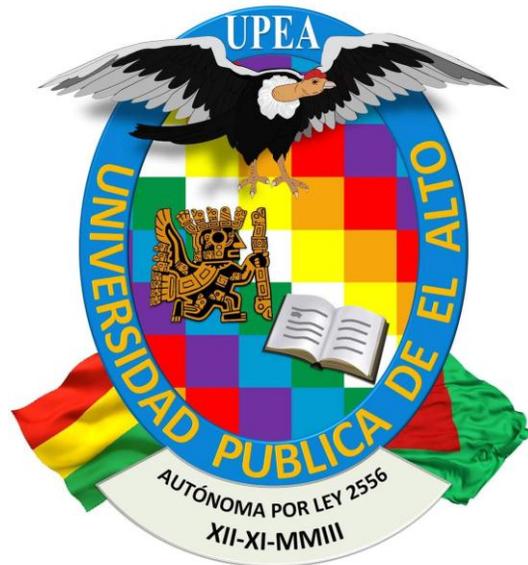


UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



PROYECTO DE GRADO

“TRITURADORA MECÁNICA BASADO EN EL COMPOSTAJE PARA
RESIDUOS ORGÁNICOS”

CASO: POBLACIÓN DE YANARI BAJO - LA PAZ

Para optar al título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas

MENCIÓN: GESTION Y PRODUCCION

Postulante: Mauro Wilson Ticona Amaru

Tutor Metodológico: Ing. Marisol Arguedas Balladares

Tutor Revisor: Ing. Winner Jesus Ticona Paredes

Tutor Especialista: Ing. Carlos Lopez Aguilar

EL ALTO – BOLIVIA

2020

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a Dios por ser mi guía, por darme la maravillosa oportunidad y la dicha de la vida al regalarme la presencia de mi familia y todo lo necesario para poder desarrollarme en mis estudios y como ser humano. A mis padres por estar siempre conmigo apoyándome incondicionalmente para culminar mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por ser siempre la guía en mi vida, por darme sabiduría y fortaleza.

A mi familia, a mi esposa, mis padres, hermanos le doy gracias por el apoyo, amor y comprensión que siempre me han brindado.

Agradecer a mi tutor revisor Ing. Winner Jesus Ticona Paredes, por brindarme su conocimiento, experiencia, apoyo incondicional, el tiempo dedicado y por su paciencia, que me ayudaron a culminar el presente proyecto.

Agradecer a mi tutor metodológico Ing. Marisol Arguedas Balladares, por su tiempo, comprensión, paciencia y orientación con sus conocimientos en la realización de este proyecto.

Agradecer a mi tutor especialista Ing. Carlos Lopez Aguilar, por su apoyo desinteresado, y su conocimiento compartido que me ayudo a construir este proyecto.

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolla para dar conformidad a los requisitos exigidos por la Universidad Pública de El Alto, para dar fin a la carrera de Ingeniería de Sistemas mediante el proceso de titulación. El proyecto lleva por nombre “Trituradora mecánica basado en el compostaje para residuos orgánicos” para la población de Yanari Bajo - La Paz.

El desarrollo del proyecto trata de brindar un apoyo a la comunidad de Yanari Bajo con la sustitución de agroquímicos por abono orgánico, mediante el proceso de compostado de residuos orgánicos obtenidas en un tiempo de seis a doce meses. La máquina trituradora acelerara el proceso entre tres a cuatro meses mediante el desmenuzando de los residuos orgánicos domésticos, malezas y matorrales con el fin de producir Compost para mejorar el proceso agroindustrial en la población.

Para el desarrollo del proyecto se empleó software CAD (Diseño Asistido por Computadora) SOLIDWORKS para el diseño mecánico y CADe Simu para el diseño eléctrico, equipos y herramientas para la construcción, con el uso de la metodología Bottom-up (de abajo - arriba) orientada a dividir el problema en pequeños sistemas que engloban al proyecto en general.

Asimismo, para determinar la calidad del proyecto desarrollado, uso de los factores de calidad de soldadura AWS B1.1 y ASME B31.1.

Asimismo, para determinar la seguridad de diseño se hace uso de la ISO 12100.

Finalmente se realiza el análisis de costos utilizando la metodología Bottom-up Estimating (Estimaciones ascendentes).

Índice

1. MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.2.1. Antecedentes de la Comunidad.....	3
1.2.2. Antecedentes internacionales.....	3
1.2.3. Antecedentes Nacionales.....	5
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.3.1. Problema Principal.....	6
1.3.2. Problema Secundario.....	6
1.4. OBJETIVOS.....	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.5.1. Justificación Técnica.....	7
1.5.2. Justificación Económica.....	8
1.5.3. Justificación Social.....	9
1.6. METODOLOGÍA.....	9
1.6.1. Metodología de Bottom Up.....	9
1.7. HERRAMIENTAS.....	10
1.7.1. Herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD).....	11
1.7.2. Equipos y Herramientas de Fabricación.....	12
1.7.3. Herramientas de Protección.....	13
1.8. LÍMITES Y ALCANCES.....	14
1.8.1. Limitaciones.....	14

1.8.2. Alcances	14
1.9. APORTES.....	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. INTRODUCCIÓN.....	16
2.2. TRITURADORA.....	16
2.2.1. Trituración de Residuos de Comida Caseros	17
2.3. MECÁNICA.....	19
2.4. COMPOSTAJE	20
2.4.1. Propiedades del Compost	21
2.4.2. Materias Primas del Compost.....	21
2.4.3. Aplicaciones del Compost	23
2.5. RESIDUOS ORGÁNICOS	23
2.5.1. Residuo Biodegradable	24
2.6. METODÓLOGA DE DISEÑO BOTTOM UP	24
2.6.1. Indicadores de Gestión.....	26
2.7. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	28
2.7.1. CAdE SIMU	28
2.7.2. Solidworks	29
2.7.3. Motor Eléctrico.....	32
2.7.4. Motor Monofásico de 1 HP	39
2.7.5. Interruptor Automático o Magnetotérmico.....	39
2.7.6. Contactor	41
2.7.7. Pulsadores.....	43
2.7.8. Pilotos y Lámparas de Cuadro	44
2.7.9. Guardamotor	45

2.7.10. Plancha Laminado en Frio.....	46
2.7.11. Perfil	48
2.7.12. Plancha para las Cuchillas	49
2.8. CALIDAD	50
2.8.1. Control de Calidad en la Soldadura.....	51
2.9. SEGURIDAD DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINA.....	54
2.9.1. Norma.....	55
2.9.2. ISO 12100	57
2.10. ANALISIS DE COSTO	60
2.10.1. Estimación de Costo.....	60
3. MARCO APLICATIVO.....	62
3.1. Introducción	62
3.2. Análisis de Requisito.....	62
3.3. Análisis de la Situación Actual	62
3.4. Características Técnicas.....	64
3.5. PROCESO CONSTRUCTIVO	67
3.5.1. Elaboración de Diseño CAD	69
3.5.2. Trituradora de Residuos Orgánicos	73
3.5.3. Mano de Obra.....	94
3.5.4. Equipo de Fabricación	95
4. CALIDAD Y SEGURIDAD	97
4.1. Calidad de Proyecto.....	97
4.1.1. Calidad de Soldadura	97
4.2. SEGURIDAD.....	98
4.3. MANTENIMIENTO.....	102

4.3.1. Mantenimiento Preventivo	102
4.3.2. Mantenimiento Correctivo	103
5. COSTOS BENEFICIOS	104
5.1. COSTOS.....	104
5.1.1. Costo de Material.....	104
5.1.2. Costo de Mano de Obra	106
5.2. BENEFICIOS	109
5.2.1. VAN	110
5.2.2. TIR.....	111
5.2.3. Funcionalidad	111
5.2.4. Capacidad	112
5.3. IMPLEMENTACION.....	114
5.4. ÁMBITO SOCIAL.....	116
5.5. ÁMBITO INSTITUCIONAL.....	116
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
6.1. CONCLUSION.....	117
6.2. RECOMENDACIONES.....	117
BIBLIOGRAFÍA	118
MANUAL DE USUARIO.....	123
ANEXOS	136

Ilustraciones

Ilustración 1 Ciclo de diseño Bottom Up	9
Ilustración 2 Metodología de diseño Bottom Up.....	10
Ilustración 3 plantas de tratamientos de aguas residuales.....	19
Ilustración 4 Botoom-up	24
Ilustración 5 Alquiler del Software SOLIDWORKS.....	31
Ilustración 6 Compra del Software SOLIDWORKS.....	31
Ilustración 7 Motor Eléctrico rotor- estator	32
Ilustración 8 Símbolo general de un motor de corriente continua	34
Ilustración 9 Cajas de bornes de motores de corriente continua.....	35
Ilustración 10 Simbología de motores de corriente alternas	35
Ilustración 11 Motor Monofásico	36
Ilustración 12 Arranque directo	37
Ilustración 13 Conexión interna de los devanados de un motor trifásico	37
Ilustración 14 Conexiones de los borneras delta y estrella	38
Ilustración 15 conexión Delta y Estrella	38
Ilustración 16 Símbolo del magnetotérmico.	40
Ilustración 17 Simbología interruptores magnetotérmicos	41
Ilustración 18 Diferentes tipos de contactores (SIEMENS AG).....	42
Ilustración 19 Partes de un Contactor	42
Ilustración 20 Simbología de Pulsadores	44
Ilustración 21 Pulsadore.....	44
Ilustración 22 Pilotos de señalización (a) y lámpara de recambio (b).	44
Ilustración 23 Simbología de luces piloto	45
Ilustración 24 Guardamotor-Sirius-Innovations de la marca Siemens.....	45
Ilustración 25 Proceso de seguridad	54
Ilustración 26 Norma de tipo A, B y C	55
Ilustración 27 Los Diferentes Peligros.....	59
Ilustración 28 Costos: Bottom-up Estimating: Estimaciones ascendentes.....	61
Ilustración 29 Maquinas trituradoras de la marca Fema y Trapp	63
Ilustración 30 Maquinas trituradoras de la marca Tramontina y Pasen.....	64

Ilustración 31 Triturador TRO25 Plano Frontal lado izquierdo	65
Ilustración 32 Triturador TRO25 Plano Frontal lado derecho	65
Ilustración 33 Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25	66
Ilustración 34 Cuchillas Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25	66
Ilustración 35 Metodología Botoom-up trituradora de residuos orgánicos	68
Ilustración 36 Diseño CAD Sistema de Soporte	70
Ilustración 37 Diseño CAD Sistema de Alimentación	70
Ilustración 38 Diseño CAD Sistema de Proceso	71
Ilustración 39 Diseño CAD Sistema de Traslado	71
Ilustración 40 Diseño CAD Sistema de Salida	72
Ilustración 41 Diseño CAD Sistema Electrico.....	72
Ilustración 42 Construcción base del motor	73
Ilustración 43 base del motor	74
Ilustración 44 Soportes de la base del Motor lado izquierdo	75
Ilustración 45 Soportes de la base del Motor lado derecho	75
Ilustración 46 Medición de Estructura Metálica	76
Ilustración 47 Montado de la base del motor a la estructura metálica.....	76
Ilustración 48 Reforzado de la estructura metálica	78
Ilustración 49 Corte de la barra de perfil para la elaboración de la caja de triturado	79
Ilustración 50 Disco de corte para metal o disco galleta	79
Ilustración 51 trazado a 45° esquina del perfil, caja de trituración.	80
Ilustración 52 Corte con sujeción de prensa	81
Ilustración 53 soldado con sujeción de piezas	81
Ilustración 54 biselado de juntas o topes	82
Ilustración 55 Posiciones de soldar. Parado	82
Ilustración 56 Posiciones de soldar. Arrodillado	83
Ilustración 57 Inclinación para el arco eléctrico	84
Ilustración 58 Chispas de soldadura	84
Ilustración 59 Soldadura de punto a punto	85
Ilustración 60 Caja de triturado ensamblado a la estructura	85

Ilustración 61 Cuchilla con afilado de 15mm.....	86
Ilustración 62 Taladrado de base de cuchillas	86
Ilustración 63 Base de la cuchilla	87
Ilustración 64 Cilindro para el eje de motor y base de la cuchilla.....	87
Ilustración 65 Machuelado de la base del motor.....	88
Ilustración 66 elaboración de la parte superior e inferior del sistema de alimentación	89
Ilustración 67 biselado de las partes a soldar	89
Ilustración 68 caja de entrada inferior	90
Ilustración 69 caja de entrada superior	90
Ilustración 70 estructura caja de triturado y salida	90
Ilustración 71 ensamblado de la caja de trituración y el sistema de alimentación	91
Ilustración 72 esquema del circuito de arranque de motor CA De SIMU	92
Ilustración 73 Circuito de arranque de motor	92
Ilustración 74 Máquina trituradora pintada terminada	93
Ilustración 75 fechas de ejecución del proyecto.....	95
Ilustración 76 Formula peligro potencia	99
Ilustración 77 Escala de peligro potencial	101
Ilustración 78 Formula utilidad del motor	102
Ilustración 79 Triturado antes y después	112
Ilustración 80 pesado de los residuos orgánicos.....	112
Ilustración 81 peso de los residuos solidos.....	113
Ilustración 82 Agroquímico Karate Zeon	114
Ilustración 83 Agroquímico, Súper Foliar	115

Tablas

Tabla 1 cotización	8
Tabla 2 Propiedad mecánica de lámina en frio	47
Tabla 3 Dimensión Nominal de Láminas en Frio.....	47
Tabla 4 Propiedades Mecánicas de Perfiles	48
Tabla 5 Dimensiones de perfiles	49
Tabla 6 Tabla de Normas.....	56
Tabla 7 tabla de Análisis de Requerimientos	62
Tabla 8 Material de fabricación	67
Tabla 9 división por sistemas	68
Tabla 10 Dimensión y peso de tubos laminado en frio.....	77
Tabla 11 Propiedades mecánicas del tubo laminado en frio	77
Tabla 12 Fechas de ejecución del proyecto	94
Tabla 13 Nivel de riesgo	98
Tabla 14 Tabla de probabilidades que ocurra	99
Tabla 15 Tabla de peligro potencial	100
Tabla 16 Tabla de cotizaciones previa a la construcción anterior	104
Tabla 17 Tabla de cotización de materiales actual	105
Tabla 18 Tabla costo de material para uso de herramienta	108
Tabla 19 Costo de la elaboración de la maquinarias	109
Tabla 20 tabla de comparaciones de precios.....	109
Tabla 21 Venta promedio VAR y TIR	110
Tabla 22 Tabla de comparación, Capacidad de triturado.....	114

CAPITULO I

MARCO PRELIMINAR

1. MARCO PRELIMINAR

1.1. INTRODUCCIÓN

Nuestra población va en aumento y el requerimiento de varios insumos es muy grande, una de las necesidades primordiales es la alimentación, por lo que lleva a muchos productores producir diversos alimentos de la canasta familiar. Esto desata una serie de problemáticas.

“La agroindustria provoca acaparamiento de tierras, deforestación, aumento del uso de fertilizantes y pesticidas químicos, pérdida de biodiversidad y aumento de gases de efecto invernadero causantes de la aceleración del cambio climático”. *¿Qué implica el modelo de producción agroindustrial?* (2019, 31 julio). ONG Manos Unidas.

Queremos enfocarnos en un sector del departamento La Paz donde el riesgo es latente, en la Provincia de Murillo, Cantón Mecapaca, Comunidad de Yanari Bajo, donde encontramos dicha problemática en los cultivos.

Una de las características de la población de Yanari Bajo es, la producción de diferentes frutos como ser manzana verde, membrillo (lujma), durazno y tuna, así también cultivos de vegetales (arveja, haba, maíz, papa, oca, lechuga, repollo, acelga, nabo y zapallo), por lo que se puede ver, el movimiento económico es por ese medio. Una de las tantas problemáticas que existen en diferentes poblaciones son; la abundancia de plagas en los cultivos, crecimiento abundante de malezas, la poca producción de cultivo, y entre otros. Lo que hace que muchos de los pobladores recurran a insecticidas, fungicidas y herbicidas, esto para eliminar plagas y aumentar la producción.

En este contexto, entenderemos que la problemática es mayor, porque el tratamiento al que recurren muchos de los pobladores es una alternativa para

subsistir en este sistema. Siendo que el tratamiento mencionado no es una forma sana de tratar con los cultivos y más aún con este suelo.

En este proyecto se desarrollará una solución, al fabricar una Maquinaria Trituradora para el Compostaje de Desechos Orgánicos, esto con el fin de nutrir la tierra, ya que la tierra de la localidad de Yanari Bajo es arcillosa, con un pH (Potencial de Hidrogeno) mayor a 7 alcalina, por ello el abono orgánico ayudara a nivelar el pH.

“También hay que tener en cuenta el tipo de tierra a la que se aplicará el compost maduro. Los terrenos carbonatados (ricos en carbonato cálcico) suelen ser alcalinos, por tanto, aunque el compost sea ligeramente ácido no perjudicaremos las plantas porque esta acidez quedará compensada por la alcalinidad del terreno”. User, S. (s. f.). *El pH en el compost*. COMPOSTADORES.

Recuperado 31 de octubre de 2020.

Teniendo en cuenta este aspecto, aparte de nivelar el pH del suelo será rico en nutrientes tanto para la tierra como para los cultivos.

Existen diversas empresas para la compra de una máquina trituradora, estas estiman con un precio muy alto, el presente proyecto da una valoración económica mínima, Por eso la fabricación de esta herramienta será viable.

Para la prefabricación usaremos herramientas de diseño mecánico Cad, a su vez usaremos un software para el diseño eléctrico, contaremos con la metodología Bottom Up para el desarrollo del proyecto, todo con el objetivo de elaborar la máquina trituradora para la producir abono orgánico que remplazará a plaguicidas y agroquímicos en los cultivos.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Antecedentes de la Comunidad

La comunidad de Yanari Bajo se encuentra en el departamento de La Paz, en la provincia Murillo, cantón Mecapaca, a una altura de 3509 metros sobre el nivel del mar, según la página. *Tiempo Estancia Yanari Bajo - Previsión meteorológica a largo plazo* | *bo.freemeteo.com*. (s. f.).

Está situada al oeste de Guayguaci a una temperatura promedio de 28C⁰, calidad, humedad relativa de 17.9 %, es reconocida por la variedad de tunas que se produce.

1.2.2. Antecedentes internacionales

- [Katerine Yessenia Cifuentes Caiza; 2014] ***“Implementación de un prototipo de triturador para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos de la parroquia tena-provincia napo en el 2014.”***, Implementar un prototipo de triturador para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos de la parroquia Tena Provincia de Napo en el año 2014, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Riobamba – Ecuador.
- [Karen Lorena Madariaga Quintero; 2012] ***"Construcción de una máquina para la producción de abono orgánico."***, Construir una máquina para la producción de abono orgánico. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ingeniería Mecánica, Ocaña - Colombia.
- [José Pablo Uribe López, Andrés Vanegas Barrera, Francisco Alejandro Cardona González; 2004] ***"Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos para la producción de compost: viabilidad para tres ubicaciones en la ciudad"***

de Bogotá y sus alrededores.", Generar un plan de negocio para la creación de una empresa productora de Compost, evaluando tres entornos diferentes para su localización (en Bogotá y sus cercanías), que esté encaminado a detallar la viabilidad real del negocio y la posterior consecución de recursos para la realización del proyecto. Universidad Javeriana, Ingeniería Industrial, Bogotá - Colombia.

- [Cristhian Felipe Ninco Cardozo, Jennifer Johanna Sánchez González; 2017] **"Propuesta para la producción de abono orgánico mediante el compostaje de los residuos sólidos del municipio el rosal, Cundinamarca"**, Desarrollar una propuesta para la obtención del abono orgánico mediante el compostaje de los residuos sólidos en el municipio El Rosal, Cundinamarca. Fundación Universidad de América, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Química, Bogotá - Colombia.
- [Luis Alonso Barrera Hernández, Santos Rigoberto Rivera Renderos, Danfre Dagoberto Ventura Reyes; 2010] **"Modelo de gestión de desechos sólidos orgánicos para el municipio de Ilopango."**, Diseñar un Modelo De Gestión De Desechos Sólidos Orgánicos que permita el aprovechamiento de los mismos, la reducción de gastos por parte de la alcaldía, la conservación del medio ambiente y la concientización de los pobladores del municipio de Ilopango. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Industrial, San Salvador - El Salvador.
- [Arias Pozo Diego Estuardo; 2013] **"Estudio del proceso de trituración de los residuos sólidos orgánicos para reducir la contaminación residual en el mercado mayorista de Ambato."**, Determinar un proceso aplicable de trituración de residuos sólidos orgánicos, el cual permita reducir la Contaminación residual en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Ingeniería Mecánica, Ambato - Ecuador.

- [Arias Pozo Diego Estuardo; 2015] **“Sistema de control para máquina trituradora de plantas y desechos orgánicos para la producción de abono en el sector agrícola”**, Optimizar la calidad de trituración de plantas y desechos orgánicos para la producción de abono en el sector agrícola mediante un sistema de regulación de velocidad de una máquina trituradora o picadora, con materiales y herramientas utilizados en ingeniería que permitan la construcción de la misma por medio de un sistema de control. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, Ibarra - Ecuador.

1.2.3. Antecedentes Nacionales

- [Mirta Aydee Montaña Ruiz, Maribel Elena Rivera Arevalo; 2012] **“Campaña de orientación comunicacional sobre reciclaje y selección de basura con los estudiantes de 3º de secundaria de la unidad educativa kalajahuirá”**, Desarrollar con los alumnos de 3º de secundaria de la Unidad Educativa “Kalajahuirá” (zona Villa El Carmen), el reciclaje y selección de basura mediante una campaña de orientación comunicacional. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Sociales, Carrera Comunicación Social, La Paz - Bolivia.
- [Zenón Mollinedo Suntura; 2009] **“Determinación de la calidad de compost, elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el municipio de puerto mayor carabuco, provincia camacho”**, Determinar la calidad de compost elaborado a partir de Residuos Sólidos orgánicos en el Municipio de Puerto Mayor Carabuco, Provincia Camacho. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica, La Paz - Bolivia.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema Principal

En la población agrícola de departamento La Paz, Provincia de Murillo, Cantón Mecapaca, Comunidad de Yanari Bajo, con la producción de diversos alimentos y la demanda de la sociedad causa, el uso excesivo de plaguicidas, agroquímicos en los cultivos de vegetales y plantas frutales, este uso tiene un efecto nocivo en la tierra y para la sociedad consumidora.

