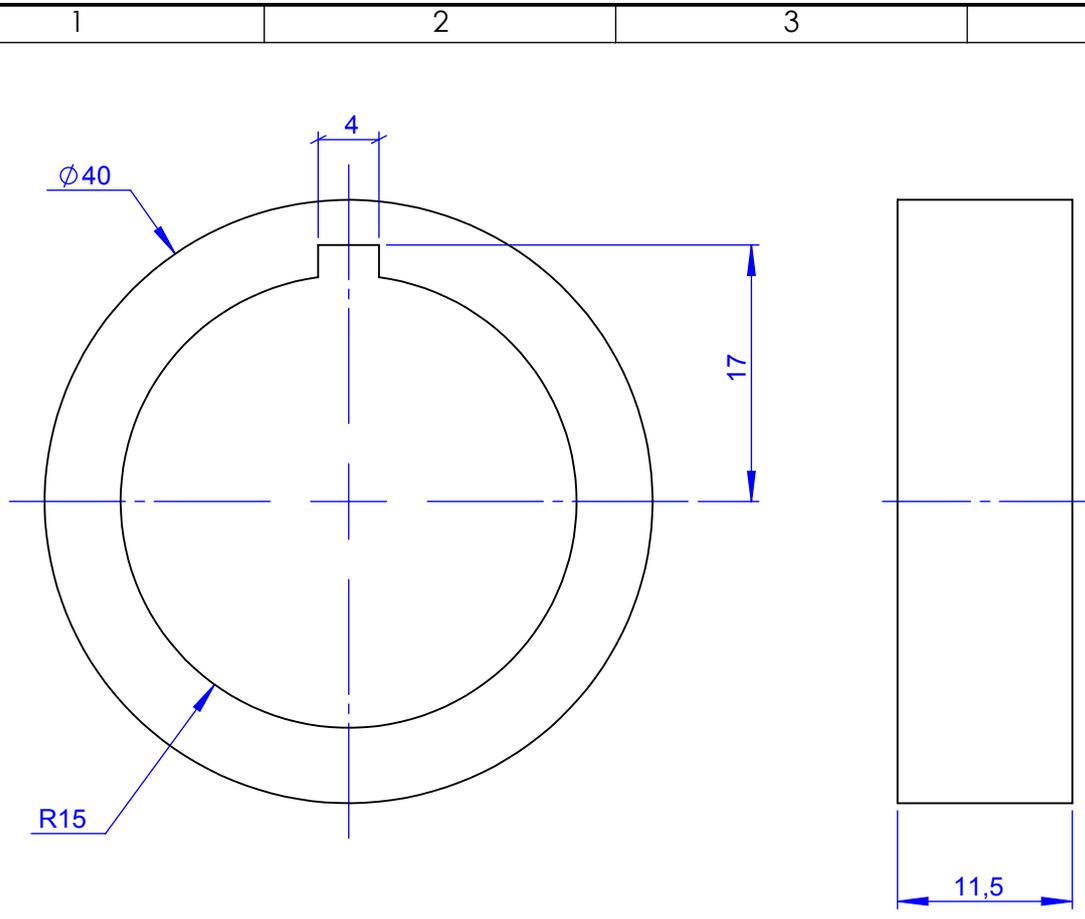
SECCIÓN A-A



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

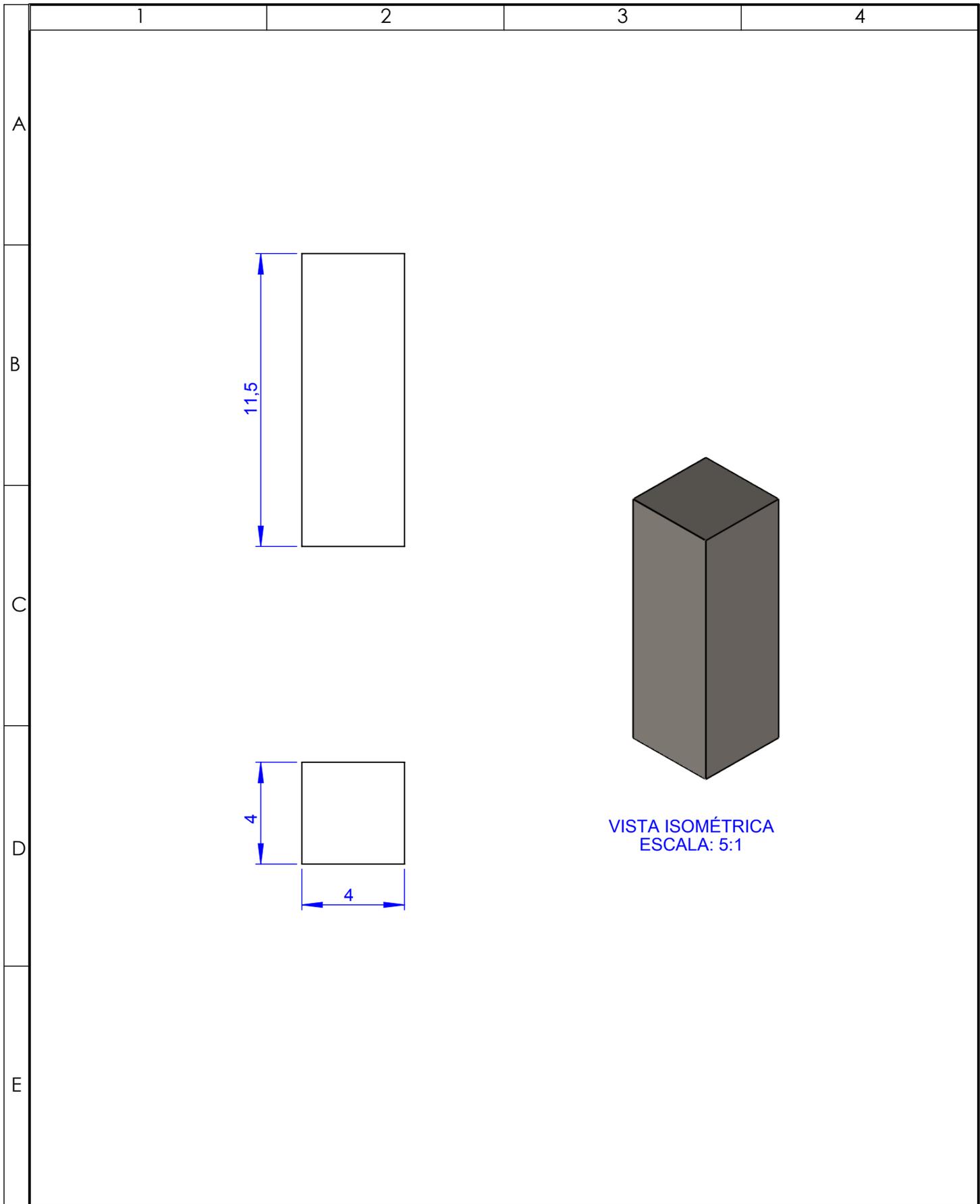
DATOS DE CADENA # ANSI 25	
Paso de Cadena	P = 6.35 mm
N° dientes	Z = 25
Diametro Primitivo	Dp = 50.665 mm
Diametro del Rodillo	Dr = 3.302 mm
Ancho	2.794 mm