Una trituradora permite generar compost, que podría ser empleada por los pobladores como fertilizante para una producción natural, pero la adquisición de la máquina está evaluada de 3200 a 8000 bolivianos a cada agricultor.

1.3.2. Problema Secundario

El uso de agroquímicos ocasiona varios problemas.

Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública. Rodríguez, P. A. D. M. (s. f.). *Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud*. SCielo. Recuperado 31 de octubre de 2020.

Entre los problemas latentes que se verá posteriormente

- Contaminación en aguas subterráneas, superficiales y deterioro de los suelos que amenaza a las futuras cosechas y animales
- Contaminación del aire.
- Daños a los seres humanos por la inhalación de pesticidas y por el consumo de estos directa o indirectamente.

Por tanto, nos planteamos la siguiente interrogante

¿Cómo coadyuvaría la trituradora mecánica en el proceso del compostaje de los residuos orgánicos, de la población en la comunidad de Yanari Bajo?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Diseñar y construir una máquina que realice la trituración de residuos orgánicos, con el fin de producir COMPOST¹ para mejorar el proceso agroindustrial en la población de Yanari Bajo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar el sistema mecánico y eléctrico para el modelado en CAD de la máquina trituradora de residuos orgánicos.
- Construir la trituradora con las características adecuadas al uso doméstico.
- Realizar pruebas de campo para examinar el rendimiento de la máquina trituradora de residuos orgánicos.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Justificación Técnica

Se cuenta en nuestro medio con los recursos técnicos;

- Software para diseño Cad.
- Motores para la fuerza mecánica.
- Planchas y hierros para la fabricación de la base, cuchillas y cubierta.
- Herramientas de corte.
- Herramientas de sujeción.
- Herramientas para la manipulación de piezas.

¹ El compost o la composta es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico, los cuales son sometidos a un proceso biológico

Por tanto contamos con los recursos técnicos suficientes para llevar a cabo la implementación del proyecto.

1.5.2. Justificación Económica

En el mercado argentino la compra de una trituradora comercial oscila 48.580 a 80.000 pesos argentinos, esto equivale a 3.200 a 8.800 bolivianos. De la misma manera oscila en los países vecinos.

El costo promedio para la fabricación de la máquina trituradora será en base a la cotización adquirida:

Tabla 1 cotización

MATERIAL	CANTIDAD	REQUERIMINETO	USO	COSTO
MATERIAL ACERO				
perfil Angulo doblado	1	38x38x2mm x 6m	base y soporte	75
plancha fierro laminada frío	1	8mm 1x3m	cubierta	300
MATERIAL FIERRO FUNDIDO				
muelle	1	10mm 50x150mm	cuchillas	50
MATERIAL ELECTRICO				
Motor eléctrico	1	1 HP 4P D56 1F 220 V 50 Hz IC01 – ODP	fuerza	1350
Contactar electromagnéticos	1	4 salidas	control	250
Pulsadores	1	NA (Normalmente abierto)	control	5
Pulsadores	1	NC (Normalmente cerrado)	control	5
cable eléctrico de cobre	1	rollo(100m) 8 awg	conexión	80
OTROS				
Rodamiento	2	Según el dimensionamiento del motor	transmisión de movimiento	10
	TOTAL	Bolivianos	2.125 Bs	

Fuente: Elaboración propia

Como se apreciará, la cotización da un total de 2.125 bolivianos en material para la fabricación.

Con respecto a la mano de obra se estima un promedio de 1000 bolivianos, sumado los montos da **3.125 bolivianos** todo el trabajo. Como se aprecia es viable la fabricación de la máquina trituradora.

1.5.3. Justificación Social

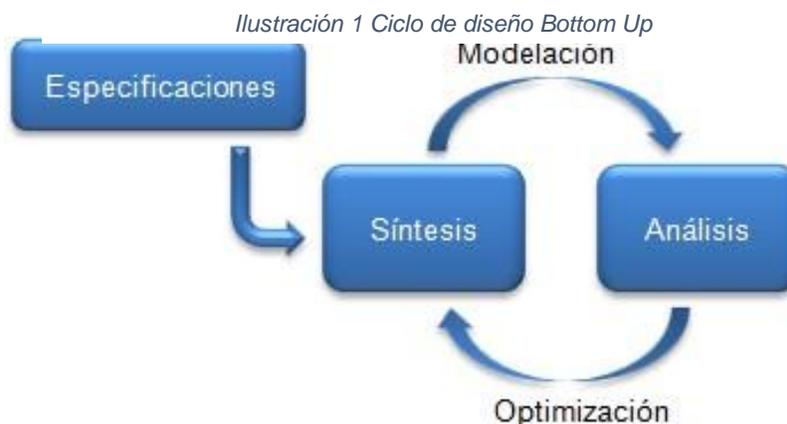
Es importante destacar que la sociedad beneficiada será la población productora de Yanari Bajo, ya que se cambiara la mentalidad del uso de agroquimos por el abono orgánico, esto con respecto al cuidado de los suelos, forma de cultivo y manejo de herramientas como lo es la trituradora.

1.6. METODOLOGÍA

1.6.1. Metodología de Bottom Up

Bernabé (1999) afirma “La metodología del diseño ha sido una constante en la búsqueda de soluciones a través de la experiencia acumulada en el diseño de productos” (pág. 21).

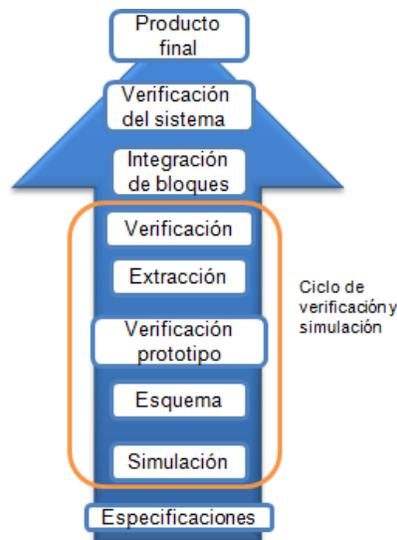
“En la metodología Bottom Up, las reglas de iteración se tratan de manera ad hoc. Desde Bottom Up, el estado global de los componentes se asume que es difícil de obtener. El comportamiento colectivo deseado emerge entonces de la interacción de los componentes individuales”. (anonimo, metodologia de diseño de maquinas, pág. 2)



Fuente: (anonimo, metodologia de diseño de maquinas, pág. 2)

“Esta metodología consiste en reunir diferentes sistemas que conformaran un todo. Los elementos individuales son especificados en gran detalle, los componentes se van uniendo unos con otros hasta conformar un sistema final, que se logra al llegar al nivel superior” (MASI, 2008, pág. 58). Esta estrategia asemeja al modelo “semilla”, en el cual se parte de algo pequeño que va creciendo hasta llegar a un sistema terminado y complejo.

Ilustración 2 Metodología de diseño Bottom Up



Fuente: (anonimo, metodologia de diseño de maquinas, pág. 3)

En el Bottom Up no se necesita tener una imagen clara del estado final del proyecto, sino que para empezar basta con una característica en particular. Es así como se van juntando las pequeñas piezas que luego conformaran un gran sistema, formado por sub sistemas.

1.7. HERRAMIENTAS

Las herramientas serán de uso por computadora y equipos de fabricación.

1.7.1. Herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD)

El término CAD (Computer Aided Design o Diseño Asistido por Ordenador) hace referencia a una herramienta software que, mediante el uso del ordenador para crear, modificar, analizar y optimizar planos de dos y tres dimensiones, y manipular de una manera fácil elementos geométricos sencillos. Se trata de herramientas que van más allá del concepto de dibujo o representación gráfica.

En los siguientes puntos se mencionará las diferentes herramientas de diseño asistido por computadora, obteniendo información y concluyendo con el uso de una de ellas.

1.7.1.1. CADe Simu

CADe SIMU. Programa CAD eléctrico que permite inserta distintos símbolos organizados en librerías, que ayuda al trazado de esquemas eléctricos de manera fácil y rápida para posteriormente realizar una simulación.

1.7.1.2. EasyEDA

EasyEDA programa de diseño complejo basado en web y ahora convertido en una herramienta para los usuarios. El entorno de software permite diseñar esquemas. Se puede mostrar el funcionamiento mediante el simulador de circuitos, en cuanto se está seguro que el circuito funciona correctamente, se puede enviar a fabricar el circuito impreso mediante la misma aplicación.

En la página web se puede encontrar y utilizar muchos proyectos y circuitos electrónicos realizados por otros usuarios ya que es una plataforma de hardware público y abierto.

1.7.1.3. SOLIDWORKS

SOLIDWORKS Herramienta informática de diseño para la creación de modelos en 3D que a su vez permite ensamblarlos, otra de las bondades de SolidWorks es la ayuda a la fabricación mecánica, que también automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D. Es también una ayuda con respecto a la simulación, a su vez evalúa y garantiza el diseño.

1.7.1.4. AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, donde Auto hace referencia a la empresa y CAD a diseño asistido por computadora (por sus siglas en inglés Computer Assisted Design), teniendo su primera aparición en 1982.

Las herramientas que se usar para el diseño y simulación serán, CADe Simu para el diseño eléctrico del circuito y SOLIDWORKS para el diseño mecánico, esto nos ayudara para la prefabricación de la máquina trituradora.

1.7.2. Equipos y Herramientas de Fabricación

Las herramientas que se usaran para la fabricación del proyecto son.

1.7.2.1. Herramientas de corte

- **Cierra mecánica:** Las herramientas de corte sierra mecánica, como su nombre indica para serrar pero de forma mecánica, su uso es para cortar metálico.

- **Amoladora:** Es una herramienta eléctrica y manual que cuenta con un motor eléctrico de alta potencia que se usa principalmente para labores de bricolaje tanto en el ámbito doméstico como industrial.

1.7.2.2. Herramientas de sujeción

- **Alicate de presión:** Las pinzas de presión o Alicates de presión pinzas que pueden ser inmovilizados en una cierta posición para así torcer o arrancar diversos objetos o materiales.
- **Prensa de banco:** Es una herramienta de sujeción para el uso auxiliar en el maquinado en máquinas herramientas como cortes, taladrados o fresadoras. Su uso es sujetar piezas tanto prismáticas como cilíndricas u otro, lo que evita ser sujetadas manualmente evitando accidentes.
- **Tornillos y Tuercas:** Las tuercas y los tornillos son elementos de fijación de uso para unir piezas ya sea de forma permanente o temporal.

1.7.2.3. Herramienta máquina de soldar

SWAM: Es un proceso de soldadura por arco eléctrico entre un electrodo revestido y un metal base, común mente conocido como arco eléctrico.

1.7.3. Herramientas de Protección

- **Guantes de cuero:** Para trabajos de uso industrial, dada la durabilidad del material, su vida útil y su resistencia a la abrasión.
- **Mandil de cuero:** Para proteger el torso, el abdomen y la parte superior de las piernas del soldador.
- **Protectores visuales:** El protector ocular o facial es un equipo de protección individual destinado a proteger el rostro de su usuario de alguno o varios riesgo.

- **Botas con punta de acero:** Botas con punta de acero o calzado de seguridad, su uso es para diferentes actividades laborales como equipo de protección individual, en las cuales el individuo pueda correr un riesgo importante, ya sea manejando peso, con productos químicos, entre otros.
- **Overol:** Los overoles de protección están diseñados para brindar protección contra la contaminación proveniente de posibles peligros en su ambiente de trabajo, desde sustancias químicas líquidas y sólidas hasta aceites, líquidos no tóxicos, sustancias en el aire, polvo y fibras.
- **Casco de Seguridad:** El principal objetivo del casco de seguridad es proteger la cabeza de cualquier peligro, golpes mecánicos y otros riesgos de naturaleza mecánica, térmica o eléctrica.

1.8. LÍMITES Y ALCANCES

1.8.1. Limitaciones

El presente proyecto:

- No triturará ramas de Dimensión mayor a 20 milímetros.
- No trabajará con voltaje de 110 v.
- No trabajará en condiciones de lluvias.
- No funciona sin energía.

1.8.2. Alcances

- Triturará forraje y residuos orgánicos,
- El volumen de alimentación será con una capacidad de 100 kilos por hora.
- Tendrá botones de control fácil de asimilar como encendido y apagado.
- Trabajaré con un motor monofásico de 1 hp de 220v 50hz,
- Contará con ruedas y manija para fácil transporte.
- Tiempo de vida depende del mantenimiento periódico que se dedique.

1.9. APORTES

El proyecto propuesto tendrá un aporte medio ambiental-Social a la comunidad de Yanari Bajo, en la obtención de abono orgánico, sustituyendo los agroquímicos tradicionales para la producción agrícola, así mismo será accesible en cuanto al costo, evitando la contaminación que enfrenta la población.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se muestra los conceptos más relevantes sobre la metodología, métodos y herramientas a utilizar para el desarrollo del proyecto, donde los conceptos descritos son consideraciones teóricas del tema de investigación.

2.2. TRITURADORA

Del término triturar, que deriva a romper un material sólido, reduciéndola a partes muy pequeñas. Es una máquina que procesa material a trozos de un tamaño menor, a su vez la trituradora es un dispositivo diseñado mediante el uso de la fuerza, para romper y reducir el objeto en una serie de piezas de volumen más pequeñas o compactas.

Las trituradoras son máquinas útiles en la reducción del volumen de residuos voluminosos como montones y resmas de papel, materiales de papel, neumáticos, refrigeradores y en la trituración de diferentes materiales como chatarra metálica: hierro, aluminio, cobre, plásticos, pero también materiales como residuos sólidos urbanos y residuos industriales. *Trituradoras industriales, trituradoras de residuos, trituradoras para reciclaje.* (s. f.). Coparm Srl.

Recuperado 20 de octubre de 2020.

La trituración es también denominada desintegración y las máquinas que la producen se conocen según diversos autores como trituradora, desintegradoras, chancadora quebrantadoras o machacadoras.

La significativa reducción en volumen de la masa orgánica mediante un proceso de trituración, que resulta de un proceso previo de reciclado no

solamente provee un buen residuo hacia el compost sino también beneficia al medio ambiente a través de disminuir la contaminación del suelo por desechos acumulados, aire por olores proliferados y agua por fluidos de lixiviados, lo cual se traduce en un elemento jerárquico en la gestión integral de residuos sólidos en la transformación de residuos, Esto es muy importante desde el punto de vista humano y ambiental. La importancia y los datos sobre la composición física de los residuos sólidos son importantes en la selección y operación del equipo y las instalaciones, en el asesoramiento para la viabilidad de la recuperación de energía y recursos. (ESTUARDO, 2013, pág. 13)

Si se trata de una máquina agrícola, tritura, machaca y prensa las hierbas, plantas y ramas que se recoge del campo. También se puede emplear para extraer alguna sustancia de los frutos o productos agrícolas, rompiendo y prensándolos.

La trituración es uno de los métodos para reducir materiales, que tiene como función reducir el volumen de la basura y a su vez facilitar su transporte. Este método se clasifica según los tamaños de entrada de dichos materiales que van desde 1 cm a 1 m. Para llevar a cabo la trituración se hace uso de fuerzas en la reducción de tamaño como son la compresión, el cizallamiento, la percusión o impacto y la atrición o abrasión. (GUAPACHA, 2015, pág. 34)

A continuación se describe algunos métodos de trituración que actúan por compresión e impacto, además aspectos generales acerca del triturador de residuos orgánicos.

2.2.1. Trituración de Residuos de Comida Caseros

En los últimos 20 años, el uso de trituradoras de comida ensambladas al lado del lava platos en Europa y en Estados Unidos fue una alternativa para la reducción de basura.

En Europa y principalmente en Estados Unidos, han ganado una aceptación tan amplia que casi todas las viviendas nuevas son equipadas con ellas y su instalación en las viviendas más antiguas es muy común. Las trituradoras de residuos de comida se usan principalmente para los residuos precedentes de la preparación, cocción y servicio de comida. (GUAPACHA, 2015, pág. 36).

Pero en La Paz – El Alto, la mayoría de los hogares no usa una trituradora, y mucho menos una instalada en la cocina.

La mayoría de las trituradoras de uso doméstico no sirven para huesos grandes u otros artículos voluminosos. Funcionalmente, las trituradoras dejan el material que pasa a través de ellas apto para su transporte en el sistema de alcantarillas. Como el material orgánico añadido a las aguas residuales ha ocasionado una sobrecarga de muchas instalaciones de tratamiento, ha sido necesario prohibir en muchas comunidades las instalaciones de trituradoras de residuos de comida en las nuevas construcciones hasta que esté disponible una capacidad adicional de tratamiento. (GUAPACHA, 2015, pág. 36)

Se menciona que el uso de este artículo doméstico (trituradora doméstica) era una solución para los residuos orgánicos, al triturarlos y convertirlos en pequeñas fracciones, tales que se pueda verter por el alcantarillado juntamente con agua. Pero, este sistema fue tanta la demanda que se sobrecargó las plantas de tratamiento, que tuvieron que prohibir su instalación hasta tener una nueva planta de tratamientos que abastezca las instalaciones.

Un triturador de desperdicios es un pequeño electrodoméstico que se coloca debajo del fregadero y se conecta al desagüe, para deshacer inmediatamente los restos de comida, y así evitar la acumulación de bolsas y bolsas de basura orgánica que impregnan de olores toda la vivienda, esto según el documento. (GUAPACHA, 2015, pág. 36)

El funcionamiento es muy sencillo se deja correr el agua fría, posteriormente se acciona el botón de encendido y se dejan caer las sobras por el sumidero. Luego, se escucha cómo el triturador licua los desperdicios de los alimentos para que, acto seguido, el desagüe se los lleve a través de las tuberías.

Es un proceso muy fácil de hacer pero en nuestro medio no contamos con trituradoras domésticas y mucho menos con plantas de tratamiento aguas residuales acorde a los requeridos.

Bolivia cuenta con 70 PTAR (plantas de tratamiento de aguas residuales) y en nuestro medio, departamento de La Paz cuenta con 4 plantas que en sus registros 3 plantas están en funcionamiento según la página oficial de AAPS (La Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico). User, S. (s. f.-b). *PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR*. AAPS. Ver tabla proporcionada por AAPS.

Ilustración 3 plantas de tratamientos de aguas residuales

EPSA REGULADAS POR LA AAPS QUE TIENEN PTAR GESTIÓN 2019			
DEPARTAMENTO	EPSA POR DEPARTAMENTO	EPSA QUE REPORTAN DATOS DE AGUAS RESIDUALES	PTAR POR DEPARTAMENTO
LA PAZ	4	3	3
SANTA CRUZ	37	18	27
COCHABAMBA	7	7	9
CHUQUISACA	3	1	2
TARIJA	4	4	6
POTOSÍ	5	2	4
ORURO	4	2	2
BENI	5	2	2
PANDO	1	0	0
TOTAL	70	39	55

Fuente: (user, s. (s. f.-b). *Plantas de tratamiento de aguas residuales - ptar. aaps.*)

2.3. MECÁNICA

La mecánica es la rama de la física que estudia y analiza el movimiento y reposo de los cuerpos, bajo la acción de fuerzas. En ese enfoque la mecánica estudia también

las ecuaciones de evolución temporal de sistemas físicos como los campos electromagnéticos o los sistemas cuánticos.

El conjunto de disciplinas que abarca la mecánica convencional es muy amplio y es posible agruparlas en cuatro bloques principales:

- Mecánica clásica
- Mecánica cuántica
- Mecánica relativista
- Teoría cuántica de campos

La mecánica es una ciencia perteneciente a la física, los fenómenos que estudia son físicos, por ello está relacionada con las matemáticas. Sin embargo, también puede relacionarse con la ingeniería, en un modo menos riguroso.

Ambos puntos de vista se justifican parcialmente, si bien la mecánica es la base para la mayoría de las ciencias de la ingeniería clásica, no tiene un carácter tan empírico como estas y, en cambio, por su rigor y razonamiento deductivo, se parece más a la matemática.

2.4. COMPOSTAJE

“El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico², mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura”. *El compostaje. 2ª parte.* (s. f.). InfoAgro. Recuperado 2 de noviembre de 2020.

² **Aeróbica:** Que precisa de aire para un proceso.

El compost se puede definir como el resultado de un proceso de humificación³ de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo.

“El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas”. *El compostaje. 2ª parte.* (s. f.). InfoAgro. Recuperado 2 de noviembre de 2020.

2.4.1. Propiedades del Compost

Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

Mejora las propiedades químicas.

Aumenta el contenido en macronutrientes N, P,K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos. Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. *El compostaje. 2ª parte.* (s. f.).

La población microbiana⁴ es un indicador de la fertilidad del suelo.

2.4.2. Materias Primas del Compost.

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica. Generalmente estas materias primas proceden de:

³ **humificación:** Transformación química y biológica de la materia orgánica en humus.

⁴ **Microbiana:** Conjunto de microorganismos y virus que viven en un ambiente dado.

- **Restos de cosechas.** Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, u otro, son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, son menos ricos en nitrógeno.
- **Las ramas de poda de los frutales.** Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.
- **Hojas.** Pueden tardar de 6 meses a 2 años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.
- **Restos urbanos.** Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.
- **Estiércol animal.** Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja.
- **Complementos minerales.** Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.
- **Plantas marinas.** Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como Posidonia oceánica, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en Nitrógeno, fosforo, Carbono, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.
- **Algas.** También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y anti fúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.

Estos puntos tomas en cuenta de la página *El compostaje. 2ª parte.* (s. f.). InfoAgro. Recuperado 2 de noviembre de 2020

2.4.3. Aplicaciones del Compost

Según la época en la que se aporta a la tierra y al cultivo, pueden encontrarse dos tipos de compost:

- **Compost maduro.** Es aquel que está muy descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que el compost joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.
- **Compost joven.** Está poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de compost (papa, maíz, tomate, pepino o calabaza).

2.5. RESIDUOS ORGÁNICOS

Los residuos orgánicos o biorresiduos son residuos biodegradables de origen vegetal o animal, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario y comercial.

La fracción orgánica está compuesta principalmente por restos de comida y jardín que se producen diariamente el hogar y en establecimientos comerciales, como por ejemplo, peladuras de frutas y verduras, sobras de comida, desperdicios de pescado, huesos y restos de carne, servilletas o manteles de papel con restos de materia orgánica, restos de café, huesos de animales, restos de poda pequeña, tapones de corcho natural, palillos, cáscaras o bolsitas de infusiones, entre otros. *¿QUÉ SON RESIDUOS ORGÁNICOS? / 5 Cubitos.* (s. f.). cslpalma. Recuperado 16 de septiembre de 2020.

Los desechos mencionados son de origen biológico que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, proviene de especies de flora o fauna y son susceptible a la descomposición por microorganismos. Desde el punto de vista ecológico se lo llama.

2.5.1. Residuo Biodegradable

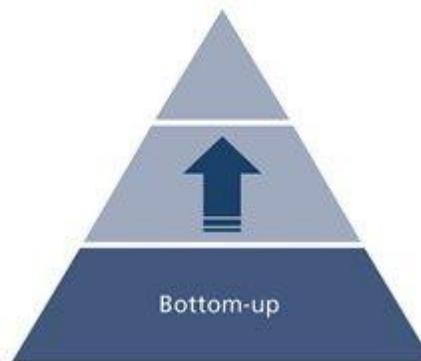
Se consideran biodegradables a aquellos residuos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos, como lombrices, hongos y bacterias, principalmente, Este tipo de residuos (basura orgánica) se deriva de fuentes orgánica, estas son aquellas que se originan de los restos de los seres vivos.

2.6. METODÓLOGA DE DISEÑO BOTTOM UP

Su sigla en inglés bottom-up que significa ('de abajo - arriba') tanto como otras metodologías es una estrategia de procesamiento de información características de las ciencias de la información, especialmente para la elaboración de software, pero con el tiempo la metodología fue aplicada también a las áreas de ciencias sociales y exactas.

En el diseño bottom-up las partes individuales se diseñan con detalle y luego se enlazan para formar componentes más grandes, que a su vez se enlazan hasta que se forma el sistema completo. Las estrategias basadas en el flujo de información "bottom-up" se basan en el conocimiento de todas las variables que pueden afectar los elementos del sistema.

Ilustración 4 Bottom-up



Fuente: (Plaza, J. J. (2020, 21 agosto). *Power to the Bottom?* ActioGlobal.)

Esta metodología trata de transformar las especificaciones del problema en una serie de módulos, de forma que cada uno realice una función específica, y al ejecutarse resuelvan el problema... El desarrollo del sistema se puede

realizar de "abajo a arriba" (botton - up)... el sistema se descompone en un conjunto de funciones (o procedimientos) cada uno de los cuales constituye un módulo. Alonzo, F. (2005a), p129. *Introducción a la Ingeniería del software*. Delta Publicaciones.

El desarrollo de un sistema con esta metodología es, empezar de funciones específicas hasta llegar al sistema general, es decir el sistema eléctrico compone de un: contactor, guarda motor, térmomangnetico unipolar, pulsadores abierto y cerrado son los componentes que cumplen una función específica, y que al unirlos y armarlos son un sistema eléctrico para el encendido y apagado de un motor.

El concepto es partir de lo específico a lo general, en este caso sistema mecánico y sistema eléctrico a una trituradora mecánica.

Según el artículo de StuDocu. (s. f.),p 5. *Metodologías de diseño - Ingeniería De Sistemas 504 - UdeA* nos muestra.

Aspectos negativos del Button Up son:

- La verificación a través del proceso se hace muy difícil, casi imposible una vez se está trabajando con grandes ensambles. Por lo que se debe invertir mucho tiempo en la revisión. Necesitándose tiempo adicional para encontrar el error y corregirlo.
- Al emplear un diseño Bottom Up, poca o ninguna exploración es hecha previamente, lo que hace que las mejoras posibles en el diseño sean obviadas.
- Cualquier error o problema que sea encontrado en el momento de ensamblar el sistema es más costoso de corregir, ya que involucra el rediseño de los bloques de diseño. Además los procesos deben ser desarrollados en serie, lo que genera que el tiempo para terminar el diseño sea más largo.
- El número de diseñadores que pueden ser empleados en el proceso de diseño Bottom Up, está limitado por la comunicación intensiva entre diseñadores y la naturaleza inherente de los pasos que se sigue. Además la

comunicación necesaria requiere que los diseñadores estén localizados en el mismo espacio.

- No hay fluidez en esta metodología, lo que lleva a que el diseñador no esté seguro de que los bloques de diseño vayan a funcionar una vez este el diseño completo. Además esto solo se sabrá una vez se construya el prototipo, una etapa muy adelante en el proyecto.
- Sin canales de comunicación confiables los diseñadores usan especificaciones escritas o verbales que pueden estar incompletas o mal formuladas, las cuales se pueden olvidar a mitad del proyecto. La mala comunicación genera errores y la separación de bloques permite que los errores sean encontrados una vez finalizado el proyecto.

2.6.1. Indicadores de Gestión

Los indicadores de gestión permiten saber que tan exitosa es una empresa en el alcance de sus metas, su gran utilidad radica en el hecho que miden el desempeño de una organización y que tanto se acerca a su misión y visión. Estos indicadores varían de acuerdo a cada organización, ya que se adaptan a los requerimientos de esta y a sus fines.

- **Costos de desarrollo.** Estos son mayores puesto que los errores son corregidos una vez se haya integrado los componentes, en esta etapa es más costoso.
- **Precisión del presupuesto inicial.** Como no se hace una exploración previa es difícil pronosticar, sin saber para donde se va no se puede establecer un presupuesto y una programación de actividades coherente.
- **Número de módulos intercambiables.** Debido a que el Bottom Up no provee una imagen clara del proceso, es difícil hacer uso de herramientas de producción que puedan mejorar la calidad y aumentar la productividad. La utilización de módulos intercambiables se hace difícil debido a lo robusto del diseño.
- **Tiempo de respuesta al mercado (Time to market).** Las actividades se desarrollan de manera secuencial, es más demorado, además modificar el

producto es más dispendioso, lo que hace que la respuesta a los requerimientos del mercado sea más demorada.

- **Rapidez y agilidad en el intercambio de la información intercambiada.** Las personas trabajan de manera independiente, no hay compatibilidad en los archivos que se intercambian, ni estandarización para almacenar la información, lo que genera una mala documentación y una escasa cantidad de datos intercambiados. Debido a la falta de fluidez en la información no sabe si el diseño era exitoso hasta que sea terminado.
- **Nivel de satisfacción del cliente.** Las necesidades del cliente toman más tiempo en ser satisfechas. Ya que hay que terminar una actividad antes de seguir con la siguiente. Como el control de calidad se hace al final del proceso, este es más dispendioso y se pueden obviar errores que de no ser detectados pueden llegar hasta el cliente.
- **Número de cambios no programados.** Los cambios ocurren en etapas más avanzadas del desarrollo del producto, ya que no es posible hacer la revisión hasta que el producto esté completamente terminado. Esto no solo implica que es más demorado corregir los errores, ya que hay que devolverse hasta el inicio sino que la inversión de dinero es mayor.
- **Costo de la calidad.** Son mayores, una vez se ha construido en el prototipo es más difícil aplicar cambios, ya que hay que devolverse a planos de cada pieza y del ensamble general. No solo es el costo del cambio es el costo del tiempo que tarda.
- **Tiempo invertido en correcciones.** Para agregar componentes nuevos, o realizar productos diferentes esta metodología tiene un mejor comportamiento.
- **Tiempo invertido en capacitación.** La metodología Bottom Up se aplica tradicionalmente en las empresas manufactureras, por lo tanto para su utilización no hace falta invertir tiempo en la capacitación.

2.7. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

2.7.1. CADe SIMU

CADe_SIMU es un programa de CAD electrotécnico que permite insertar los distintos símbolos organizados en librerías y trazar un esquema eléctrico de una forma fácil y rápida para posteriormente realizar la simulación. El programa en modo simulación visualiza el estado de cada componente eléctrico cuando está activado al igual que resalta los conductores eléctricos sometidos al paso de una corriente eléctrica. *CADE SIMU*. (2016, 17 mayo). Instalaciones Frigoríficas Comerciales e Industriales.

Por medio del interfce CAD el usuario dibuja el esquema de forma fácil y rápida. Una vez realizado el esquema por medio de la simulación se puede verificar el correcto funcionamiento.

Actualmente dispone de las siguientes librerías de simulación:

- Alimentaciones tanto de CA (corriente alterna) como de CC (corriente continua).
- Fusibles y seccionadores.
- Interruptores automáticos, interruptores diferenciales, relé térmico, y disyuntores.
- Contactores e interruptores de potencia.
- Motores eléctricos.
- Variadores de velocidad para motores de CA (corriente alterna) y CC (corriente continua).
- Contactos auxiliares y contactos de temporizadores.
- Contactos con accionamiento, pulsadores, setas, interruptores, finales de carrera y contactos de relés térmicos.
- Bobinas, temporizadores, señalizaciones ópticas y acústicas.
- Detectores de proximidad y barreras fotoeléctricas.

- Conexión de cables unipolares y tripolares, mangueras y regletas de conexión.

La adquisición de este software es gratuito ya que hay páginas oficiales en las que nos facilita la descarga. El programa CAdESIMU en el momento de su ejecución cuenta con contraseña de entrada que se lo puede encontrar en la red, esta es 4962.

2.7.2. Solidworks

SOLIDWORKS software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño. *SOLIDWORKS - Qué es y para qué sirve.* (2020, 24 febrero). SolidBI.

En el transcurso de los tiempos desde su fundación en 1993 hasta el presente fue evolucionando hasta llegar a establecerse como líderes en la creación y simulación 3D en el entorno CAD.

Hoy SOLIDWORKS ofrece un conjunto de herramientas completo para crear, simular, publicar, administrar datos y gestionar proyectos y procesos maximizando la innovación y la productividad de los recursos de ingeniería. Todas estas soluciones funcionan juntas para permitir a las organizaciones diseñar productos mejores, de forma más rápida y de manera más rentable. *SOLIDWORKS - Qué es y para qué sirve.* (2020, 24 febrero). SolidBI.

2.7.2.1. Soluciones en Solidworks

SOLIDWORKS ofrece soluciones intuitivas para cada fase de diseño. Cuenta con un completo conjunto de herramientas que le ayudan a ser más eficaz y productivo en el desarrollo de sus productos en todos los pasos del proceso de diseño. La sencillez que es parte de su propuesta de valor, es decisiva

para lograr el éxito de muchos clientes. *SOLIDWORKS - Qué es y para qué sirve.* (2020, 24 febrero). SolidBI.

La solución de SOLIDWORKS incluye cinco líneas de productos diferentes:

- Herramientas de diseño para crear modelos y ensamblajes.
- Herramientas de diseño para la fabricación mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D.
- Herramientas de simulación para evaluar el diseño y garantizar que es el mejor posible
- Herramientas que evalúan el impacto medioambiental del diseño durante su ciclo de vida.
- Herramientas que reutilizan los datos de CAD en 3D para simplificar el modo en que las empresas crean, conservan y utilizan contenidos para la comunicación técnica.

Todas estas herramientas están respaldadas por SolidWorks para gestionar y controlar de forma segura los datos mediante una única fuente de datos reales de sus diseños. Cuenta también con Solidworks Manage, una herramienta que gestiona los procesos y proyectos implicados en todo el desarrollo del producto y está conectado al proceso de diseño.

Todas estas soluciones funcionan de forma conjunta para permitir que los diseñadores de empresas mejoren la fabricación de sus productos y los elaboren de forma más rápida y económica.

2.7.2.2. Ventajas

Las ventajas de estas soluciones son las siguientes:

- Protección y control de cualquier documento electrónico, entre los que se encuentran los datos de diseño CAD, documentos Word, documentos PDF y hojas de cálculo. Administrar de forma segura los datos de diseño, podrás gestionarlos fácilmente, incluso desde ubicaciones dispersas.

- Versiones actualizadas: Podrás asegurarte de que todo tu equipo tenga siempre la versión correcta del diseño para evitar errores costosos durante el proceso de desarrollo. Cualquier cambio en el diseño de tu producto será actualizado al instante y podrás acceder a él desde cualquier equipo independientemente de su ubicación geográfica.
- Fácil de implantar: Una de las grandes características del software de SOLIDWORKS PDM es su fácil y rápida implantación. La productividad es inmediata. Disfrutarás de un aprendizaje rápido y una gran facilidad de uso gracias a la interfaz muy intuitiva que presenta. Agilizará los procesos y simplificará las tareas administrativas.

Para la adquisición de este software tiene dos formas compra y alquiler tiene un costo a pagar.

Ilustración 5 Alquiler del Software SOLIDWORKS



Fuente: (*Precios Alquiler.* (2019, 3 septiembre). SolidBI. <https://solid-bi.es/precios-alquiler>)

Ilustración 6 Compra del Software SOLIDWORKS

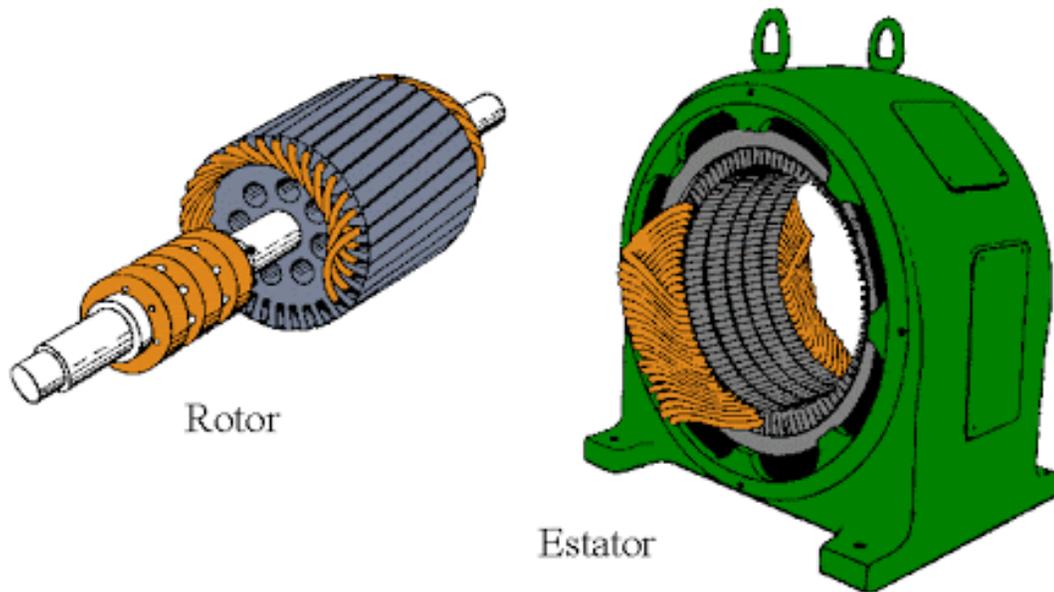


Fuente: (*Precio SOLIDWORKS.* (2020, 12 febrero). SolidBI. <https://solid-bi.es/precio-solidworks/>)

2.7.3. Motor Eléctrico

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas compuestas por un estator y un rotor
Ilustración 13.

Ilustración 7 Motor Eléctrico rotor- estator



Fuente: (*Máquinas asíncronas.* (s. f.). dfs.uib.es.)

Un motor eléctrico es una máquina según sea la constitución del motor: núcleo con cable arrollado, sin cable arrollado, monofásico, trifásico, con imanes permanentes o sin ellos; la potencia depende del calibre del alambre, las vueltas del alambre y la tensión eléctrica aplicada.

Un motor, es un receptor que al ser alimentado mediante una corriente eléctrica, produce un movimiento giratorio en su eje que, a través de los acoplamientos mecánicos adecuados, es aprovechado para efectuar diferentes trabajos en el sector industrial y doméstico. Castillo, M. J. C. (2020), p 106. *Automatismos industriales*. Editex.

Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables. EcuRed. (s. f.). *Motor eléctrico - EcuRed*. Recuperado 3 de noviembre de 2020.

Los motores eléctricos se clasifican en motores de corriente continua, denominada directa, motores de corriente alterna, que, a su vez, se agrupan, según su sistema de funcionamiento. Tanto unos como otros disponen de todos los elementos comunes a las máquinas rotativas electromagnéticas.

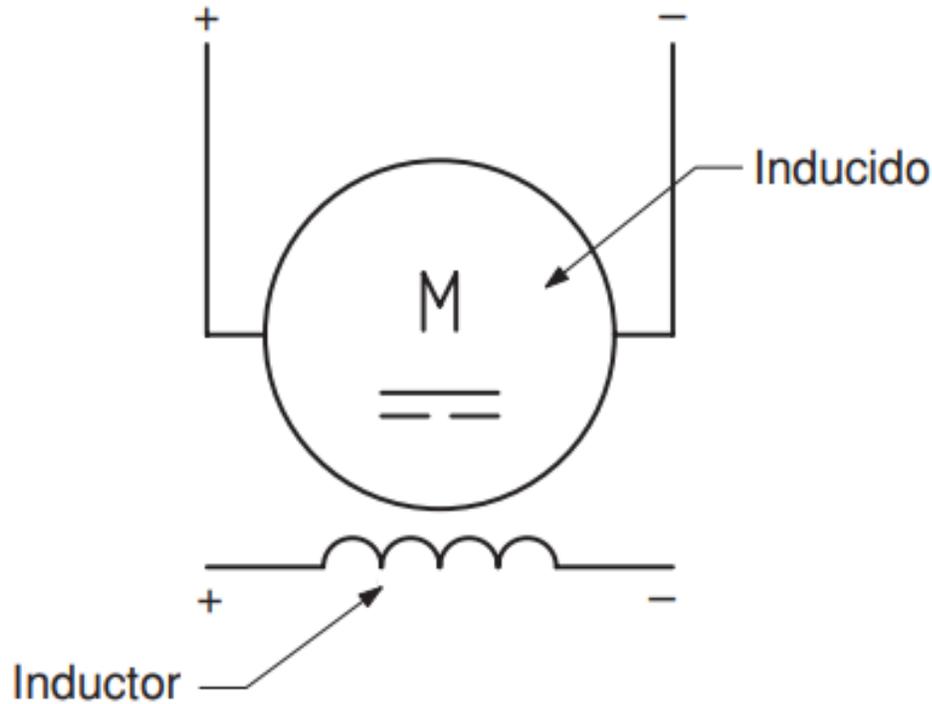
2.7.3.1. Motores de Corriente Continua

La conversión de energía en un motor eléctrico se debe a la interacción entre una corriente eléctrica y un campo magnético. Un campo magnético, que se forma entre los dos polos opuestos de un imán, es una región donde se ejerce una fuerza sobre determinados metales o sobre otros campos magnético. Un motor eléctrico aprovecha este tipo de fuerza para hacer girar un eje, transformándose así la energía eléctrica en movimiento mecánico. EcuRed. (s. f.). *Motor eléctrico - EcuRed*. Recuperado 3 de noviembre de 2020.

“El fácil conexionado, bajo coste y mantenimiento de los motores de corriente alterna con rotor en jaula de ardilla, ha relegado a los motores de corriente continua a aplicaciones muy concretas. Si bien es cierto que para aplicaciones como la robótica y el posicionamiento, aun se utilizan de forma masiva, cuando se requieren máquinas de gran potencia, lo habitual es

utilizarlas de corriente alterna”. Castillo, M. J. C. (2020). *Automatismos industriales*. Editex.

Ilustración 8 Símbolo general de un motor de corriente continua



Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 117. *Automatismos industriales*. Editex.)

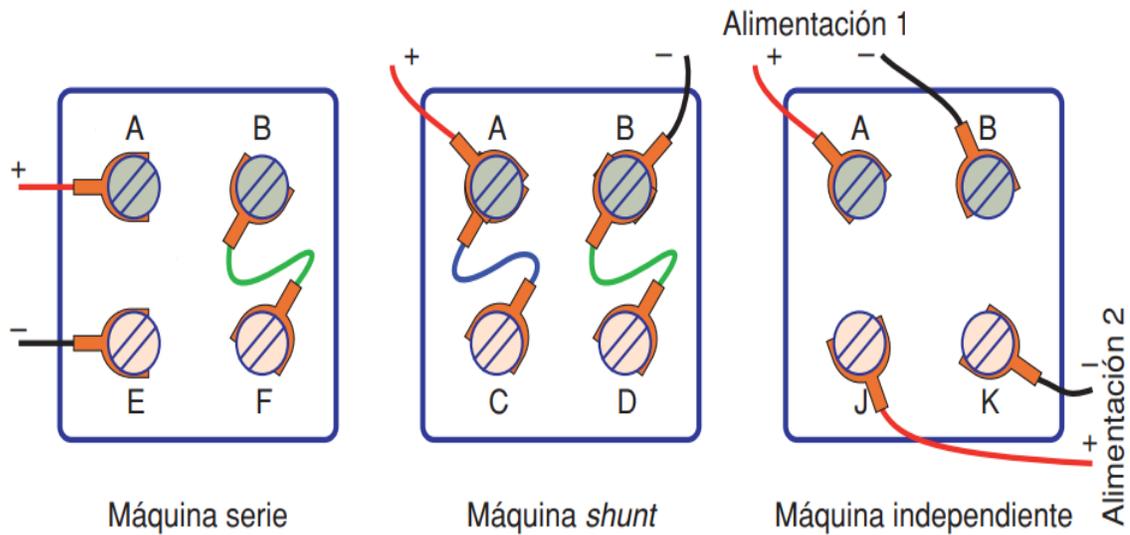
Todas las máquinas de corriente continua son reversibles y pueden funcionar como motor o como generador. Disponen de dos devanados⁵: el inducido en el rotor y el inductor (o excitación) en el estator.

A. Caja de Borneras

Los bornes de cada uno de los devanados están etiquetados según la configuración para la que han sido diseñados. Generalmente este tipo de máquinas dispone de cuatro bornes en su caja de bornes, excepto la máquina compound que dispone de seis.

⁵ **Devanados:** es el bobinado que el motor

Ilustración 9 Cajas de bornes de motores de corriente continua



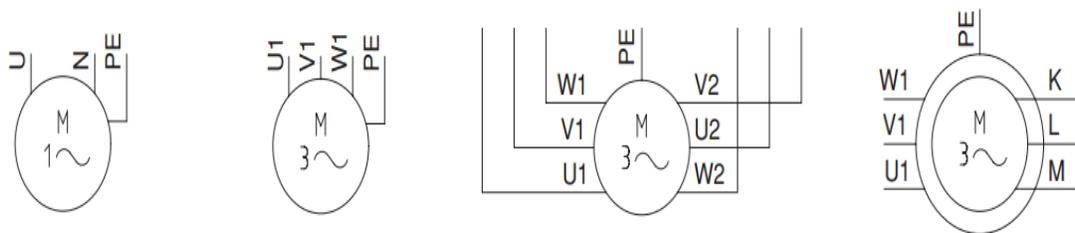
Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 118. *Automatismos industriales*. Editex.)