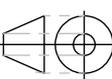
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	0.11 Kg	AISI 1018	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Catalina Simple Móvil	
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	ESCALA:	
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	1:1	
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 37 DE 50	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

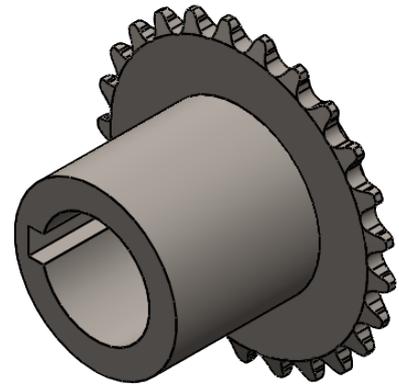
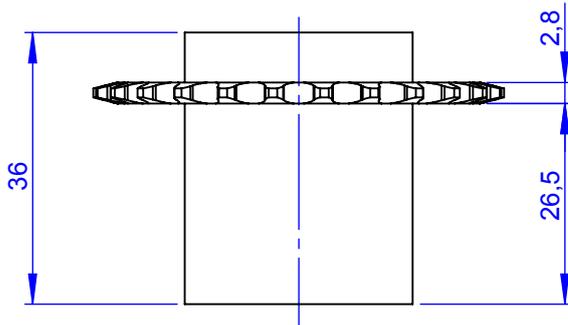
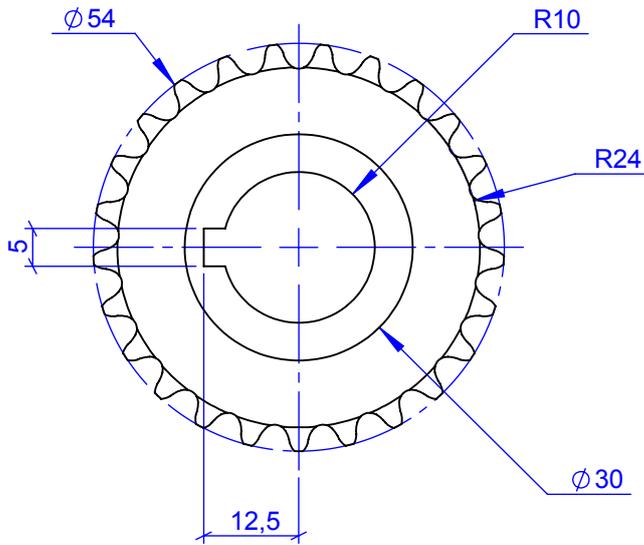


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 2:1

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.048 Kg	MATERIAL: AISI 1018	
						TÍTULO: Bocín	ESCALA: 2:1
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 38 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



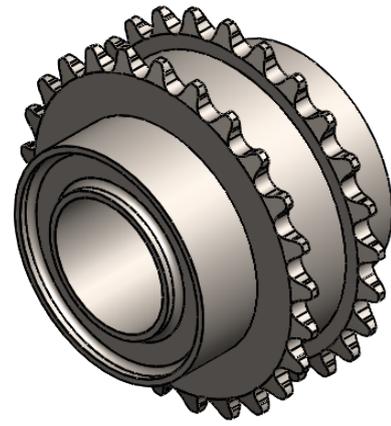
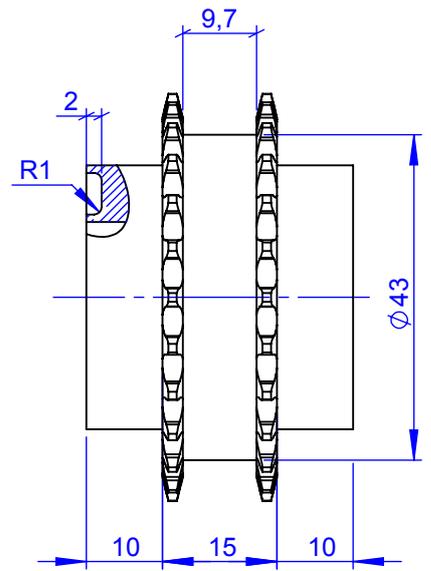
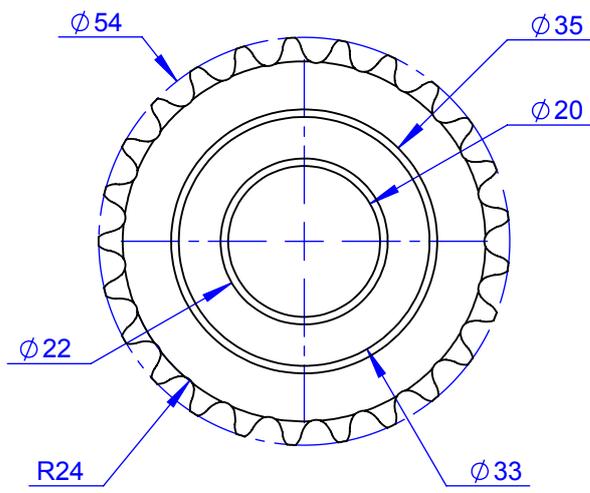
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
				±1	0.002 Kg	ASTM A36			
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO: Chaveta de Ajuste Modelo IV		ESCALA:
				DIBUJO:	16/05/2020	Timbela Eric			5:1
				REVISO:	16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO:	16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL			N.º DE LAMINA HOJA 39 DE 50		REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:				SUSTITUCION:		



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

DATOS DE CADENA # ANSI 25	
Paso de Cadena	P = 6.35 mm
N° dientes	Z = 25
Diametro Primitivo	Dp = 50.665 mm
Diametro del Rodillo	Dr = 3.302 mm
Ancho	2.794 mm

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	0.135 Kg	AISI 1018	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Catalina Simple de Distribución	1:1
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 40 DE 50	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:1

DATOS DE CADENA # ANSI 25	
Paso de Cadena	P = 6.35 mm
N° dientes	Z = 25
Diametro Primitivo	Dp = 50.665 mm
Diametro del Rodillo	Dr = 3.302 mm
Ancho	2.794 mm

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	0.24 Kg	AISI 1018		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Catalina Doble Motriz		1:1
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
						HOJA 41 DE 50		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

1

2

3

4

A

384

100

B

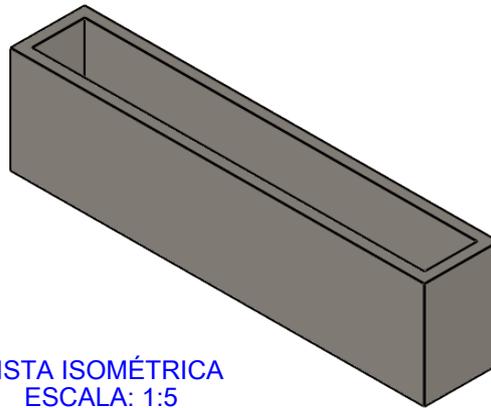
364

49

69

C

D



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:5

E

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 6.8 Kg	MATERIAL: ASTM A36	
						TÍTULO: Guía	ESCALA: 1:5
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 42 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4