2.7.3.2. Motor de Corriente Alterna

En función del número de fases de la alimentación, los motores de corriente alterna pueden ser monofásicos y trifásicos.

Los monofásicos se alimentan mediante fase y neutro y los trifásicos mediante tres fases. Los primeros se utilizan mayoritariamente en entornos domésticos y los segundos en entornos industriales. Los símbolos normalizados para identificar estos motores son los siguientes.

Ilustración 10 Simbología de motores de corriente alternas



↑ Figura 4.5. Motor monofásico.

↑ Figura 4.6. Motor trifásico con rotor en cortocircuito.

↑ Figura 4.7. Motor trifásico con 6 bornes.

↑ Figura 4.8. Motor con rotor bobinado.

Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020) p106. *Automatismos industriales*. Editex.)

Estos tipos de motores son denominados habitualmente motores de inducción o asíncronos.

Entre los motores trifásicos, podemos destacar dos tipos en función del devanado del rotor: los de jaula de ardilla (o cortocircuito) y los de rotor bobinado (o también denominado de anillos rozantes). Los primeros se utilizan de forma mayoritaria en todo tipo de aplicaciones, y los segundos en aquellos casos específicos que requieren un gran par motor.

A. Motor Monofásico

Los motores monofásicos disponen en su interior de dos devanados, uno de arranque y otro de trabajo. Lo habitual es que la caja de bornes de este tipo de motores, disponga solamente de dos bornes, que se conectan directamente entre la fase y el neutro de la red eléctrica. En este caso, el motor tiene un único sentido de giro que no se puede cambiar sin desmontar la máquina, ya que para ello es necesario permutar la polaridad de uno solo de los devanados. Castillo, M. J. C. (2020) p 106. *Automatismos industriales*. Editex.

Estos motores suelen tener conectado en serie al devanado de arranque, un condensador (en el exterior) o un interruptor centrífugo (en el interior). El primer método el más utilizado en la actualidad debido a su nulo mantenimiento.

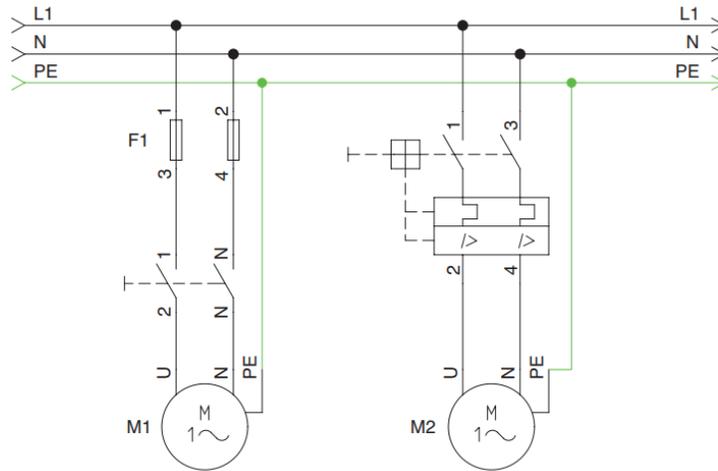
Ilustración 11 Motor Monofásico



Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020) p 106. *Automatismos industriales*. Editex.)

Estos motores son de baja potencia y su arranque se puede hacer con interruptor bipolar como se muestra.

Ilustración 12 Arranque directo



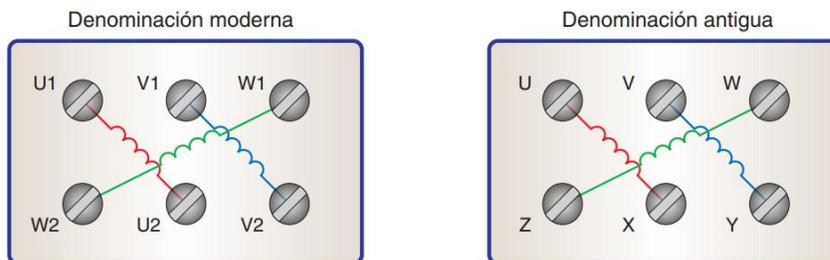
Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020) p 107. *Automatismos industriales*. Editex.)

Puedes ver dos formas de arranque directo de un motor monofásico. En el esquema de la izquierda, el motor se alimenta de la red eléctrica con un interruptor bipolar y la protección se realiza mediante fusibles. En el esquema de la derecha, tanto la conmutación de la alimentación eléctrica como la protección, se realiza mediante un interruptor magnetotérmico bipolar.

A. Motor Trifásico

Los motores trifásicos disponen en el estator tres devanados, uno por fase. Cada devanado tiene dos terminales, un principio y un final, que salen a la caja de bornes, quedando conectados internamente de la siguiente forma:

Ilustración 13 Conexión interna de los devanados de un motor trifásico

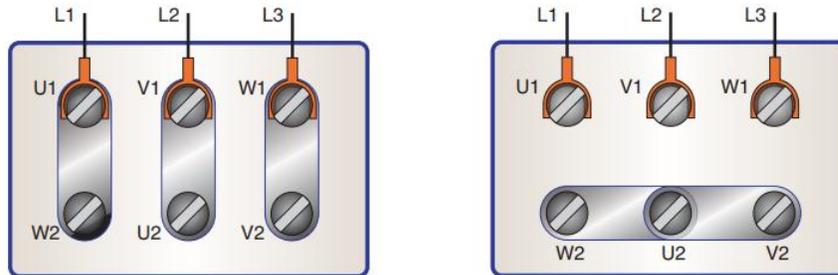


Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020) p 108. *Automatismos industriales*. Editex.)

En este tipo de motores, el rotor no está bobinado, por tanto no es necesario realizar en él ningún conexionado eléctrico. Los motores trifásicos disponen una caja de

bornes con 6 bornes, los cuales pueden ser interconectados entre sí de la siguiente manera:

Ilustración 14 Conexiones de los borneras delta y estrella

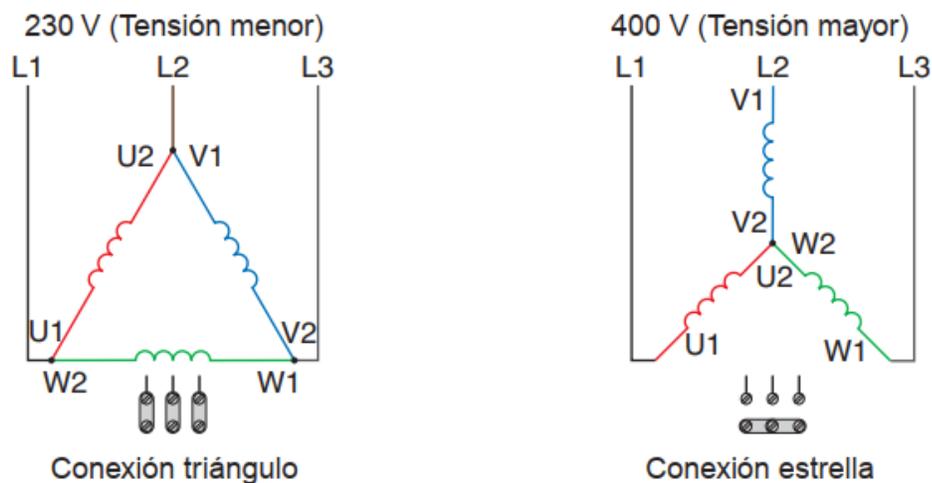


Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020) p 108. *Automatismos industriales*. Editex.)

“La primera conexión se denomina delta o triángulo y es para la menor tensión de funcionamiento del motor. La segunda conexión se denomina estrella y es para la tensión mayor”. Castillo, M. J. C. (2020). *Automatismos industriales*. Editex.

Así, se puede decir que todos los motores trifásicos son bitensión⁶. Si un motor trifásico indica en su placa de características, que la tensión nominal es de 230V/400V, si se conecta a una red de alimentación de 230V, la conexión debe hacerse en triángulo (delta). Sin embargo, si la red de alimentación es de 400 V, la conexión de los bornes debe hacerse en estrella.

Ilustración 15 conexión Delta y Estrella



Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020). *Automatismos industriales*. Editex.)

⁶ **Bitension:** Que presenta un aparato eléctrico de conectarse indistintamente a dos tensiones diferentes.

2.7.4. Motor Monofásico de 1 HP

Un estudio de la universidad nacional autónoma de México con la tesis de Diseño de un Prototipo de Triturador de Desechos Orgánicos 2015 con el fin de elaborar biogás, indica que los requerimientos para una trituradora, el motor debe ser de 1 a 3 hp.

“Para el requerimiento debe tener un motor de 1 a 3 hp con Periodo de trabajo a 1 hora, de Trituración de distintos tipos de materia orgánica, que se opere con mínimo personal, evitar la vibración lo máximo posible, que tenga un triturador uniforme de 1 a 2 cm eso una adecuada maceración del bio gas”. Hernandez, J. (2015) p 44. *Diseño de un Prototipo de triturador de diseños orgánicos* (tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Por ello se usara un motor de 1HP para la fabricación de la trituradora de residuos orgánicos.

2.7.5. Interruptor Automático o Magnetotérmico

“El interruptor magnetotérmico es un dispositivo de protección contra corrientes de sobrecarga y cortocircuitos. Provoca la apertura automática del circuito en el que está instalado cuando dichas corrientes tienen lugar”. Castillo, M. J. C. (2020), p 82. *Automatismos industriales*. Editex.

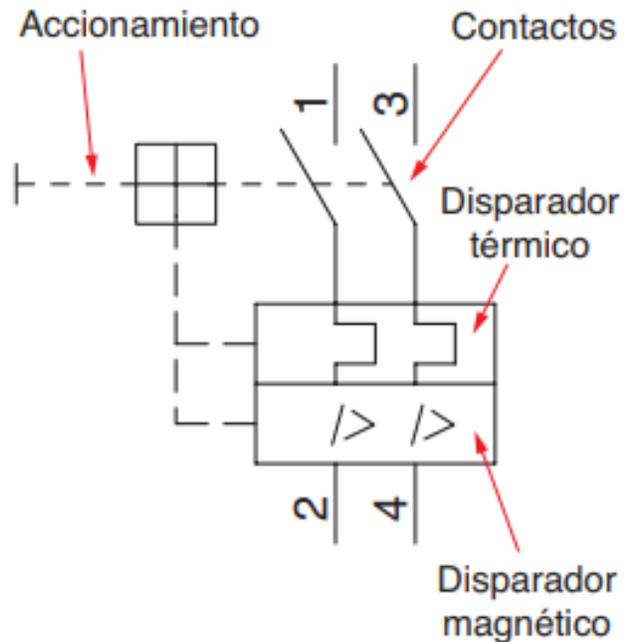
Como indica su nombre, consta de dos métodos de apertura:

- Disparador magnético: actúa frente a las corrientes de cortocircuito, y debido a que este tipo de corrientes son muy peligrosas, tiene que proporcionar un corte muy rápido.
- Disparador térmico: actúa frente a las corrientes de sobrecarga. El corte es más lento.

El disparador térmico está compuesto por dos láminas de metales distintos unidas entre sí. Cuando circula por ellas una intensidad de sobrecarga, poco a poco se van calentando, y como consecuencia, dilatando. Como ambas láminas son de metales

distintos, una de ellas siempre se dilatará más que la otra, por lo que el resultado será una curvatura de ambas placas que provoca la apertura del circuito después de un tiempo.

Ilustración 16 Símbolo del magnetotérmico.

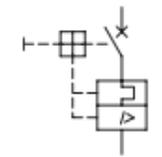
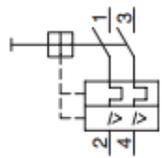
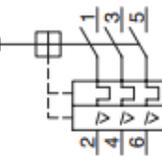
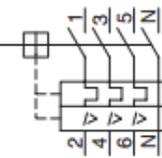


Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 82. *Automatismos industriales*. Editex.)

El disparador magnético en cambio está formado por un electroimán. Cuando la intensidad que circula por él es la suficiente, se genera una fuerza que tira de los contactos asociados a él, abriendo de esta forma el circuito en tiempos prácticamente nulos (milisegundos).

Los símbolos para representar los interruptores magnetotérmicos en los esquemas son los siguientes:

Ilustración 17 Simbología interruptores magnetotérmicos

Elemento	Símbolos	Identificador
Interruptor magnetotérmico unipolar		Q
Interruptor magnetotérmico bipolar		Q
Interruptor magnetotérmico tripolar		Q
Interruptor magnetotérmico tetrapolar		Q

Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 82. *Automatismos industriales*. Editex.)

2.7.6. Contactor

El contactor es un dispositivo electromagnético, que puede ser controlado a distancia para cerrar o abrir circuitos de potencia. Una de las principales aplicaciones del contactor se realiza en el control de los circuitos de alimentación de todo tipo de motores eléctricos, pero se utiliza para alimentar otros tipos de receptores, como sistemas de resistencias, líneas de luminarias, etc. Castillo, M. J. C. (2020), p 136. *Automatismos industriales*. Editex.

En el mercado existen contactores con diferentes formas y tamaños, cuyo uso depende del tipo de circuito a controlar y la ubicación del mismo, pero debes saber que la conexión de todos los contactores es prácticamente la misma.

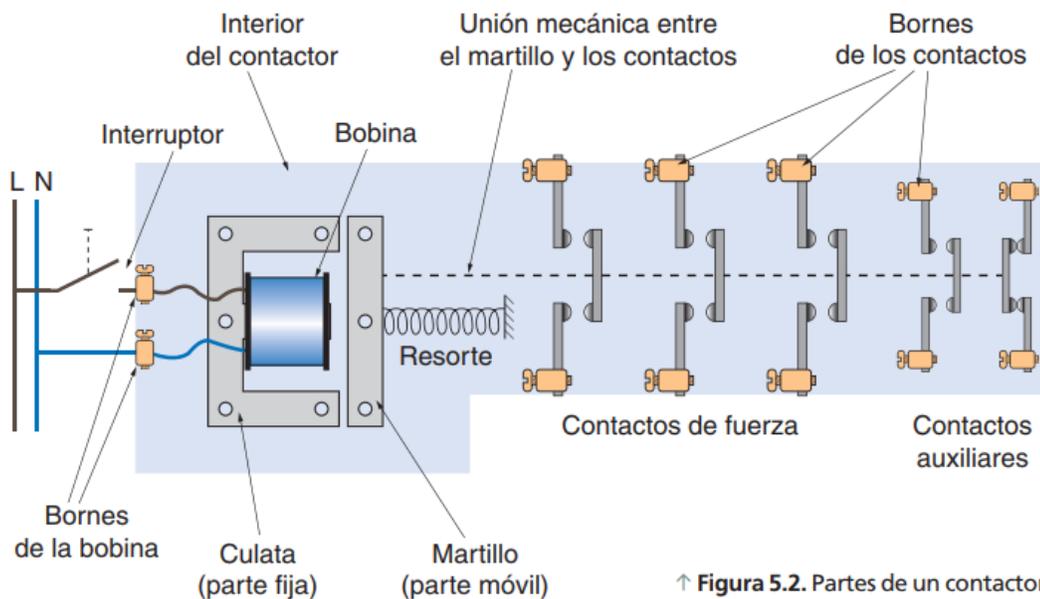
Ilustración 18 Diferentes tipos de contactores (SIEMENS AG).



Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 136. *Automatismos industriales*. Editex.)

El contactor dispone de las siguientes partes: bobina, circuito magnético y contactos eléctricos.

Ilustración 19 Partes de un Contactor



↑ Figura 5.2. Partes de un contactor.

Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 136. *Automatismos industriales*. Editex.)

2.7.6.1. Bobina

- Es el órgano del contactor que puede ser controlado a distancia cuando se aplica tensión a sus bornes.
- Está formada por hilo esmaltado de pequeño diámetro y muchas espiras, bobinado sobre un pequeño carrete de material aislante.
- Los dos bornes de la bobina, están etiquetados como A1 y A2.
- Se fabrican bobinas para diferentes tensiones de trabajo (12V, 24V, 48V, 230V, etc.), tanto para corriente alterna como para corriente continua.
- Es importante que compruebes la tensión y el tipo de corriente de la bobina antes de conectarla a la red eléctrica, ya que de otra forma se destruirá de forma irremediable.

2.7.6.2. Circuito Magnético

- Consta de dos partes, la culata y el martillo. La culata es la parte fija y en ella se aloja la bobina del contactor. El martillo es la parte móvil.
- Ambas partes se mantienen separadas en reposo debido a un dispositivo de resorte que tira de la parte móvil.
- Cuando la bobina se alimenta con la tensión adecuada, la culata se imanta atrayendo al martillo hacia ella.
- Habitualmente el circuito magnético no se ve desde el exterior, pero todos los contactores disponen de un elemento de indicación mecánica, que se hunde o cambia de posición, permitiendo conocer si está activado o no.

2.7.6.3. Contactos Eléctricos

Están unidos mecánicamente a la parte móvil del circuito magnético. De esta forma, cuando el martillo se desplaza, también lo hacen los contactos, abriendo los que están cerrados y cerrando los que están abiertos.

2.7.7. Pulsadores

Los pulsadores son elementos de control de accionamiento manual, como su propio nombre indica se accionan pulsándolos y sirven para activar relés, contactores,

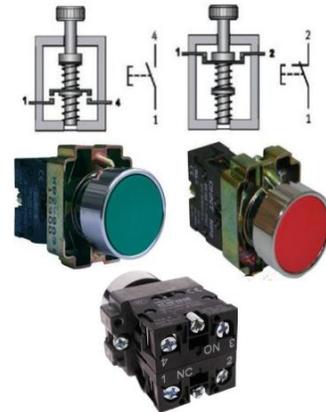
lámparas etc. Un pulsador es un operador eléctrico que cuando se oprime, permite el paso de la corriente eléctrica y cuando se deja de oprimir lo interrumpe. Los botones de los pulsadores pueden ser de diferentes colores, pero hay que prestar especial atención al color verde que se utiliza para la puesta en marcha y al rojo que se utiliza para la parada.

Ilustración 20 Simbología de Pulsadores

Elemento	Símbolo	Identificador
Pulsador con contacto normalmente abierto (pulsador de marcha)		S
Pulsador con contacto normalmente cerrado (pulsador de parada)		S
Pulsador de doble cámara con contacto abierto y contacto cerrado		S

AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS CUARTO SEMESTRE-400
ITDB

Ilustración 21 Pulsadore



Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 143. *Automatismos industriales*. Editex.)

2.7.8. Pilotos y Lámparas de Cuadro

Son dispositivos de señalización luminosa y disponen de un tamaño similar al de los pulsadores. Están diseñados para ser ubicados en puertas de cuadros o en bases de botoneras.

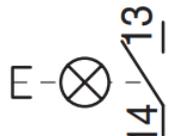
Ilustración 22 Pilotos de señalización (a) y lámpara de recambio (b).



Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 143. *Automatismos industriales*. Editex.)

Se pueden utilizar de diferentes colores, reservando el rojo como señal de fallos y alarmas. El recambio de la lámpara se realiza de forma sencilla retirando el casquillo transparente.

Ilustración 23 Simbología de luces piloto

Elemento	Símbolo	Identificador
Lámpara de señalización en general		H
Lámpara intermitente		H
Pulsador con señalización luminosa		S

Fuente: (Castillo, M. J. C. (2020), p 143. *Automatismos industriales*. Editex.)

2.7.9. Guardamotor

“El guardamotor es un dispositivo electromecánico exclusivo para el comando de motores que se compone de un relé térmico + un contactor, De esta manera se puede energizar manualmente (o por línea) desde una botonera de arranque y parada”. S. (2020, 20 marzo). *¿Qué es un Guardamotor y para que se usa?* NIVIHE S.A.

Ilustración 24 Guardamotor-Sirius-Innovations de la marca Siemens



Fuente: (S. (2020, 20 marzo). *¿Qué es un Guardamotor y para que se usa?* NIVIHE S.A.)

Los Guardamotores incluyen un relé de sobrecargas llamado protector térmico que se dispara de acuerdo a la calibración, cuando la corriente alcanza valores peligrosos durante tiempos máximos bien determinados.

Las características principales de los guardamotores, al igual que de otros interruptores automáticos magnetotérmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase.

2.7.10. Plancha Laminado en Frio

El acero, que es una variante de hierro aleada con carbono, a menudo presenta otros elementos añadidos para prepararlo para su procesamiento y uso industrial. Uno de ellos es el laminado en frío o en caliente, que es un proceso muy popular que prepara el acero para su uso. La industria del tubo lo usa extensamente. *El laminado en frío y en caliente: diferencias y ventajas.* (2019, 23 mayo). ferrosplanes.

La fabricación de la maquina debe usar un material resistente y que pueda ser maleable.

El laminado en frío aumenta la resistencia y dureza del acero y disminuye su ductilidad (es decir, su capacidad de deformarse plásticamente de manera sostenible sin romperse), y por eso es necesario someterlo a un proceso llamado recocido. Por eso en el laminado en frío es, básicamente, laminado en caliente que ha pasado por un proceso adicional de conformación. *El laminado en frío y en caliente: diferencias y ventajas.* (2019, 23 mayo). Ferrosplanes.

Para la elaboración de las cubiertas de la maquina se selecciona la lámina en frio por sus características. En el catálogo de láminas en frio de Aceros Arequipa, se encuentra:

Tabla 2 Propiedad mecánica de lámina en frío

PROPIEDADES MECÁNICAS:

CALIDAD	NORMA	LÍMITE DE FLUENCIA MPa (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MPa (kg/cm ²)	ALARGAMIENTO EN 50 mm, (%)	DOBLADO A 180°
Comercial	ASTMA1008 Tipo B	140 - 275 (*) (1,410 - 2,810) (*)	-	30 mín. (*)	Sin fisura

Fuente: (Industria metalmeccánica - planchas de acero - barras cuadradas - tubos laminados - barras lisas. (s. f.). ACEROS AREQUIPA. Recuperado 5 de noviembre de 2020)

Una resistencia a la deformación de 140 – 275 kg/ cm².