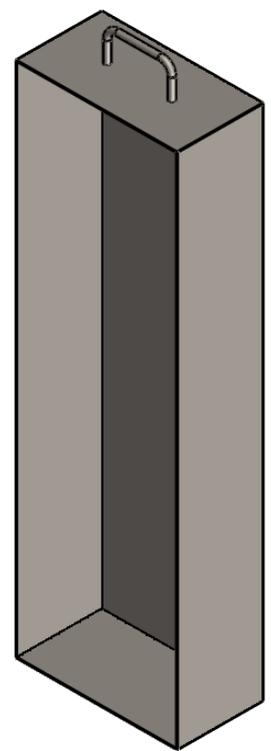
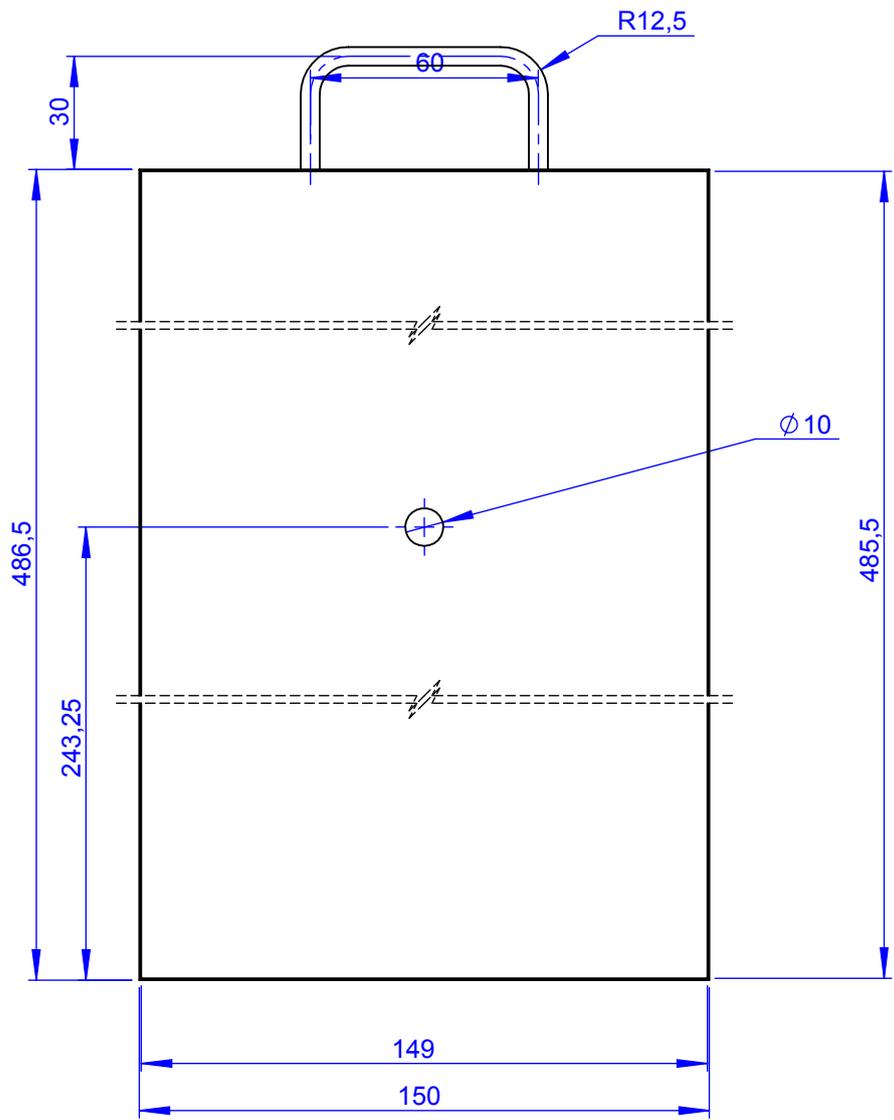
A