Entre las dimensiones se encuentra:

Tabla 3 Dimensión Nominal de Láminas en Frío

DIMENSIONES NOMINALES:

BOBINAS LAMINADAS EN FRÍO (BLAF A 1008 TB)	PLANCHAS LAMINADAS EN FRÍO (PDLAF A 1008 TB)
0.30 x 905 mm	0.30 x 1,200 x 2,400 mm
0.30 x 1,200 mm	0.40 x 905 x 2,400 mm
0.40 x 905 mm	0.40 x 1,200 x 2,400 mm
0.40 x 1,200 mm	0.45 x 1,200 x 2,400 mm
0.50 x 905 mm	0.50 x 1,200 x 2,400 mm
0.55 x 1,200 mm	0.55 x 1,200 x 2,400 mm
0.60 x 1200 mm	0.60 x 1,200 x 2,400 mm
0.60 x 910 mm	0.70 x 1,200 x 2,400 mm
0.70 x 1,200 mm	0.75 x 1,200 x 2,400 mm
0.75 x 1,200 mm	0.80 x 1,200 x 2,400 mm
0.80 x 1,200 mm	0.85 x 1,200 x 2,400 mm
0.85 x 1,200 mm	0.90 x 1,200 x 2,400 mm
0.90 x 1,200 mm	0.95 x 1,200 x 2,400 mm
0.95 x 1,200 mm	1.00 x 1,200 x 2,400 mm
1.00 x 1,200 mm	1.15 x 1,200 x 2,400 mm
1.15 x 1,200 mm	1.20 x 1,200 x 2,400 mm
1.20 x 1,200 mm	1.45 x 1,200 x 2,400 mm

FUENTE: (Industria metalmeccánica - planchas de acero - barras cuadradas - tubos laminados - barras lisas. (s. f.). ACEROS AREQUIPA. Recuperado 5 de noviembre de 2020.)

Se usara una plancha de espesor 1.00mm, de longitud 1200mm y ancho 1200 mm

2.7.11. Perfil

Los perfiles estructurales de acero se eligen de acuerdo con la magnitud de cargas a resistir, la forma de trabajo como: tensión, compresión, flexión, torsión, entre otras características específicas para unir las estructuras.

De acuerdo con la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción CMIC, los perfiles de acero estructural disponibles en México se utilizan para el diseño y construcción de edificaciones que se designan con base en la nomenclatura IMCA (Instituto Mexicano de la Construcción en Acero). *¿Qué son los perfiles de acero?* (s. f.). DEACERO. Recuperado 5 de noviembre de 2020.

Su uso es en fabricación de puertas, ventanas, rejas y/o artículos decorativos para el hogar. También se utiliza en la fabricación de estructuras para plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industria naval, carrocerías. *Industria metalmecánica - planchas de acero - barras cuadradas - tubos laminados - barras lisas.* (s. f.). ACEROS AREQUIPA. Recuperado 5 de noviembre de 2020.

Entre las especificaciones del material se encuentra:

Tabla 4 Propiedades Mecánicas de Perfiles

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo	=	2,530 kg/cm ²
Resistencia a la Tracción	=	4,080 - 5,620 kg/cm ²
Alargamiento en 200 mm		
Espesores:		
2.0mm, 2.5mm, 3.0mm,		
3/32" y 1/8"	=	15.0% mínimo
4.5 mm y 3/16"	=	15.0% mínimo
1/4"	=	17.5% mínimo
5/16", 3/8" y 1/2	=	20.0% mínimo
Soldabilidad	=	Buena

Fuente: (*Industria metalmecánica - planchas de acero - barras cuadradas - tubos laminados - barras lisas.* (s. f.). ACEROS AREQUIPA. Recuperado 5 de noviembre de 2020.)

Entre sus dimensiones:

Tabla 5 Dimensiones de perfiles



DIMENSIONES	
Sistema Métrico (mm)	
20 x 20 x 2.0	
20 x 20 x 2.5	
20 x 20 x 3.0	
25 x 25 x 2.0	
25 x 25 x 2.5	
25 x 25 x 3.0	
25 x 25 x 4.5	
30 x 30 x 2.0	
30 x 30 x 2.5	
30 x 30 x 3.0	
30 x 30 x 4.5	
38 x 38 x 2.0	

Fuente: (Industria metalmeccánica - planchas de acero - barras cuadradas - tubos laminados - barras lisas. (s. f.). ACEROS AREQUIPA. Recuperado 5 de noviembre de 2020.)

La elección de un perfil adecuado para la fabricación de la trituradora se usara perfil de 30x30x3.0mm y 20x20x2.0mm ya que la resistencia a la tracción es de 4.080 kg/cm².

2.7.12. Plancha para las Cuchillas

Para la elaboración de las cuchillas se usara acero dulce, conocido como acero al carbono.

Acero al carbono se lo denomina acero dulce el (instituto americano de hierros y el acero (american iron and steel institute) define al acero al carbono como un metal que no posee más de 0.267% de carbono y no tiene otros elementos de aleación apreciable.

“El porcentaje de carbono del acero dulce es de 0,267%, tiene una resistencia mecánica de 48-55 kg/mm² y una dureza de 135-160 HB. En su aplicación tiene una resistencia media de buena tenacidad, deformación en frío, embutición, plegado, herrajes, etc.” *Clasificación de los Aceros.* (s. f.). INGEMECANICA. Recuperado 9 de noviembre de 2020.

Se usara acero dulce de 100 x 200 x 8.0mm.

2.8. CALIDAD

Existen varias publicaciones sobre “Calidad Industrial”, basándose en la serie de normas ISO 9000-1-2-3-4; sin embargo, con el presente proyecto se pretende profundizar un poco más en la calidad en soldadura.

Intuitivamente se tiene idea del significado de calidad, tratándose de productos se entiende por mayor o menor calidad la escasez o abundancia de defectos, al referirse a servicios, se piensa en una respuesta más o menos eficaz a la necesidad que se trata de resolver.

Centrándose en los productos industriales, es frecuente caer en equivocaciones importantes a la hora de valorar la calidad en algunos puntos, por no darle la importancia que se merece; en otros, se entiende que la calidad supone la fabricación de productos perfectos.

Entre las muchas definiciones que pueden darse, una muy sencilla y que centra bien las ideas, puede ser la siguiente:

“Calidad es dar respuesta satisfactoria a las exigencias del cliente, tanto en funcionalidad como en precio”. Roldán, T. (2009), p 1. *Calidad aplicada al ciclo formativo de grado medio de soldadura y calderería*. Recuperado 5 de noviembre de 2020.

En esta definición podemos destacar los siguientes aspectos:

- Cumplir los requerimientos.
- Dar satisfacción al cliente, sin olvidar precio.

De acuerdo con esto, un producto tiene calidad siempre que responda a las necesidades planteadas por el cliente:

- En aspecto, forma y dimensiones.
- En funcionamiento.
- En duración, sin problemas en la vida prevista.
- En precio.

De acuerdo con esta idea, calidad no es sinónimo de perfección:

- Imperfección: falta de perfección, no es necesariamente motivo de rechazo.
- Defecto: falta de cualidades exigibles, imperfección no admisible. Motivo de rechazo o que exige reparación.

2.8.1. Control de Calidad en la Soldadura

Las imperfecciones pueden generarse en las distintas fases de la fabricación soldada, desde el diseño o la elección de los materiales, hasta el momento en que se produce el enfriamiento de la junta⁷, una vez soldada.

Para conseguir la calidad de soldadura posibles respuestas son:

- Comprobando el producto final
- Comprobando que se fabrica bien

En una época se aplicaba sólo el control del resultado final, utilizándose como filtro los productos de salida, el análisis de los motivos de rechazo pone en evidencia que muchos de los defectos se podrían haber evitado con un control de fases intermedias en la fabricación. Roldán, T. (2009), p 1. *Calidad aplicada al ciclo formativo de grado medio de soldadura y calderería*. Recuperado 5 de noviembre de 2020.

La calidad es la consecuencia del proceso aplicado y que las cosas salen bien, si se hace bien, por lo que se amplió el control al proceso, incluyendo en éste el diseño y

Considerando más importantes las acciones preventivas. Es importante señalar que la importancia de una imperfección no siempre es proporcional a su tamaño.

Así, pequeñas grietas con una orientación peligrosa, pueden ser mucho más graves que otras imperfecciones más espectaculares.

Imperfecciones que pueden ser admisibles en algunas aplicaciones, resultarían totalmente inadmisibles en otras. Por ejemplo, lo que se considera defecto grave en un componente para una central nuclear, puede ser perfectamente tolerable y no

⁷ Juntas: piezas a soldar

considerado como defecto en otras aplicaciones. Roldán, T. (2009), p 3. *Calidad aplicada al ciclo formativo de grado medio de soldadura y calderería*. Recuperado 5 de noviembre de 2020.

El hecho de que la soldadura sea un medio de unión con unas características tecnológicas especiales, generalmente no bien conocidas por el proyectista e incluso el constructor, ha dado lugar a que un porcentaje importante de fallos en servicio y, entre ellos, los más espectaculares y peligrosos se hayan producido en las uniones soldadas.

Por ello vamos a tratar especialmente las medidas de control que existen para garantizar la obtención de una adecuada unión soldada.

2.8.1.1. Antes de la Operación de Soldeo

- Soldabilidad de los materiales de base: la elección de materiales de base sin tener en cuenta su soldabilidad puede ser la causa de muchas dificultades a la hora de soldar.
- Control del diseño de las uniones.
- Estado de suministro de materiales base y de aporte: comprobar que los materiales recibidos cumplen con las exigencias de calidad y que los metales de aporte son los adecuados y están en buenas condiciones.
- Procedimiento de soldeo previsto: el proceso de soldeo y las condiciones de realización deben definirse previamente de acuerdo con el trabajo a realizar.
- Preparación de bordes: la falta de limpieza y otras deficiencias en la preparación pueden dificultar la unión y ser la causa de muchas imperfecciones. Este es uno de los puntos en los que se puede observar más fácilmente el efecto de la acción preventiva del control de calidad.
- Montaje y punteado: posicionamiento, separaciones, etc.
- Aptitud de los soldadores que van a intervenir.

2.8.1.2. Durante la Propia Operación

- Identificación el soldador: comprobar que los soldadores que intervienen están capacitados para el trabajo a realizar.
- Naturaleza y estado de los metales de aporte: ver si se utilizan los previstos y si están en las condiciones adecuadas. Un electrodo húmedo puede ser la causa de porosidades y grietas.
- Precalentamientos y temperatura entre pasadas.
- Proceso y parámetro que se están aplicando: la modificación de los parámetros previstos o la utilización de una técnica operatoria inadecuada pueden ser la causa de numerosas imperfecciones.
- Cordón e penetración: suele ser el más crítico, tanto por las dificultades de realización como por su tamaño en relación con las piezas. En muchos casos, para facilitar la reparación, se realiza un control del mismo antes de proseguir la soldadura.
- Resultados intermedios y operaciones de saneado y limpieza.

2.8.1.3. Finalizada la Operación de Soldeo

- Vigilar las condiciones de enfriamiento: si procede, algunos tipos de fisuras pueden
- producirse en los momentos finales del enfriamiento. Cuando se suelden materiales en los que se tema este fenómeno es importante controlar las condiciones de enfriamiento. Normalmente deben evitarse los enfriamientos bruscos.
- Resultados finales: ver si las posibles imperfecciones se ajustan a las exigencias de la obra.
- Tratamiento post soldeo: cuando son aplicables. Aunque no es el caso más frecuente, en algunas fabricaciones soldados es necesario aplicar un tratamiento técnico posterior al soldeo. Es importante controlar que se realiza en las condiciones de calentamiento y enfriamiento previstas.

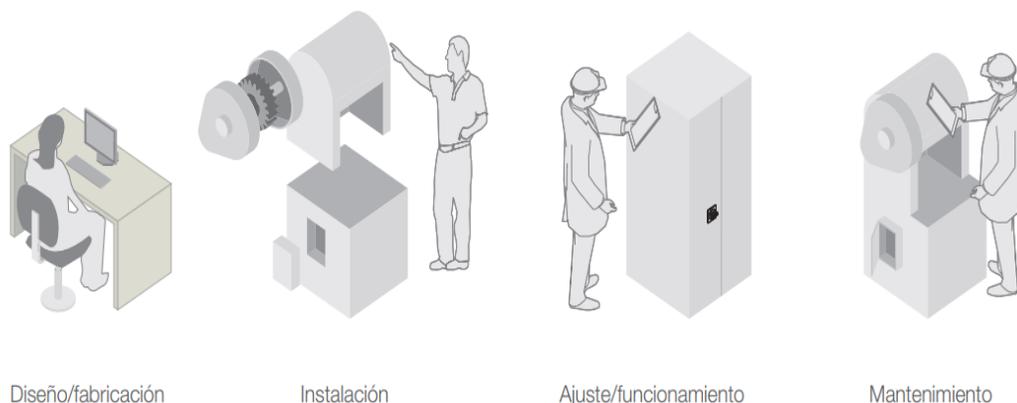
- **Aspecto:** además de su importancia desde el punto de vista estético, la limpieza y el acabado de la soldadura puede influir sobre la vida de la estructura soldada. Algunos problemas en la protección y pintura con la consiguiente pérdida de resistencia a corrosión pueden tener su origen en proyecciones son eliminadas.
- **Deformaciones:** son inevitables en cualquier proceso de soldeo, esto no quiere decir que no puedan controlarse y mantenerse dentro de unos límites razonables. Una deformación excesiva puede constituir un defecto motivo de rechazo.

Después de finalizada la soldadura y en función de la responsabilidad de la unión y de los requisitos, puede ser necesario realizar una o varias inspecciones y ensayos para comprobar si cumple la calidad requerida (lo trataremos en el punto: Inspección y Ensayo).

2.9. SEGURIDAD DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINA

La seguridad debe tenerse en cuenta desde la fase de diseño y estar presente en todas las etapas del ciclo de vida de la máquina: el diseño, la fabricación, la instalación, el ajuste, el funcionamiento, el mantenimiento y su posterior desmontaje y eliminación.

Ilustración 25 Proceso de seguridad



Fuente: (Technical.com. (s.f.). *Manual de seguridad de máquina* TECNICAL.)

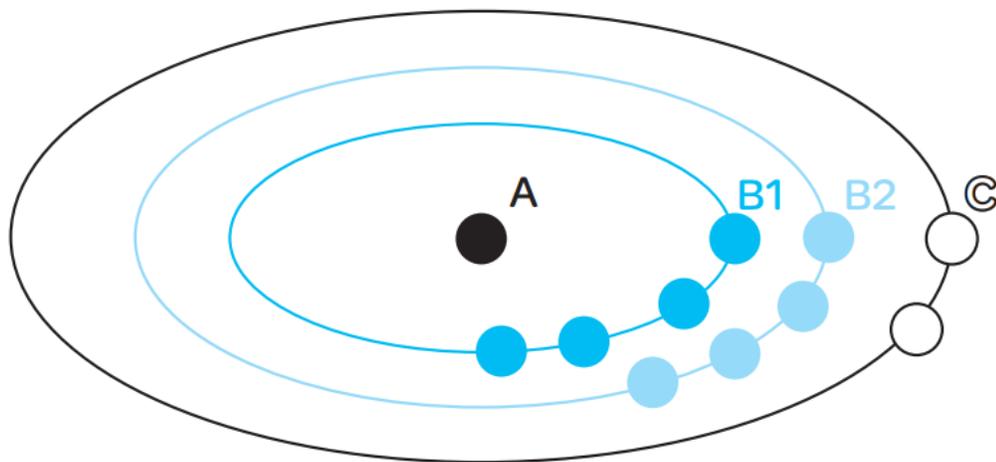
2.9.1. Norma

Una norma es una especificación técnica aprobada por un organismo de normalización reconocido para su aplicación continua o repetida, cuyo cumplimiento no es obligatorio.

2.9.1.1. Normas de Tipo A, B y C

Las normas europeas de Seguridad para Máquinas forman la siguiente estructura:

Ilustración 26 Norma de tipo A, B y C



Fuente: (Technical.com. (s.f.). *Manual de seguridad de máquina* TECHNICAL.)

A. Normas de Tipo A

Normas básicas de seguridad aportan conceptos básicos, principios de diseño y aspectos generales que pueden aplicarse a todas las máquinas;

B. Normas de Tipo B

Normas de seguridad genéricas que tratan sobre un aspecto de la seguridad o un tipo de dispositivo de seguridad que puede utilizarse en una amplia gama de máquinas:

- Normas de tipo B1 sobre aspectos particulares de la seguridad (por ejemplo, distancias de seguridad, temperatura de superficies, ruido);
- Normas de tipo B2 sobre dispositivos de seguridad (por ejemplo, mando bimanual, dispositivos de enclavamiento, dispositivos de protección sensibles a la presión, protectores);

C. Normas de Tipo C

Normas de seguridad para máquinas relativas a requisitos de seguridad específicos para una máquina o un grupo de máquinas determinado.

Tabla 6 Tabla de Normas

ALGUNOS EJEMPLOS DE ESTOS TIPOS DE NORMAS SON LOS SIGUIENTES:		
EN ISO 12100	A	Seguridad de las máquinas - Conceptos básicos, principios generales para el diseño.
EN 574	B	Dispositivos de mando a dos manos.
EN ISO 13850	B	Parada de emergencia - Principios de diseño.
EN IEC 62061	B	Seguridad funcional de sistemas de control electrónicos programables, electrónicos y eléctricos relativos a la seguridad.
EN ISO 13849-1	B	Seguridad de maquinaria - Partes de los sistemas de mando relativos a la seguridad. Parte 1 Principios generales para el diseño.
EN 349	B	Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
EN ISO 13857	B	Seguridad de maquinaria - Distancias de seguridad para evitar que las extremidades inferiores y superiores lleguen a zonas de peligro.
EN IEC 60204-1	B	Seguridad de maquinaria - Equipo eléctrico de máquinas - Parte 1: requisitos generales.
EN 999 ISO 13855	B	Posicionamiento de los equipos de protección en función de las velocidades de aproximación de partes del cuerpo humano.
EN 1088 ISO 14119	B	Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos - Principios de diseño y selección.
EN IEC 61496-1	B	Equipos de protección electrosensibles Parte 1: Requisitos generales y ensayos.

EN IEC 60947-5-5	B	Aparata de baja tensión - Parte 5-5: Aparatos y elementos de conmutación para circuitos de mando - Aparato de parada de emergencia eléctrica con enclavamiento mecánico.
EN 842	B	Señales visuales de peligro - Requisitos generales, diseño y ensayos.
EN 1037	B	Prevención de una puesta en en marcha intempestiva.
EN 953	B	Resguardos - Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.
EN 201	C	Maquinaria de plásticos y caucho - Máquinas de moldeo por inyección - Requisitos de seguridad.
EN 692	C	Máquinas-Herramienta - Prensas mecánicas - Requisitos de seguridad.
EN 693	C	Máquinas-Herramienta - Prensas hidráulicas - Requisitos de seguridad.
EN 289	C	Máquinas de plástico y caucho - Seguridad - Máquinas de moldeo por soplado indicadas para la producción de artículos huecos - Requisitos de diseño y construcción.
EN 422	C	Máquinas de moldeo por soplado para la producción de piezas huecas - Requisitos de diseño y construcción.
EN ISO 10218-1	C	Robots para entornos industriales - Requisitos de seguridad - Parte 1: Robot.
EN 415-4	C	Seguridad de las máquinas de embalaje - Parte 4: paletizadoras y despaletizadoras.
EN 619	C	Equipos y sistemas de manipulación continua - Requisitos de seguridad y EMC para equipos de manipulación mecánica de cargas de unidad.
EN 620	C	Equipos y sistemas de manipulación continua - Requisitos de seguridad y EMC de cintas transportadoras fijas para material a granel.

Fuente: (Tecnical.com. (s.f.). *Manual de seguridad de máquina* TECNICAL.)

2.9.2. ISO 12100

La EN ISO 12100 ofrece a los diseñadores una vista general completa de la fabricación de máquinas que son seguras para su uso previsto.

Existen diversas técnicas para la evaluación de riesgos y no se puede afirmar que ninguna sea “la correcta” para realizar la evaluación. La Normativa local especifica algunos principios generales pero no puede especificar exactamente qué debe hacerse en cada caso.

Sería deseable que la norma indicara un valor o ‘puntuación’ para cada riesgo y un valor objetivo para el valor máximo que no debe superarse, pero no es el caso por varios motivos.

La puntuación que se asignaría a cada riesgo, así como el nivel de riesgo que se puede tolerar, depende de una serie de estimaciones y variará en función de la persona que realice la evaluación, así como del entorno. Los riesgos que pueden ser razonables en una fábrica que emplea a trabajadores cualificados pueden ser inaceptables en un entorno en el que esté presente el resto de personas, incluidos niños. Los porcentajes históricos de accidentes e incidentes pueden resultar indicadores útiles, pero no sirven de indicación certera de los porcentajes de accidentes que pueden producirse.

Tecnical.com. (s.f.). *Manual de seguridad de máquina* TECNICAL.

2.9.2.1. Identificar Límites

Es decir ¿qué se está evaluando? ¿Qué velocidades, cargas, sustancias, etc. pueden estar implicadas? Por ejemplo, ¿cuántas botellas moldea por soplado un extrusor por hora?, ¿cuánto material se procesa y a qué temperatura? Recuerde que debe incluirse el uso indebido predecible, como el uso posible de una máquina fuera de su especificación. ¿Cuál es la vida útil esperada de la maquinaria y su aplicación? ¿De qué modo se desmontará y eliminará al final de su vida útil?

2.9.2.2. Identificar Peligros

¿Qué aspectos de la máquina podrían causar daños a las personas? Deberá tenerse en cuenta la posibilidad de atrapamientos, aplastamientos, cortes de herramientas, bordes afilados en la máquina o en el material que se procese. También deberán tenerse en cuenta otros factores como la estabilidad de la máquina, el ruido, la vibración y la emisión de sustancias o las radiaciones, así como las quemaduras de superficies calientes, sustancias químicas o fricción debido a altas velocidades. Esta fase debe incluir todos los peligros que puedan estar

presentes durante el ciclo de vida de la máquina, incluida la construcción, la instalación, el desmontaje y eliminación.

A continuación se ilustran ejemplos de peligros típicos, aunque no pretende ser una lista exhaustiva. Se puede obtener una lista más detallada en EN ISO 12100.

A. Identificar quién puede sufrir daños por los peligros y cuándo

- ¿Quién interactúa con la máquina, cuándo y por qué? De nuevo, recuerde que debe preverse el uso indebido, incluida la posibilidad de que una persona no cualificada utilice la máquina y que podría encontrarse en el lugar de trabajo, es decir, no sólo operarios de las máquinas, sino personal de limpieza, de seguridad, visitantes y resto de personas.

Ilustración 27 Los Diferentes Peligros



Pinchazo, perforación, cizallamiento, amputación, corte



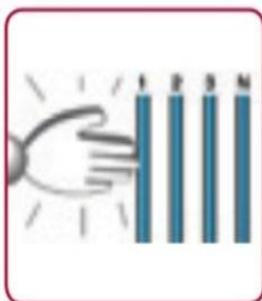
Aprisionamiento, atrapamiento, succión, enganche



Golpes



Aplastamiento



Electrocución



Proyección de sustancias peligrosas



Quemaduras

Fuente: (Tecnical.com. (s.f.). *Manual de seguridad de máquina* TECHNICAL.)

2.10. ANALISIS DE COSTO

2.10.1. Estimación de Costo

Hay dos métodos principales de estimación de costes, conocido como aproximación de abajo-arriba (bottom-up) y de arriba-abajo (top down). el método de abajo-arriba significa calcular los costes de las partes y componentes y agregarlos para calcular el coste final del producto. En otras palabras, es el método tradicional de estimación de costes, que asume implícitamente que tanto las especificaciones como el diseño del producto están ya decidido y son fijos. Masayasu, T. (1997), p 74. *Gestion moderna de costes*. Diaz De Santos.

Se nos menciona metodología para la elaboración de costos, los más tradicionales son bottom-up y el top-down. Para tener un costo conforme al proyecto nos inclinaremos por la metodología de bottom-up, ya que empieza por los componentes que llegan a componer el proyecto.

Hay dos tipos básicos de elementos de costo para la estimación de coste, que son el físico (como producto, componentes y partes), y el abstracto (el potencial de servicio ofrecido por las funciones de un producto). Como era de esperar, el método de abajo-arriba está asociado con el producto físico, y el de arriba-abajo se usa, normalmente, para estimar el coste de las funciones de un producto. La experiencia ha demostrado que, si las funciones de un producto están cuidadosamente definidas, se pueden obtener cifras estimadas de coste relativamente precisas, no solo para la etapa de diseño, sino para los estadios posteriores en el ciclo de vida del producto. Masayasu, T. (1997). *Gestion moderna de costes*. Diaz De Santos.

Consiste en desagregar el proyecto en partes más pequeñas, hasta el nivel de paquetes de trabajo (incluso calcular el costo de las actividades necesarias para completar dichos paquetes de trabajo), e ir sumándolas, de forma que la suma total será el presupuesto total del proyecto. Esta agregación de costos debe ser ordenada y siguiendo un esquema tipo como el que exponemos a continuación.

Pérez, Á. N. (2018, 14 septiembre). *Cómo estimar los costos de un proyecto*. Wolf Project Management.

Ilustración 28 Costos: Bottom-up Estimating: Estimaciones ascendentes.



Fuente: (Pérez, Á. N. (2018, 14 septiembre). *Cómo estimar los costos de un proyecto*. Wolf Project Management.)

El uso de esta técnica implica disponer de conocimiento con detalle del proyecto y del producto que se pretende desarrollar.

CAPITULO III

MARCO APLICATIVO

3. MARCO APLICATIVO

3.1. Introducción

En este capítulo se describirá las actividades que se desarrollaron para el diseño, la construcción y la operación de la trituradora mecánica.

3.2. Análisis de Requisito

Para el desarrollo del proyecto se empezó con lo siguiente:

Tabla 7 tabla de Análisis de Requerimientos

tarea	Descripciones
entrevista	Se hizo entrevista a: <ul style="list-style-type: none">• Los pobladores del lugar (agricultores)• Al representante de la localidad
observaciones	Los problemas que se observaron en la comunidad agricultora son: <ul style="list-style-type: none">• La falta de un sistema de riego.• El uso de pesticidas y agroquímicos en los cultivos• La quema y chaqueo de arbustos y matorrales
Soluciones optativas	Un sistema que proporcione humedad, nutrientes adecuados, y que forme parte los arbustos y matorrales en la solución.

Fuente: (elaboración propia)

3.3. Análisis de la Situación Actual

En la comunidad de Yanari Bajo, al no tener lluvia constante, les lleva a cargar botellones de agua para cada planta frutal, por lo que este proceso llega a ser muy agotador, siendo que deben de caminar desde el pueblo hasta las huertas, ya que no cuentan con carreteras hacia ellas.

La quema de arbustos y matorrales, esta práctica que realiza la población agrícola de Yanari Bajo, con el fin de proporcionar suficientes nutrientes para cada planta

fruta. Los arbusto y matorrales al no ser exterminada, estas crece y perjudican de una manera notable la producción.

El uso de agroquímicos en la comunidad con el objetivo de garantizar la producción, son las problemáticas que fueron identificadas al momento de ingresar a la población de Yanari Baja.

El compostado de residuos orgánicos juntamente con las malezas (arbustos y matorrales), proporciona humedad y nutrientes, ya que el periodo de descomposición tiene una duración 6 a 13 meses, documentado en el capítulo 2.

Método de aceleración es, mediante el triturado previo al compostado. Una máquina trituradora es un medio a la aceleración del compostado.

En el mercado encontramos trituradoras, estas pueden ser de la marca Tramontina, Trapp, Fema, Pasen y otros.

Ilustración 29 Maquinas trituradoras de la marca Fema y Trapp



Fuente: (<https://insumosymaquinas.com.ar/trituradoras-de-ramas/trituradora-de-residuos-organicos-8-5-hp-fema-200/>)



Fuente: (<https://www.unimart.com/products/trapp-trituradora-de-desechos-organicos-tr-200>)



Fuente: (Tramontina. (s. f.). *Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25 con Motor de 2 hp Bivolt* - tramontina.com.br/es.)



Fuente: (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/bio-fertilizer-machine-crushers-for-organic-fertilizer-organic-waste-crusher-60374717822.html>)

Cada trituradora tiene diferente especificaciones, desde la potencia, la corriente, y el tamaño y en cuanto a precios oscilan un promedio de 3200 a 8000 bolivianos.

El proyecto se enfoca en elaborar la maquina triturado para reducir los costos, con el motivo de incentivar a los pobladores el manejo de maquinaria para el compostado de residuos orgánicos.

3.4. Características Técnicas

Para la elaboración de la maquina nos basamos en algunas imágenes proporciona en la página web de tramontina (<https://www.tramontina.com.br/es>), en ella se encontró un modelo de trituradora de desechos orgánicos, modelo llamado “Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25 con Motor de 2 hp Bivolt” que nos llamó la atención, ya que contaba con imágenes necesarias para la elaboración de la máquina trituradora.

Ilustración 31 Triturador TRO25 Plano Frontal lado izquierdo



Fuente: (Tramontina. (s. f.). *Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25 con Motor de 2 hp Bivolt* - tramontina.com.br/es. Recuperado 5 de noviembre de 2020.)

Ilustración 32 Triturador TRO25 Plano Frontal lado derecho



Fuente: (Tramontina. (s. f.). *Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25 con Motor de 2 hp Bivolt* - tramontina.com.br/es. Recuperado 5 de noviembre de 2020.)

En la ilustración encontramos las características de:

- Entrada para el triturado de residuos orgánicos
- En el lado izquierdo encontramos botones de arranque de la trituradora
- Salida de los residuos triturados en la parte inferior
- Un motor de 2hp en la parte inferior
- 2 ruedas en la parte inferior

Ilustración 33 Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25



Fuente: (Tramontina. (s. f.). *Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25 con Motor de 2 hp Bivolt* - tramontina.com.br/es. Recuperado 5 de noviembre de 2020)

Ilustración 34 Cuchillas Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25



Fuente: (Tramontina. (s. f.). *Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25 con Motor de 2 hp Bivolt* - tramontina.com.br/es. Recuperado 5 de noviembre de 2020)

En la ilustración 40 y 41 encontramos:

- Trituradora a la altura de la cadera.
- Cuchillas desmontables
- Cubierta de motor

Para la ejecución del proyecto se parte con las características encontradas del Triturador TRO25 de Tramontina.

Se observa que la mayor parte de la maquinaria es metálica, siendo que consta con una estructura y cubierta. En el mercado boliviano encontramos productos para la fabricación de ella, provenientes del país vecino Perú, se habla de Aceros Arequipa.

3.5. PROCESO CONSTRUCTIVO

Para la elaboración de la máquina trituradora se compró los materiales ya previos expuestos.

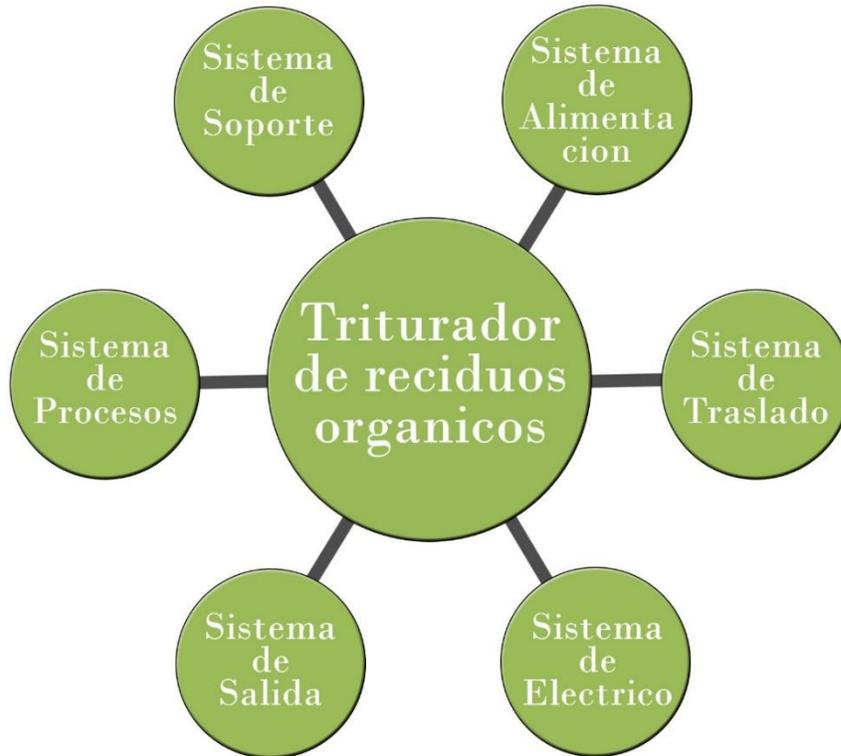
Tabla 8 Material de fabricación

CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Plancha de 1 mm de espesor 1 x 2 metros
1	Perfiles de 20x20x0.2 mm de espesor
1	Perfiles de 30x30x0.3 mm de espesor
1	Plancha acero dulce de 100 x 200 x 8.0mm
2	Motor de 1hp de 2300 RPM

Fuente: (elaboración propia)

En la ejecución de la proyecto tomamos en cuenta la metodología Bottom-up, que define en empezar de pequeños partes (sistemas) para llegar a un sistema completo.

Ilustración 35 Metodología Botoom-up trituradora de residuos orgánicos



Fuente: (elaboración propia)

Tabla 9 división por sistemas

DIVISIÓN POR SISTEMAS	ESPECIFICACIÓN
SISTEMA DE SOPORTE	ESTRUCTURA METÁLICA ARMAZÓN
	BASE DE MOTOR
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	CAJA DE ENTRADA

SISTEMA DE PROCESOS	CAJA DE TRITURADO
	CUCHILLAS
	CILINDRO DE TRANSMISIÓN DE MOTOR PARA BASE DE LA CUCHILLAS
SISTEMA DE TRASLADO	LLANTAS TRASERAS
	EJE DE SOPORTE
SISTEMA DE SALIDA	BANDEJA DE SALIDA
SISTEMA ELÉCTRICO	GUARDA MOTOS
	CONTACTOR
	MAGNETO TÉRMICO
	PULSADORES
	LUCES PILOTO

Fuente: (elaboración propia)

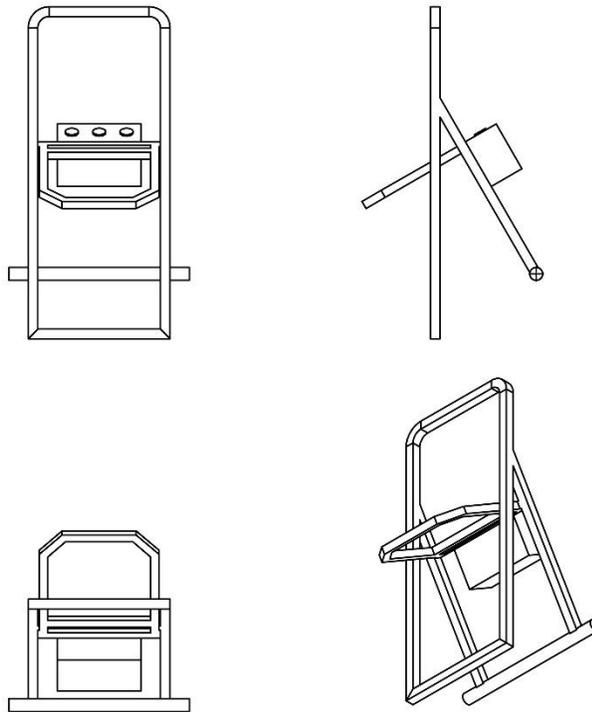
3.5.1. Elaboración de Diseño CAD

Al tener compuesta los diferentes sistemas de la trituradora, se elaboró los diseños CAD en el software SOLIDWORKS versión 2016, se podrá observar una imagen de cada punto.

Se adjuntó los planos de cada sistema en los anexos correspondientes.

3.5.1.1. Diseño CAD Sistema de Soporte

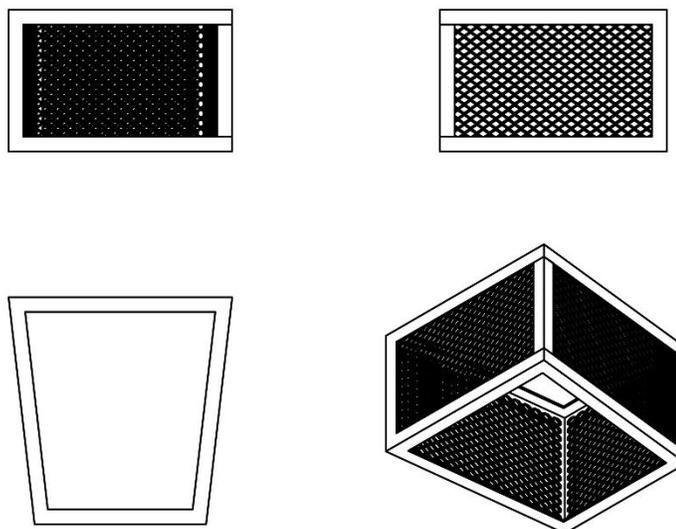
Ilustración 36 Diseño CAD Sistema de Soporte



Fuente: (elaboración propia)

3.5.1.2. Diseño CAD Sistema de Alimentación

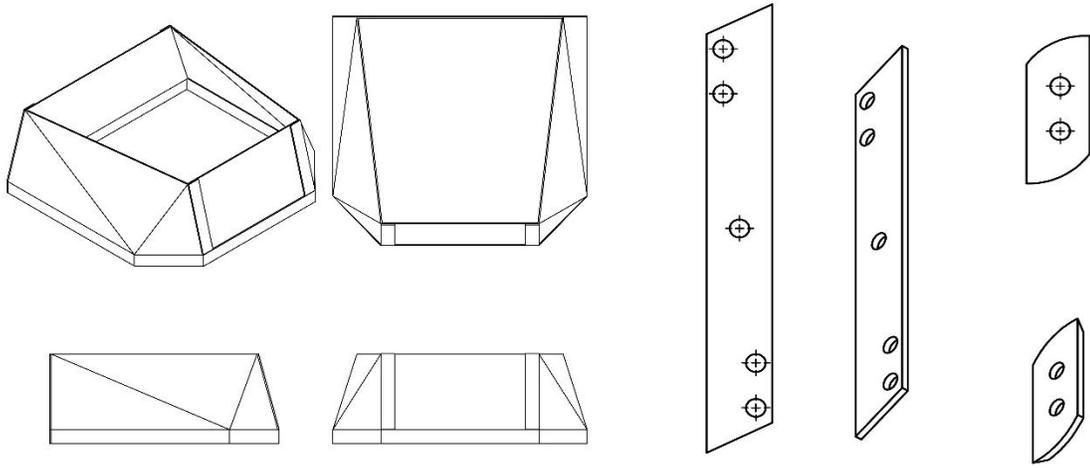
Ilustración 37 Diseño CAD Sistema de Alimentación



Fuente: (elaboración propia)

3.5.1.3. Diseño CAD Sistema de Procesos

Ilustración 38 Diseño CAD Sistema de Proceso

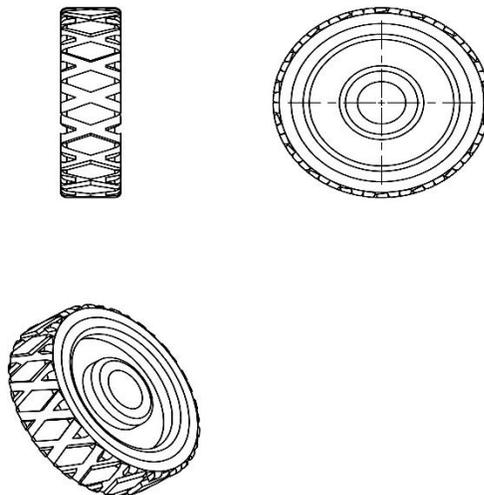


Fuente: (elaboración propia)

En este sistema incluye la cubierta del sistema de soporte, base de las cuchillas y cuchillas.

3.5.1.4. Diseño CAD Sistema de Traslado

Ilustración 39 Diseño CAD Sistema de Traslado

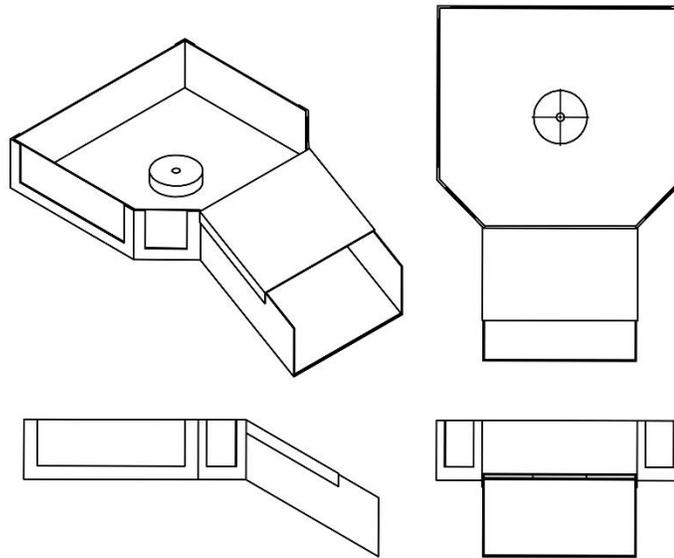


Fuente: (elaboración propia)

Para el sistema de traslado no se tenía un dato exacto de la dimensión de las llantas y el eje de soporte

3.5.1.5. Diseño CAD Sistema de Salida

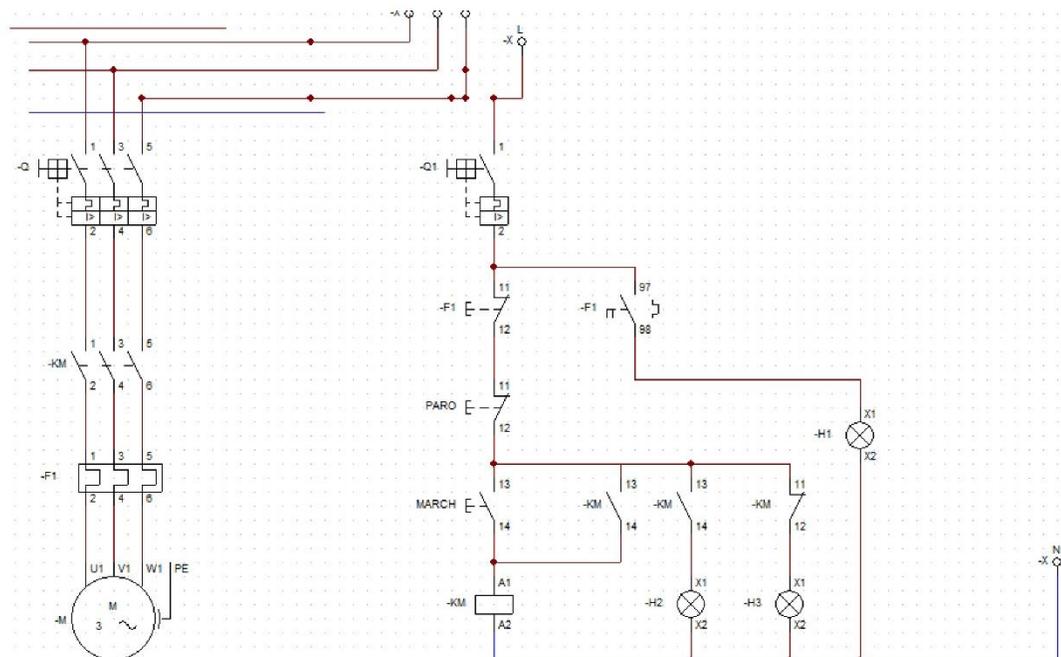
Ilustración 40 Diseño CAD Sistema de Salida



Fuente: (elaboración propia)

3.5.1.6. Diseño CAD Sistema Eléctrico

Ilustración 41 Diseño CAD Sistema Electrico



Fuente: (elaboración propia)

3.5.2. Trituradora de Residuos Orgánicos

A la elaboración del sistema final Trituradora de residuos orgánicos, se partió con el uso de los Diseños CAD previos.

3.5.2.1. Sistema de Soporte

A. Base de Motor

La elaboración de la base del motor, se partió uniendo planchas de 30x3mm de espesor y perfiles de 30x30x3.0 mm con soldadura SMAW (soldadura por proceso de arco eléctrico) con electrodos convencionales 6013.