B

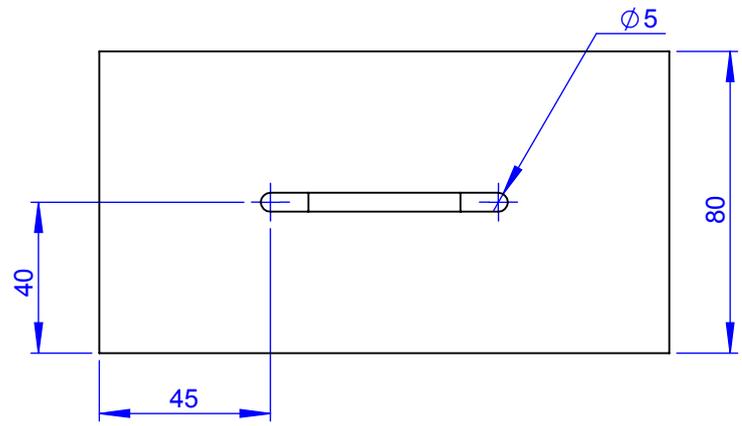
C

D

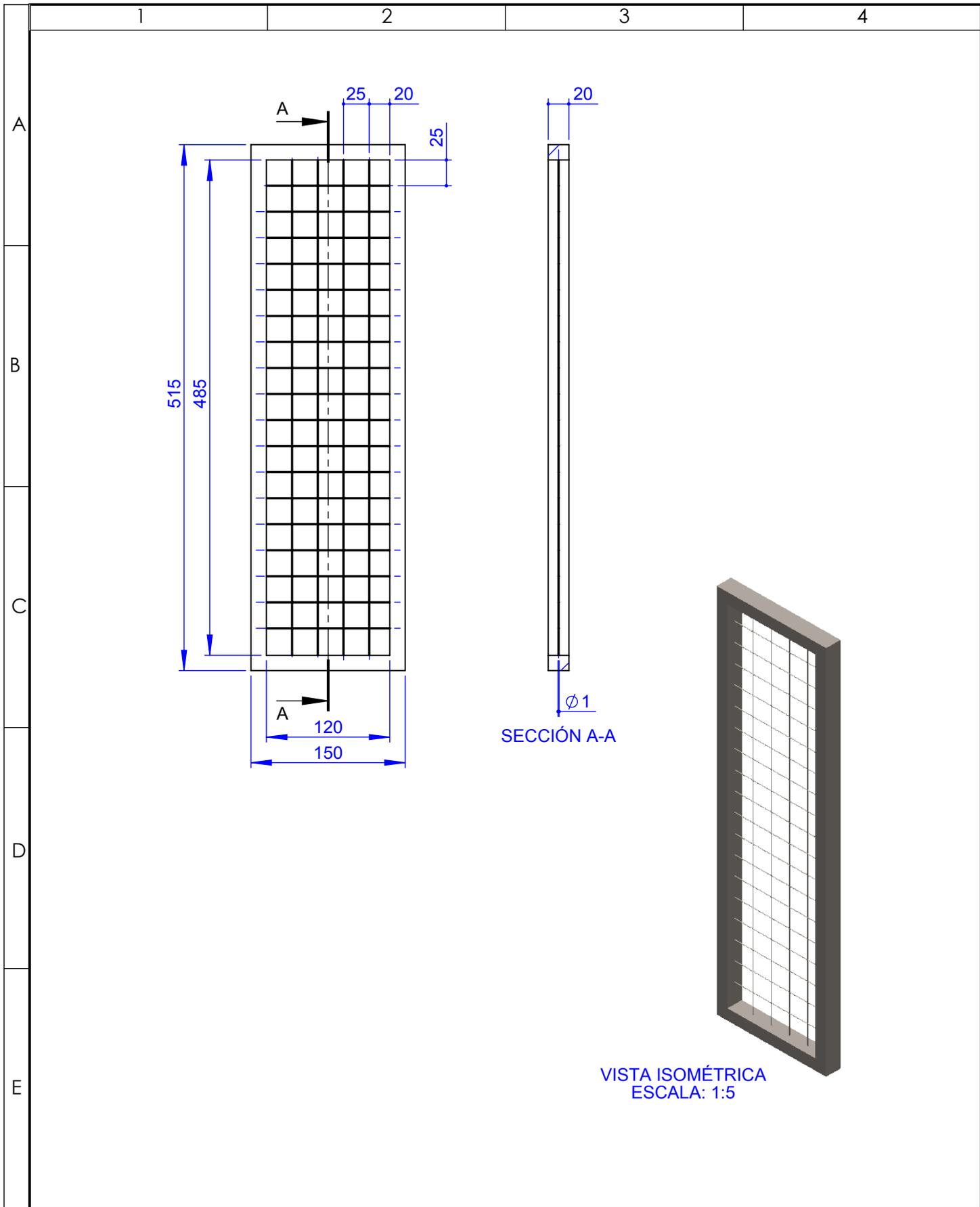
E



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:5



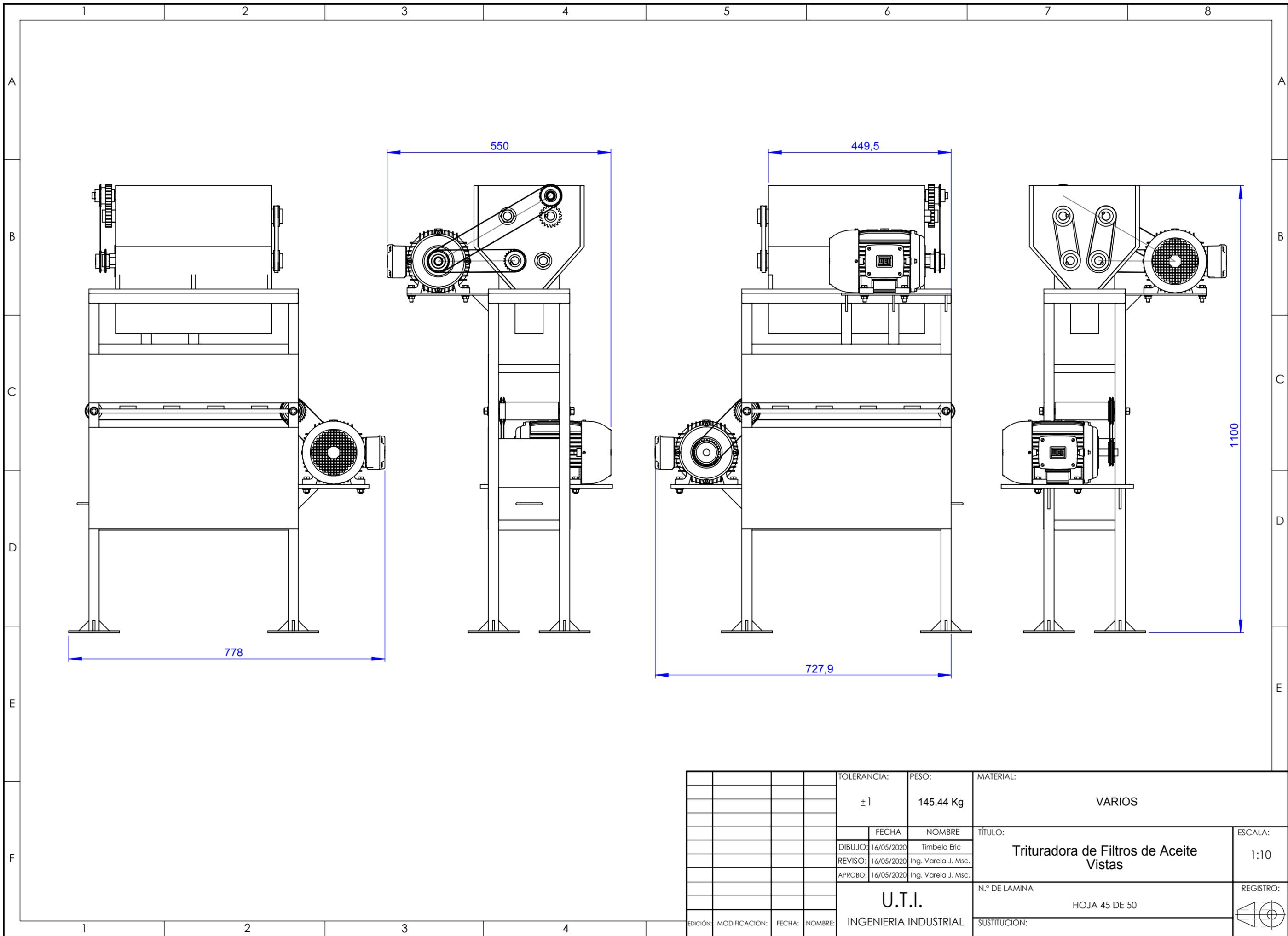
				TOLERANCIA: ±1	PESO: 0.7 Kg	MATERIAL: ASTM S36	
						TÍTULO: Recolector de Aceite	ESCALA: 1:2
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 43 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