Ilustración 42 Construcción base del motor



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 43 base del motor



Fuente: (Elaboración propia)

Teniendo la base del motor, se marcó y perforó 4 puntos de sujeción para el motor.

Para la sujeción de la base del motor y la estructura se elaboró dos soportes para la con perfiles de 30x30x3.0mm, con una inclinación de 60° cada una.

Ilustración 44 Soportes de la base del Motor lado izquierdo



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 45 Soportes de la base del Motor lado derecho



Fuente: (elaboración propia)

B. Estructura Metálica

En la ilustración se observa que la base del motor se monta a una estructura de silla metálica.

Ilustración 46 Medición de Estructura Metálica



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 47 Montado de la base del motor a la estructura metálica



Fuente: (elaboración propia)

Se aprovechó la silla metálica como estructura y base para la conformación de la máquina, adecuándolo a los requerimientos necesarios. La silla metálica tiene un

espesor de 1.5mm y un diámetro 7/8" (pulgada) que equivalen a 22,225 mm, por lo que se aprecia fue elaborado de tubo laminado en frio, ya que el tubo laminado en frio es usa para carpintería metálica en general.

Las especificaciones de dimensión-peso y propiedades del material son:

Tabla 10 Dimensión y peso de tubos laminado en frio

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES en kg/m:

DIMENSIÓN DIÁMETRO EXTERIOR	ESPEORES (mm)									
	0.6	0.7	0.75	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0	
REDONDO	1/2"	0.18	-	0.22	0.24	0.26	0.30	-	-	
	5/8"	0.23	-	0.28	0.30	0.33	0.37	0.43	0.53	
	3/4"	0.27	-	0.34	0.36	0.40	0.45	0.53	0.65	
	7/8"	0.32	-	0.40	0.42	0.47	0.52	0.62	0.77	
	1"	-	-	0.46	0.49	0.54	0.60	0.72	0.88	
	1 1/4"	-	0.54	0.57	0.61	0.69	0.76	0.90	1.12	
	1 1/2"	-	-	0.69	0.74	0.83	0.92	1.09	1.35	
	1 3/4"	-	-	-	-	-	-	1.28	1.59	
	2"	-	0.87	0.93	0.99	1.11	1.23	1.47	1.82	
CUADRADO	5/8"	-	-	0.34	0.36	0.41	-	0.53	-	
	3/4"	0.34	-	0.43	0.45	0.51	0.56	0.67	0.82	
	7/8"	-	-	0.52	0.55	0.61	0.68	0.81	1.00	
	1"	0.46	-	0.57	0.61	0.68	0.76	0.90	1.12	1.50
	1 1/4"	-	-	0.72	0.77	0.86	0.95	1.14	1.41	1.90
	1 1/2"	-	-	-	0.92	1.04	1.15	1.37	1.70	
RECT.	2"	-	-	-	-	-	-	1.87	2.32	
	1/2" x 1 1/2"	-	-	0.57	0.62	0.69	0.76	0.91	1.13	
	1" x 2"	-	-	0.87	0.93	1.04	1.16	1.38	1.72	
	40 x 60	-	-	-	-	-	-	1.84	2.28	3.09

FUENTE: (Industria metalmeccánica - planchas de acero - barras cuadradas - tubos laminados - barras lisas. (s. f.). ACEROS AREQUIPA. Recuperado 5 de noviembre de 2020.)

Tabla 11 Propiedades mecánicas del tubo laminado en frio

PROPIEDADES MECÁNICAS:

SECCIÓN	NORMA TÉCNICA		LÍMITE DE FLUENCIA (MPa)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	ELONGACIÓN MÍNIMO
	DEL TUBO	DEL ACERO			
REDONDO	ASTM A 513 TIPO 2	ASTM A 1008 CS	-----	≈ 290	≈ 15
CUADR.	ASTM A 513	ASTM A 1008 CS	-----	≈ 290	≈ 15
RECT.	ASTM A 513	ASTM A 1008 CS	≈ 207	≈ 290	≈ 15

FUENTE: (Industria metalmeccánica - planchas de acero - barras cuadradas - tubos laminados - barras lisas. (s. f.). ACEROS AREQUIPA. Recuperado 5 de noviembre de 2020.)

De acuerdo a esta especificación se logró adecuar como base, en cuanto a su resistencia soporta una persona promedio de 80 kilo gramos.

Se reforzó la silla metálica con perfiles de 20x20x2 mm, de cada lado de la estructura.

Ilustración 48 Reforzado de la estructura metálica



Fuente: (elaboración propia)

3.5.2.2. Sistema de Proceso

A. Caja de Triturado

Para el siguiente proceso se construyó la base de la caja de trituración, usando perfiles de 30x30x3.0mm.

En las uniones de cada esquina se realizó cortes de 45°, esto con el propósito de que la unión sea de 90° cada esquina. A realizar los cortes, se procedió de puntear⁸ con soldadura, es con el fin de fijar y acomodar cada esquina a 90°, luego de tener cada esquinas fijadas se continuó con soldadura para asegurar la unión.

⁸ **Puntear:** Soldadura hecha para mantener las partes de una construcción soldada dentro de una alineación apropiada hasta que las últimas soldaduras sean realizadas.

Ilustración 49 Corte de la barra de perfil para la elaboración de la caja de triturado



Fuente: (elaboración propia)

Es importante mencionar que al puntear y fijarlas en un solo piezas, están deben de estar limpias, libre de suciedades, oxidaciones y aceites extraños.

El objetivo de la limpieza es asegurar la unió con la soldadura, ya que si se tiene estos elementos puede tener grietas o aberturas la soldadura.

Como se observa en la ilustración, los cortes se lo realizan con un instrumentó llamado amoladora. Este es un instrumento muy sensible al tener un disco para metal.

Ilustración 50 Disco de corte para metal o disco galleta



Fuente: (elaboración propia)

Comúnmente lo llaman disco galleta, es sensible a los movimientos al momento de un corte, ya que puede esta romperse y ocasionar accidentes, el uso apropiado es con las dos manos, una cerca del interruptor y la otra sujeta ella.

Ilustración 51 trazado a 45° esquina del perfil, caja de trituración.



Fuente: (elaboración propia)

Se menciona que la manipulación de una escuadra y flexo (cinta métrica) garantiza el trabajo, esta proporciona medidas apropiadas a la hora de concluir el trabajo. También cabe recalcar que al tener el trazo correspondiente en el metal, se debe realizar el corte al borde de la línea o trazo a cortar. Ya que si se realiza el corte por

encima de la línea o trazo, esta puede afectar de una manera notoria a la hora de ensamblar la máquina.

Ilustración 52 Corte con sujeción de prensa



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 53 soldado con sujeción de piezas



Fuente: (elaboración propia)

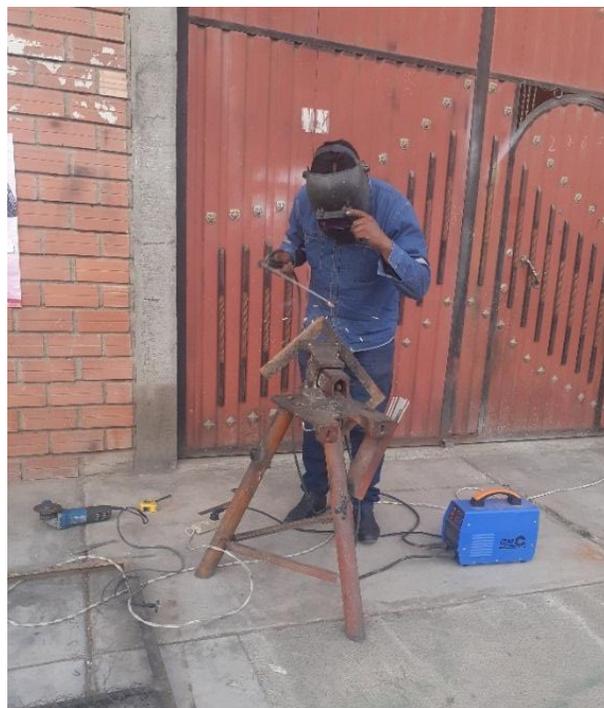
Al unir con soldadura las piezas, cada pieza debe tener un biselado⁹ de 45°, esta con el objeto de penetrar con la soldadura y garantizar la calidad de la unión de piezas. También recalcar que al momento de terminar la soldadura se debe limpiar los rastros de soldadura, ya que por encima de la soldadura tiene un recubrimiento, se lo llama escoria.

Ilustración 54 biselado de juntas o topes



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 55 Posiciones de soldar. Parado



Fuente: (ilustración propia)

⁹ **Biselado:** Corte oblicuo en el borde de una superficie

En la ilustración se observar que, para tener una buena manipulación de la amoladora, es recomendable tener una prensa para la sujeción de la pieza a mecanizar, así también esta ayuda para ejecutar la soldadura.

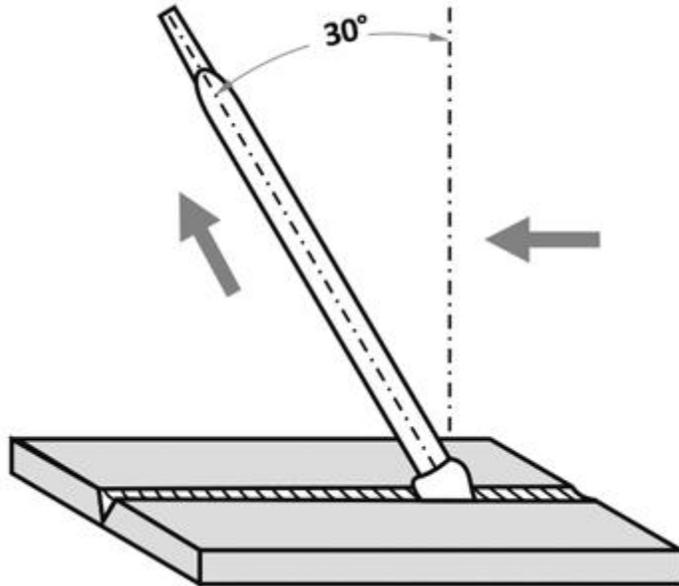
Ilustración 56 Posiciones de soldar. Arrodillado



Fuente: (elaboración propia)

Al proceder con la soldadura, la posición es importante. Para tener un buen contacto con el material a soldar, se recomienda que debe tener un ángulo de inclinación de 30° pieza a soldar y electro, esto para generar el arco eléctrico correcto.

Ilustración 57 Inclinación para el arco eléctrico



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 58 Chispas de soldadura



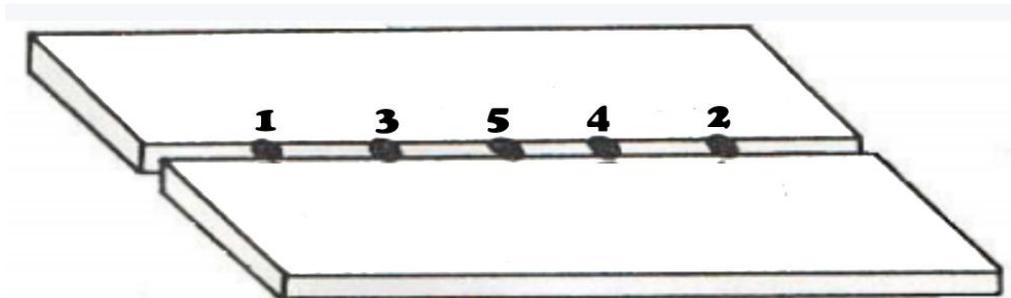
Fuente: (Elaboración propia)

En la ilustración observamos que al contacto del electrodo y en material a soldar genera chispas, esto es el desprendimiento del recubrimiento del electrodo. El

electrodo tiene un recubrimiento químico (compuesto rufílico) que al encenderse se libera en forma de humo, este permite que el oxígeno no ingrese en la soldadura, con el propósito de evitar la oxidación.

Existen diferentes técnicas de soldadura, la que se usó para el proyecto es de punto a punto, esto se trata de empezar de un extremo y posterior mente por el otro y de esa porfa concluir con la soldadura hasta llegar al centro.

Ilustración 59 Soldadura de punto a punto



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 60 Caja de triturado ensamblado a la estructura



Fuente: (elaboración propia)

Se observa en la ilustración el montaje de la caja de triturado en la estructura.

B. Cuchillas

La cuchilla tiene una dimensión de 40x150x10 mm, es de material acero dulce, para el filo tiene un afilado de 30 °.

Ilustración 61 Cuchilla con afilado de 15mm.



Fuente: (elaboración propia.)

La siguiente ilustración muestra el perforado correspondiente de la base que sostendrá las cuchillas.

Ilustración 62 Taladrado de base de cuchillas



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 63 Base de la cuchilla



Fuente: (elaboración propia)

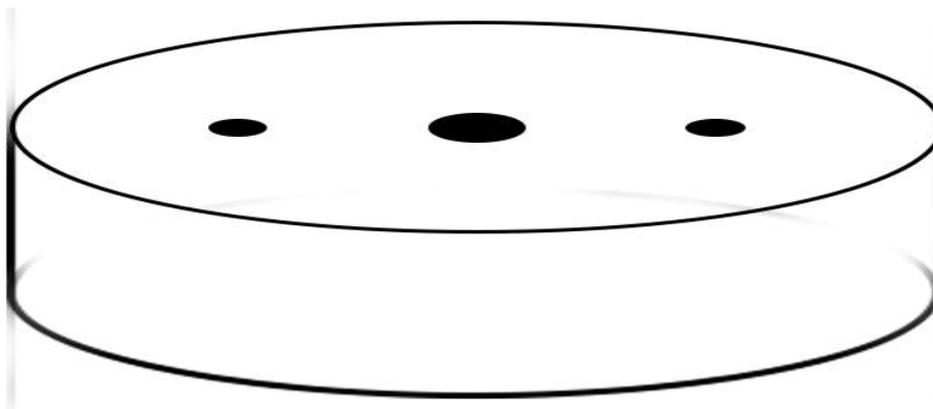
C. Cilindro de Transmisión de Motor para Base de la Cuchillas

Para la elaboración de la base cilíndrica se tuvo que acudir a un tornero, se llevó el material a tornear acero dulce de 102x102x20mm, con las especificaciones:

- Torneado circular de 100mm de diámetro.
- Perforado interior de 19.1mm de diámetro para la introducción del eje del motor
- Chaveta para evitar el deslizamiento del motor y la base.

Como se puede observar en la ilustración, la base que fija el motor y base de la cuchilla es a tornillos.

Ilustración 64 Cilindro para el eje de motor y base de la cuchilla



Fuente: (elaboración propia)

En la ilustración inferior se observa dos perforaciones laterales, esta para la sujeción de la base de las cuchillas. Para ejecutar dicha perforación se usó broca de 6 mm seguido de 10mm y por ultimo de 12mm, son pasos para llegar al diámetro

adecuado y evitar rupturas de las brocas. Posteriormente a este proceso se machuelo¹⁰ M12 de paso 1.5mm.

Ilustración 65 Machuelado de la base del motor.



Fuente: (elaboración propia)

Para concluir en el sistema de procesos, por último se introdujo la base cilíndrica al eje del motor.

Para ello se calentó la pieza cilíndrica, método llamada dilatación de materiales, que al dilatarse el cilindro esta se introduce con facilidad al eje, y ya enfriada la pieza asegurar la sujeción de base y eje, este método se usa para introducir piezas a precio.

3.5.2.3. Sistema de Alimentación

A. Caja de Entrada

En este proceso se elaboró la caja superior donde se dará el ingreso de los residuos orgánicos hacia la caja de triturado.

¹⁰ Machuelar: generar cuerdas de tornillo interiores.

Para ello se conforma por dos partes, un parte inferior que tiene el tamaño de la caja de triturado y la parte superior que es de dimensión menor.

Ilustración 66 elaboración de la parte superior e inferior del sistema de alimentación



Fuente: (elaboración propia)

Se procedió con las mismas recomendaciones al momento de marcar, cortar y limpiar las piezas tanto como para la parte inferior y superior, se dio también los biselados correspondientes para efectuar la soldadura.

Ilustración 67 biselado de las partes a soldar



Fuente: (elaboración propia)

Como se puede apreciar la conclusión de la parte superior e inferior, con un acabado para el anclado a la caja de procesos.

Ilustración 68 caja de entrada inferior



Ilustración 69 caja de entrada superior



Fuente: (elaboración propia)

Conclusión del sistema de alimentación, la parte superior fusionada con la parte inferior

3.5.2.4. Sistema de salida

Para la sistema de salida seleccionamos la parte frontal de la caja de triturado

Ilustración 70 estructura caja de triturado y salida



Fuente: elaboración propia

Ilustración 71 ensamblado de la caja de trituración y el sistema de alimentación



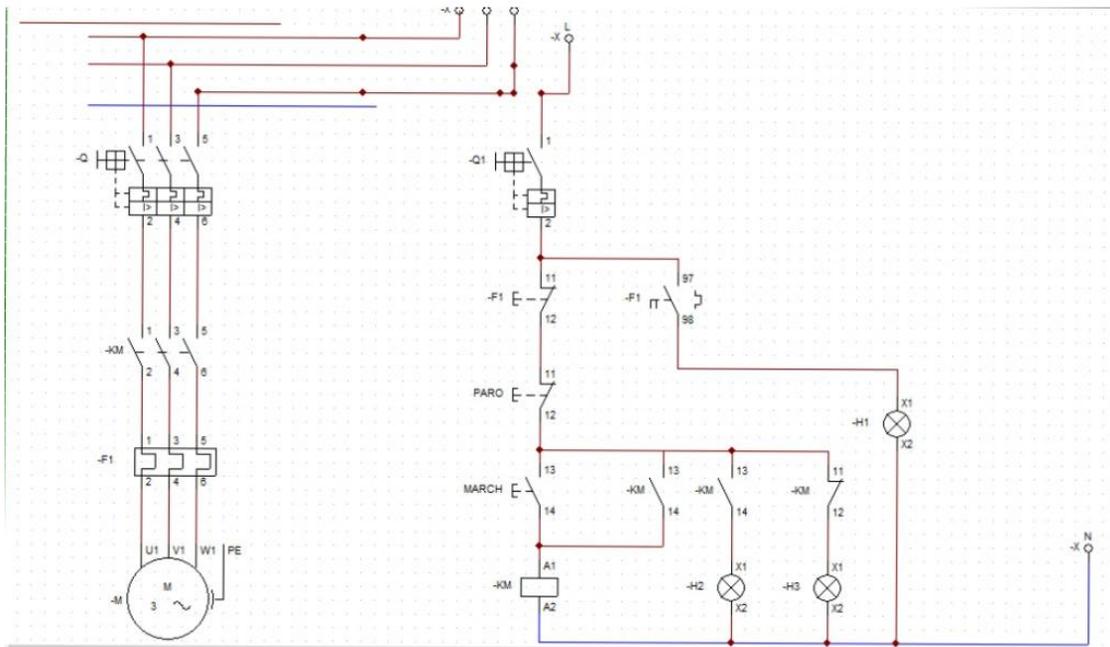
Fuente: (elaboración propia)

En la siguiente ilustración se tiene un 70 % de avance de la máquina trituradora, teniendo en cuenta que se puso las láminas correspondientes y malla en la parte superior de la entrada de alimentación.

3.5.2.5. Sistema Eléctrico

Para este sistema se empezó usando el simulador CADe SIMU, luego de verificar el esquema y su funcionamiento simulado, se empezó armado correspondiente de los componentes requerido para el sistema eléctrico.

Ilustración 72 esquema del circuito de arranque de motor CA De SIMU



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 73 Circuito de arranque de motor



Fuente: (Elaboración propia)

3.5.2.6. Sistema de Traslado

A. Llantas Traseras

Para ello se compró un par de llantas de dimensión 170mm. Esta de la marca brasileña brazilia, su resistencia en cuestión a la fuerza de carga es de 50kg apto para la trituradora, ya que al culminar con la construcción de la maquina se pesó y dio un peso de 37 kilogramos.

La puesta de las llantas se hizo en la parte trasera de la máquina, con respecto a los gráficos que se observó de la trituradora de tramontina TRO25.

B. Eje de Soporte

El eje para las llanta traseras es de 450mm x 1.5mm de diámetro.

Las llantas es soldó juntamente con el eje.

3.5.2.7. Culminación del Trabajo

Ilustración 74 Máquina trituradora pintada terminada



Fuente: (elaboración propia)

Como se puede apreciar la bandeja de salida esta empotrada a la caja de trituración, además se puede apreciar que al soldar las llantas esta tiene una inclinación, que favorece la salida de los residuos orgánicos.

Para la apariencia de la maquina nos enfocamos con los colores de la trituradora TRO25.

3.5.3. Mano de Obra

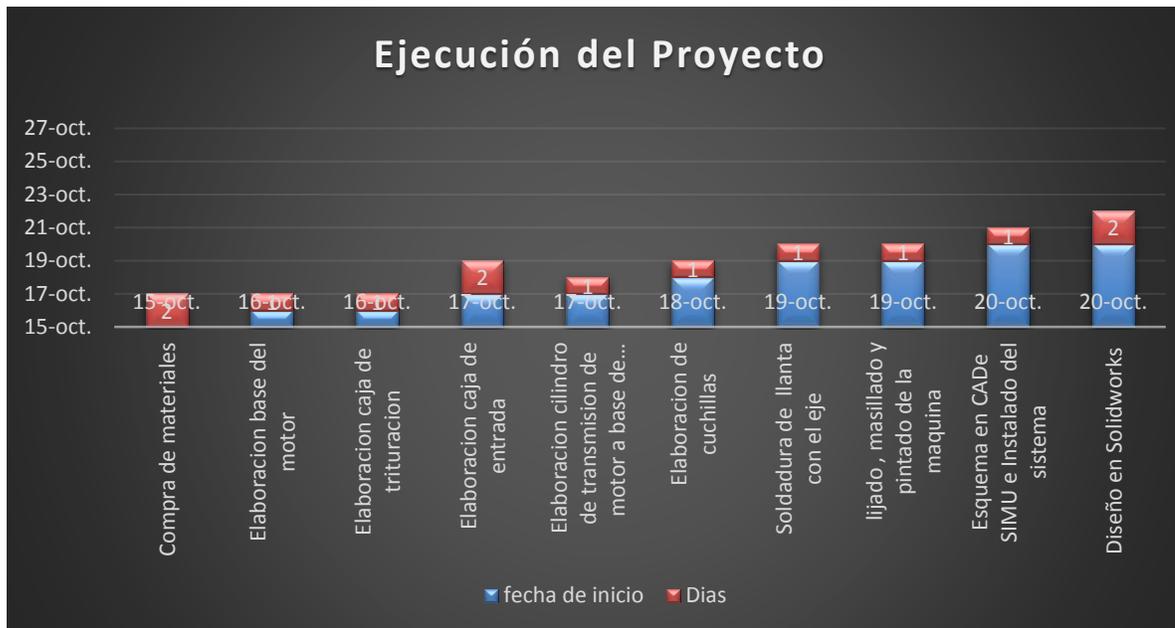
En la siguiente ilustración se observa la duración del proyecto; máquina trituradora de 4 días, compra de los materiales de 2 días, esquema y armado eléctrico 1 día, diseño 2D y 3D 2 días.