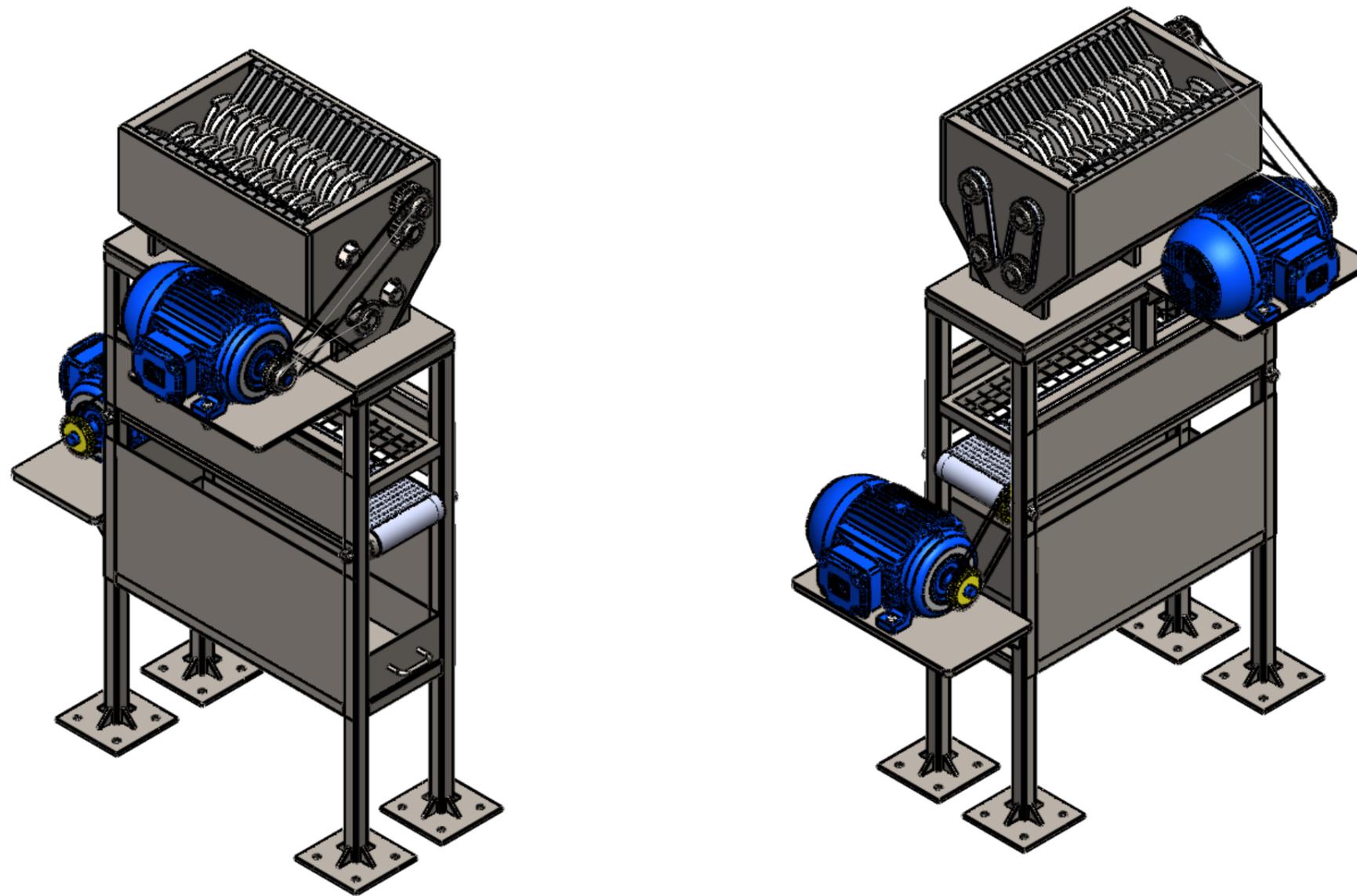
SECCIÓN A-A

VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:5

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 3.02 Kg	MATERIAL: ASTM S36	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO: Zaranda	ESCALA: 1:5
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 44 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	145.44 Kg	VARIOS	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Trituradora de Filtrros de Aceite Vistas	
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 45 DE 50	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:10

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	145.44 Kg	VARIOS		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	Timbela Eric	Trituradora de Filtros de Aceite		1:10
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	Vista Isométrica		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA	REGISTRO:	
						HOJA 46 DE 50		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

1

2

3

4

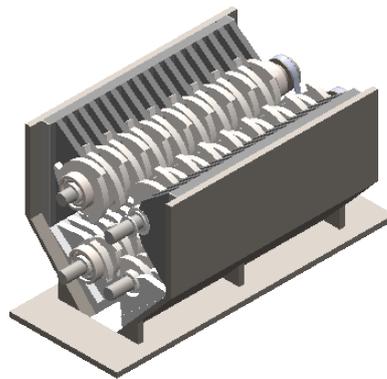
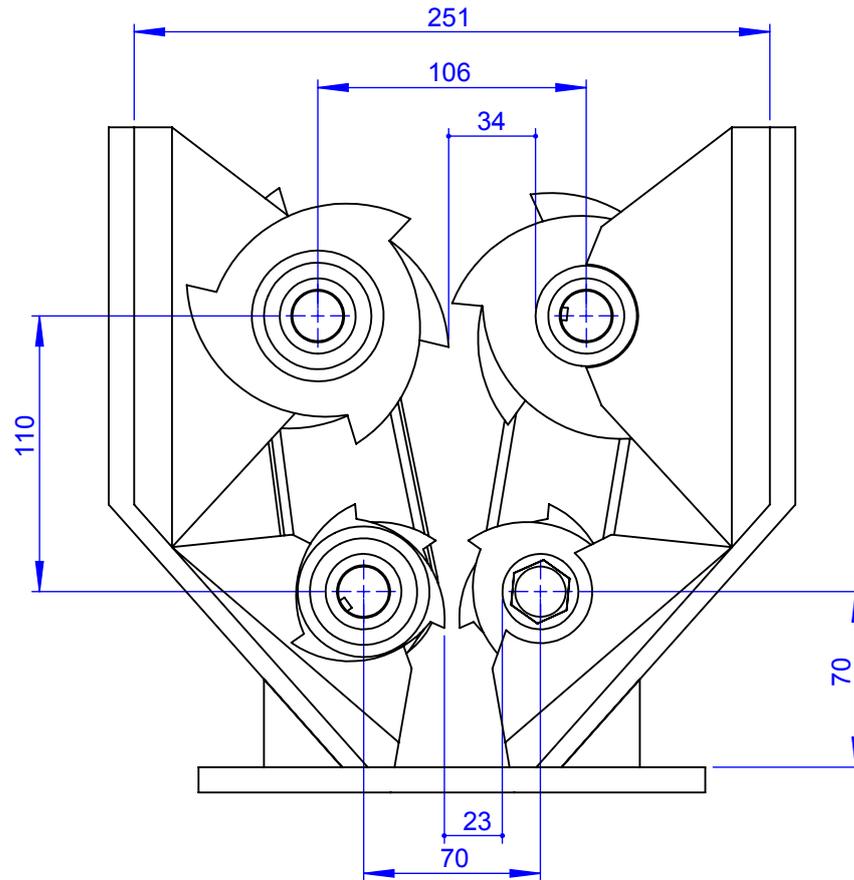
A

B

C

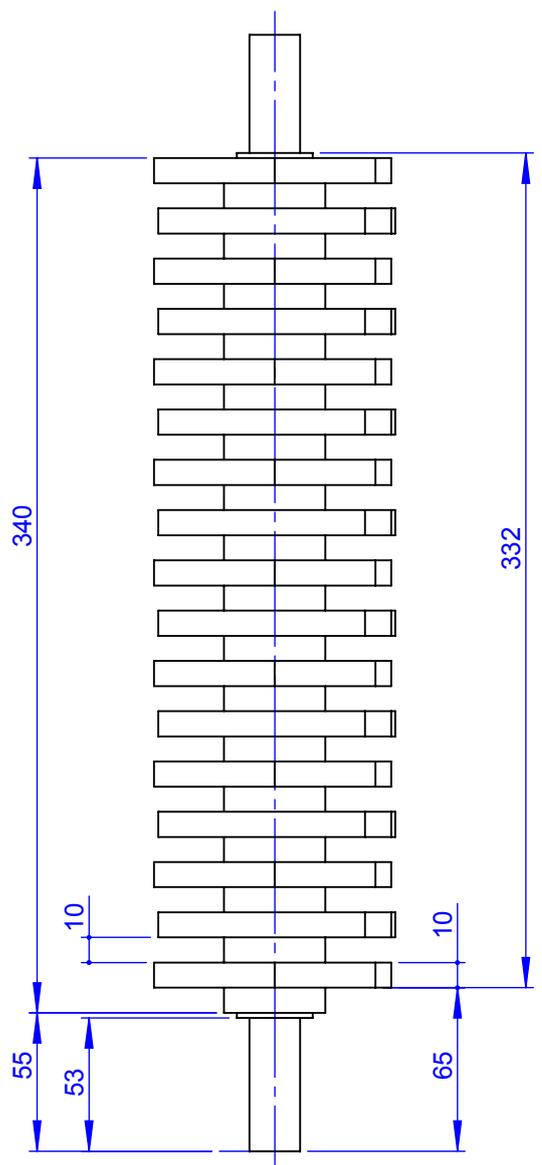
D

E

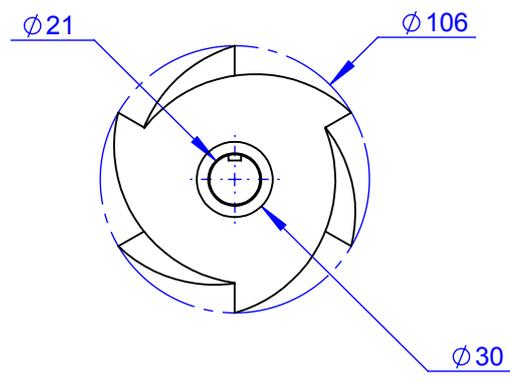


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:10

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: Kg	MATERIAL: Varios	
						TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric	Separación entre cuchillas de trituración	1:2
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 47 DE 50	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2



A
B
C
D
E

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 10.02 Kg	MATERIAL: Varios		
						TÍTULO: Dimensionamiento del mecanismo de cuchillas de trituración superior	ESCALA: 1:2	
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		N.º DE LAMINA HOJA 48 DE 50	REGISTRO:
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	SUSTITUCION:		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL				

1 2 3 4

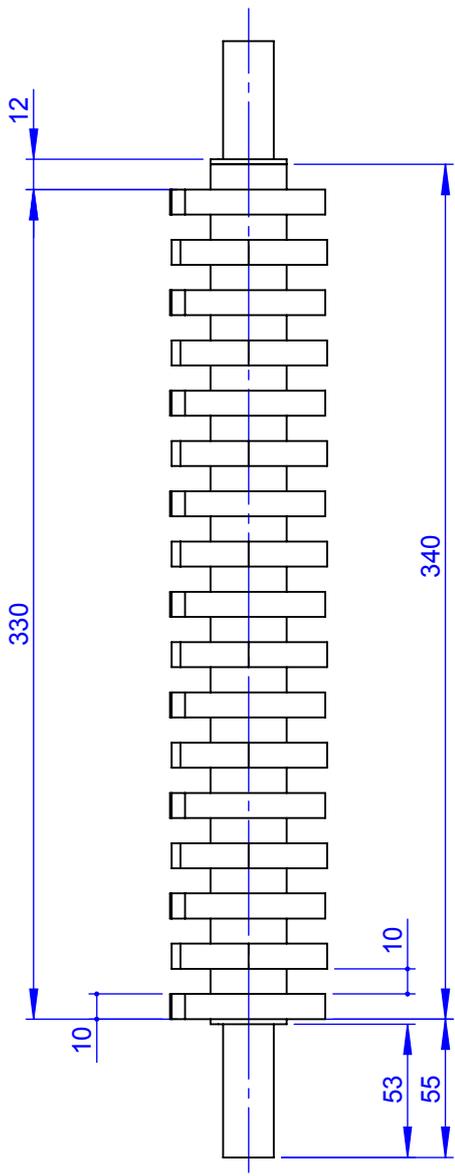
A

B

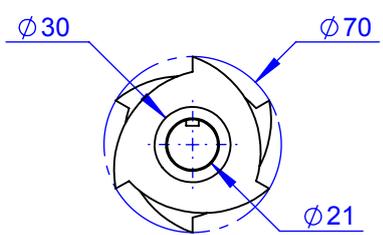
C

D

E



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:2



				TOLERANCIA: ±1	PESO: 4.76 Kg	MATERIAL: Varios		
						TÍTULO: Dimensionamiento del mecanismo de cuchillas de trituración inferior	ESCALA: 1:2	
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		N.º DE LAMINA HOJA 49 DE 50	REGISTRO:
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.			
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.	SUSTITUCION:		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL				

1

2

3

4

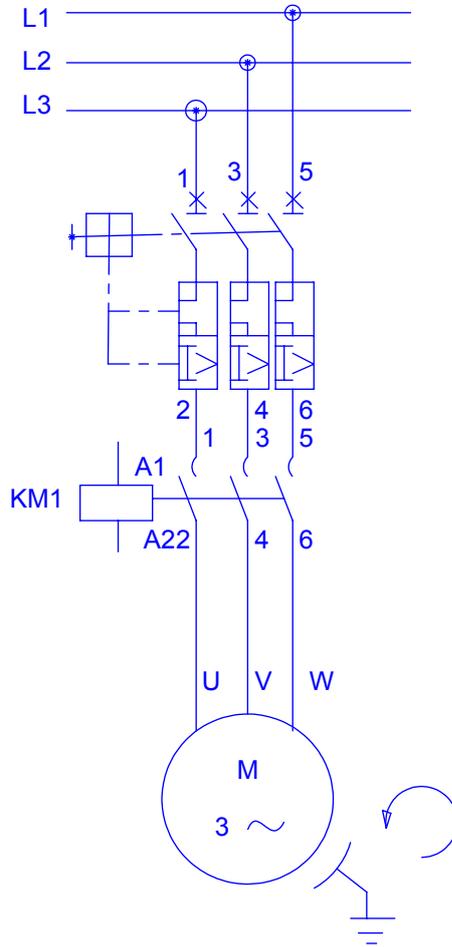
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ±1	PESO: Kg	MATERIAL: Varios	
						TÍTULO: Circuito Eléctrico	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 16/05/2020	NOMBRE: Timbela Eric		
				REVISO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				APROBO: 16/05/2020	Ing. Varela J. Msc.		
				U.T.I. INGENIERIA INDUSTRIAL		N.º DE LAMINA HOJA 50 DE 50	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	