Tabla 12 Fechas de ejecución del proyecto

Actividades	Fecha Inicio	Duración Días	Fecha final
<i>Compra de materiales</i>	15-oct.	2	16-oct.
<i>Elaboración base del motor</i>	16-oct.	1	16-oct.
<i>Elaboración caja de trituración</i>	16-oct.	1	16-oct.
<i>Elaboración caja de entrada</i>	17-oct.	2	18-oct.
<i>Elaboración cilindro de transmisión de motor a base de cuchillas</i>	17-oct.	1	17-oct.
<i>Elaboración de cuchillas</i>	18-oct.	1	18-oct.
<i>Soldadura de llanta con el eje</i>	19-oct.	1	19-oct.
<i>Lijado , Masillado y Pintado de la maquina</i>	19-oct.	1	19-oct.
<i>Esquema en CADe SIMU e Instalado del sistema</i>	20-oct.	1	20-oct.
<i>Diseño en Solidworks</i>	20-oct.	2	21-oct.

Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 75 fechas de ejecución del proyecto



Fuente: (elaboración propia)

3.5.4. Equipo de Fabricación

Para la fabricación de la trituradora se uso

Soldadura

- Arco eléctrico
- Electrodo 6013

Herramientas de sujeción

- Alicates
- Alicata de presión
- Prensa
- Prensa de banca
- Mesa de sujeción (para el afilado de la cuchilla)
- Disco de corte

Herramientas de corte

- Taladro
- Amoladora
- Alicata de corte

Herramientas de medición

- Calibrador
- Racleta
- Escuadra
- Compas
- Flexo

Otros

- Teste (multímetro)
- Desarmador (estrella y plana)
- Marcadores
- lápiz

CAPITULO IV

CALIDAD Y SEGURIDAD

4. CALIDAD Y SEGURIDAD

4.1. Calidad de Proyecto

La máquina trituradora es del área mecánica se basó en las normas industriales de construcción, gran parte de la fabricación es empleando soldadura, se enfocó en la calidad de la misma. Se tomó todas las características técnicas que nos demanda.

4.1.1. Calidad de Soldadura

La calidad de la soldadura para la fabricación de la máquina trituradora se basa con las normas AWS (American Welding Society) que indica el proceso de soldadura por arco eléctrico revestido de siglas SMAW (shielded metal arc welding).

- Se consideró la especificación para la fabricación de la máquina, desde el corte de las piezas.
- La limpieza de las piezas para garantizar la calidad de soldadura.
- Diseño de juntas o topes de las piezas para la penetración de la soldadura a 60°
- Limpieza posterior a la soldadura.
- Ejecución de la soldadura con técnica de punto a punto y cordón.
- Inclinación de electrodo para el arco eléctrico de 60°.

Se ejecutó la soldadura según lo mencionado en el capítulo anterior.

La mano de obra especializada requiere de una certificación de la UNE-EN 9606-1 (Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros), que certifica a los soldadores según la norma española.

Pero existe la ASME (sociedad americana de ingenieros mecánicos) en la que de igual forma certifica al soldador por la técnica, más accesible.

Según esta norma de calidad, cuenta con un certificado que acredite la soldadura por ranura (groover) se la clasifica 1G, 2G, 3G, 4G, 5G, 6G, 6GR, adecuada a esta norma se ejecutó con soldadura de 3G que es de soldadura de ranura ascendente y descendente.

4.2. SEGURIDAD

Según la norma de diseños de maquinas la ISO 12100 se efectúa identificando los límites de la máquina, identificando riesgos y peligro tanto leve, graves y mortales.

Al terminar la máquina trituradora se hizo una prueba de campo con el triturado de residuos orgánicos.

Se observó estas características con respecto a los límites.

- La máquina trituradora necesita de 220 voltios de AC
- La velocidad máxima del motor es de 2850 RPM según las características del motor.
- La potencia del motor es de 1HP.
- El motor soporta una temperatura de 155°C (clase F).

Se observó estas características con respecto a los riesgos y peligro.

Tabla 13 Nivel de riesgo

Nivel de Riesgo/Peligro	Observaciones
LEVES	<ul style="list-style-type: none">• Golpes por las esquinas de la maquina• Lesiones por rebote de los residuos orgánicos al triturarlos• Aplastamiento de manos al momento de la limpieza
GRAVES	<ul style="list-style-type: none">• Cortes (Afilado de las cuchillas)• Cortes (Desajuste de las cuchillas)• Electrocuación por cortes en el cable• Aplastamiento por el peso de la maquina a niños
MORTALES	<ul style="list-style-type: none">• Amputación de las manos por introducir la mano en la caja de procesos al momento del encendido.

Fuente: (Elaboración propia)

En el siguiente punto ISO 12100 indica la prioridad de riesgo que se debe de tomar según la el nivel

Tabla 14 Tabla de probabilidades que ocurra

Nivel de Riesgo/Peligro Gravedad del daño potencial	Observaciones	Probabilidad de que se produzca de 10
LEVES 1	Lesiones por rebote de los residuos orgánicos al triturarlos	9
	Golpes por las esquinas de la maquina	5
	Aplastamiento de manos al momento de la limpieza	3
GRAVES 2	Cortes por afilado de las cuchillas	2
	Cortes por desajuste de las cuchillas	2
	Electrocución por cortes en el cable	1
	Aplastamiento por el peso de la maquina a niños	1
MORTALES 3	Amputación de las manos por introducir la mano en la caja de procesos al momento del encendido.	1

Fuente: (elaboración propia)

Usamos la fórmula:

Ilustración 76 Formula peligro potencia



Fuente: (elaboración propia)

El riesgo como peligro potencial según los cálculos que se realizó son:

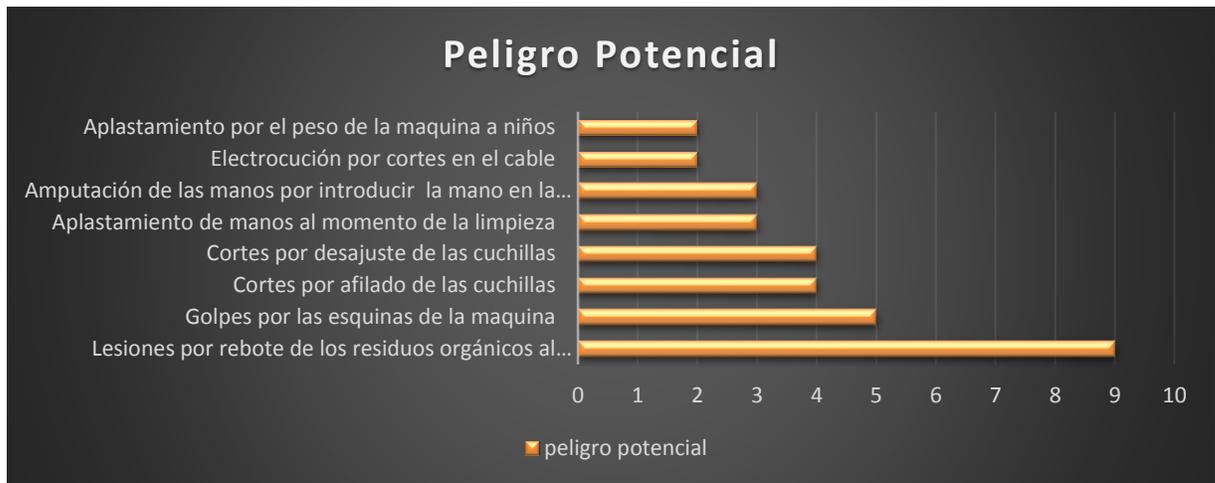
- Lesiones por rebote de los residuos orgánicos al triturarlos
- Golpes por las esquinas de la maquina
- Cortes por afilado de las cuchillas
- Cortes por desajuste de las cuchillas
- Aplastamiento de manos al momento de la limpieza
- Amputación de las manos por introducir la mano en la caja de procesos al momento del encendido.
- Electrocuación por cortes en el cable
- Aplastamiento por el peso de la maquina a niños

Tabla 15 Tabla de peligro potencial

	Probabilidad de que se produzca /10	X	Gravedad del daño potencial	=	peligro potencial
Lesiones por rebote de los residuos orgánicos al triturarlos	9		1		9
Golpes por las esquinas de la maquina	5		1		5
Cortes por afilado de las cuchillas	2		2		4
Cortes por desajuste de las cuchillas	2		2		4
Aplastamiento de manos al momento de la limpieza	3		1		3
Amputación de las manos por introducir la mano en la caja de procesos al momento del encendido.	1		3		3
Electrocuación por cortes en el cable	1		2		2
Aplastamiento por el peso de la maquina a niños	1		2		2

Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 77 Escala de peligro potencial



Fuente: (elaboración propia)

Teniendo en cuenta cuales son los peligros potenciales se propuso soluciones para la reducir estos peligros.

- Lesiones por rebote de los residuos orgánicos al triturarlos: se propuso poner una plataforma que recubriera todas las salidas.
- Golpes por las esquinas de la maquina: se propuso redondearlas y biselarlas las esquinas.
- Cortes por afilado de las cuchillas o Cortes por ajustar de las cuchillas: Se propuso el manejo equipo de protección personal: guantes.
- Aplastamiento de manos al momento de la limpieza: recomendaciones de hacer la limpieza entre dos personas
- Amputación de las manos por introducir la mano en la caja de procesos al momento del encendido: interruptores (botón rojo) de paro de motor
- Electrocución por cortes en el cable: mantenimiento preventivo y correctivo manual.
- Aplastamiento por el peso de la maquina a niños: recomendación no dejar al alcance de los niños.

4.3. MANTENIMIENTO

La máquina tendrá una vida útil de 20 años

Vida útil de un motor es de 1000 a 3000 horas se tomara el 75% de vida de un motor que es 2250 horas, teniendo en cuenta que se usara 1 vez por semana el promedio de vida del motor es:

Ilustración 78 Formula utilidad del motor

$$\text{Vida útil del motor} = 2250 \text{ semanas} \times \frac{1 \text{ año}}{52 \text{ semanas}}$$

Fuente: (elaboración propia)

Vida útil del motor = 43 años

4.3.1. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo está destinado a la conservación de la máquina, mediante revisión y limpieza que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

4.3.1.1. Limpieza

Después de proceder con la trituración es necesario tener en cuenta la limpieza para poder mantener la integridad y el buen funcionamiento de la máquina, más especificaciones en el manual de procedimiento.

4.3.1.2. Inspección

Es necesario tener en cuenta este punto, ya que ayudara para verificar si tiene algún desajuste, ranuras, grietas o piezas perdidas (pernos), más especificaciones en el manual de procedimiento.

4.3.1.3. Aceitado e Inflado de Llantas

Aunque no menos importante, es importante que se deba engrasar las llantas por el rodamiento interno que lleva.

Para poder trasladar la maquina esta debe tener un inflado adecuado en las llantas

4.3.1.4. Pintado de la Estructura

Periódicamente se debe pintar las partes desportilladas de la maquina cada 6 meses.

4.3.2. Mantenimiento Correctivo

Para el mantenimiento correctivo se debe observar averías o defectos para corregirlos o repararlos, ya que es la forma más básica de mantenimiento.

4.3.2.1. Cuchillas

La cuchilla al igual que toda herramienta de corte pierde filo. Por ello se recomienda el afilado periódico cada dos meses.

CAPITULO V

COSTOS BENEFICIOS

5. COSTOS BENEFICIOS

5.1. COSTOS

Los costos que se mencionará fueron analizados con la metodología bottom-up Estimating, se clasifico en pequeños grupos, costo de material, costo de trabajo mecánico y costo de trabajo eléctrico.

5.1.1. Costo de Material

El costo de elaboración de la máquina trituradora a grandes rasgos que se menciona en el capítulo1, fue variando en cuanto se investigó, y recabo información.

Tabla 16 Tabla de cotizaciones previa a la construcción anterior

MATERIAL	CANTIDAD	REQUERIMINETO	USO	COSTO
MATERIAL ACERO				
perfil Angulo doblado	1	38x38x2mm x6m	base y soporte	75
plancha fierro laminada frío	1	8mm 1x3m	cubierta	300
MATERIAL FIERRO FUNDIDO				
muelle	1	10mm 50x150mm	cuchillas	50
MATERIAL ELECTRICO				
Motor eléctrico	1	1 HP 4P D56 1F 220 V 50 Hz IC01 – ODP	fuerza	1350
Contactador electromagnéticos	1	4 salidas	control	250
Pulsadores	1	NA (Normalmente abierto)	control	5
Pulsadores	1	NC (Normalmente cerrado)	control	5
cable eléctrico de cobre	1	rollo(100m) 8 awg	conexión	80
OTROS				
Rodamiento	2	Según el dimensionamiento del motor	transmisión de movimiento	10
TOTAL		Bolivianos		2125 Bs

Fuente: (elaboración propia)

La tabla de cotizaciones la compra de materiales está valorada de 2125 bolivianos, damos una comparación a la tabla de cotización actual y se tiene una notable baja de costos. Entre los materiales y costos variantes se encuentra:

- Modificación de la dimensión de los perfiles.

- Modificación de la dimensión de las planchas
- Selección de material para la adaptación de las cuchillas
- Modificaciones en las especificaciones del motor
- Modificación de requerimiento de cable

Entre los elementos añadidos.

- Llantas
- Magnetotermicos
- Guarda motor
- Luces piloto

Fueron los elementos que modificaron los costos finales. Ver ilustración.

Tabla 17 Tabla de cotización de materiales actual

MATERIAL	UNIDAD	REQUERIMINETO	USO	PRECIO
MATERIAL ACERO				
perfil angular	1	30x30x3mm x6m	base y soporte	50
perfil angular	1	20x20x2mm x6m	base y soporte	36
plancha fierro laminada frío	2	1.0x 1200x1200m	cubierta	80
plancha fierro laminada frío	1	10x50x400mm	cuchillas	20
MATERIAL ELECTRICO				
Motor eléctrico	1	1 HP ClassF 220 V AC 50 Hz 2850 Rpm	potencia	750
contactares	1	4 salidas	control	140
magneto térmico	1	4 Amperios unipolar	control	20
Guardamotor	1	6 Amp de 2 sdalidas	protección	20
pulsadores	1	NA (Normalmente abierto)	control	180
pulsadores	1	NC (Normalmente cerrado)	control	9
luces piloto	1	color verde	señal	9
caja de conexiones	1	110x260x160mm	protección	5
cable eléctrico de cobre	1	10m 8 awg	conexión	15
OTROS				
LLANTAS	2	170mm de diámetro resistencia 50 kg	movimiento	50
			TOTAL:	1384

Fuente: (elaboración propia)

Al hacer las comparaciones de la tabla anterior y la tabla actual, haciendo cálculos:

Datos: 2125 bs =100%
X % =?
X=1384 bs

$$X\% = \frac{X \times 100\%}{2125} \quad X\% = \frac{1384 \times 100\%}{2125} \quad X\% = 65.1\%$$

Descuento = X% -100% **Entonces Descuento** = 65.1% -100%

Descuento = 34.9 %.

Descuento en bolivianos = 2125bs – 1384bs= 741 bolivianos.

Se tiene un descuento de 687 (seiscientos ochenta y siete) bolivianos, el 35 % de descuento solo en compra de materiales.

5.1.2. Costo de Mano de Obra

Para entrar al costo de mano de obra, el uso de la metodología de costos Bottom-up Estimating (Estimaciones ascendentes) toma el cálculo de costos por partes y componentes y lo agrega para calcular el costo final del producto.

Según la definición dividimos el trabajo en dos partes

- Costo de trabajo mecánico
- Costo de trabajo eléctrico

5.1.2.1. Costo de trabajo mecánico

Para encontrar el costo de trabajo mecánico. Se dividió en dos puntos.

- Costo de jornada laborar
- Costo por el uso herramientas

A. Costo de Jornada Laboral

En nuestro medio contamos con un sueldo mínimo de así también un sueldo establecido para técnico superior, este sueldo oscila de 3500 a 4000 bolivianos partiremos de la media de estos dos montos.

$$\text{Media} = \frac{\text{sueldo1} + \text{sueldo 2}}{2} \qquad \text{Media} = \frac{3500 \text{ bs} + 4000\text{bs}}{2}$$

Media = 3750 bolivianos = **sueldo mensual** de 3750 bolivianos

Considerando días laborales es de 27 días

La paga por días sería:

Sueldo día laboral= S.D.L.

$$\text{S. D. L} = \frac{\text{Sueldo mensual}}{\text{Días laborales}} \qquad \text{S.D.L} = \frac{3750 \text{ bs}}{27 \text{ días}}$$

Sueldo Día Laboral = 138.9 bolivianos /días

El sueldo de mano de obra está en base a 138.9 bs por día.

Para la construcción de la máquina trituradora se concluyó en 4 días de la cuales se trabajó 3 días de 4 horas y una de 8 horas.

Cabe entender que el horario laboral es de 8 horas por día, teniendo estos datos se calculó el sueldo que se debe de percibir por la elaboración del proyecto.

Elaboración del proyecto = 3 días de 4 horas y 1 día de 8 horas.

Sueldo por la elaboración de la maquina = SEM

$$\text{SEM} = 3 \times 138.9 \text{ bs}$$

$$\text{SEM} = 416.7 \text{ bolivianos}$$

Dividimos entre dos por la media jornada laboral

$$\text{SEM} = (416.7 \text{ bs} / 2) + 138.9$$

$$\text{SEM} = 416.7 \text{ bs} / 2$$

Sueldo por la elaboración de la maquina = 347.3 bolivianos

El sueldo que se debe de percibir es de 347.3 bolivianos, Pero para la ejecución se tuvo que realizar con herramientas y maquinarias externas.

B. Costo por el Uso de Herramientas

Para la elaboración de la maquina se compró electrodos, discos de corte. Pintura, masillas, lijas y otros.

Tabla 18 Tabla costo de material para uso de herramienta

MATERIAL	UNIDAS	PRECIO / bs	PRECIO TOTAL / bs
Electrodos 1360	1	23	23
Disco de corte para metal	4	5	20
Pintura a diésel	2	40	80
diésel	1	17	17
lija	1	4	4
masillas	1	20	20
Tornillos M12	2	2	4
Tornillos M8	6	3	18
TOTAL			186 bolivianos

Fuente: (elaboración propia)

El precio de solo materia es 186 bolivianos

El uso del talle y las maquinas fue de 35 bolivianos por día.

Sumando estos datos nos da:

Costo por el uso de herramientas más materia = (186 + (35 x 4)) bs

Costo por el uso de herramientas más material = 326 bolivianos.

Costo de trabajo mecánico = Sueldo por la elaboración de la maquina + costo por el uso de herramientas más material

Costo de trabajo mecánico = (326 + 347.3) bs

Costo de trabajo mecánico = 673.3 bolivianos

5.1.2.2. Costo de Trabajo Eléctrico

Para el costo de trabajo eléctrico no es necesario datos adicionales, se tomara sueldo por día laboral de 138.9 bolivianos.

Finalmente obteniendo los cálculos de, Costo de material, Costo de trabajo mecánico y Costo de trabajo eléctrico, se hace la suma para el costo total de construcción de la máquina.

Tabla 19 Costo de la elaboración de la maquinarias

TRABAJO	COSTO
<i>Compra de materiales</i>	1384
<i>Costo de Trabajo mecánico</i>	673.3
<i>Costo de trabajo eléctrico</i>	138.9
total	2196.2

Fuente: (elaboración propia)

Concluimos el costo de la maquina es de 2196.2 Bolivianos

5.2. BENEFICIOS

El enfoque del proyecto de grado fue elaborar una máquina trituradora a bajos costos. Si bien no se menciona en el proyecto como objetivo, esta puesta implícitamente en ella. Al recabar información y ejecutar el proyecto se logró con este cometido, dando una comparación de la maquinita (Triturador Orgânico Elétrico Tramontina TRO25 Motor 2 hp Bivolt).

Tabla 20 tabla de comparaciones de precios

Proyecto	Trituradora TRO25
2196.2 bolivianos	2800 + 350 por envío =3150 bolivianos
UTILIDAD PRODUCTO UNITARIO	953.8 Bolivianos

Fuente: (elaboración propia)

5.2.1. VAN

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos, egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable.

Se partiendo desde los datos anteriores. Mes tiene 26 días laborales. Contando en horas laborales son de 24 días de 8 horas, la elaboración de la maquina es de 3 días y medio. Se calcula:

$$24/3.5= 6 \text{ máquinas mensual}$$

Elaboración mensual de 6 máquinas.

En tres meses se tendrá $6 \times 3 = 18$ máquinas

Si se tiene invertido de 40000 bolivianos

Tabla 21 Venta promedio VAR y TIR

mes	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3
venta	0	5 maquinas	7 maquinas	6 maquinas
ingresos	-40000	14000	19600	11200

Fuente: (elaboración propia)

Taza de interés en un banco $i = 6\%$ formulado en $van = \frac{costo}{(1+i)^n}$

$$van = -40000 + \frac{14000}{(1+0.06)^1} + \frac{19600}{(1+0.06)^2} + \frac{11200}{(1+0.06)^3}$$

$$van = 55.21 \text{ bolivianos.}$$

Con este dato del valor del **VAN positivo** nos da a concluir invertir en el proyecto con un interés menor igual 6%

5.2.2. TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Esta encargada de medir la rentabilidad de una inversión. Es decir el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá esta, para los montos que no hayan sido retirados del proyecto.

De acuerdo con los datos ya adquiridos en la tabla 21 se formula la TIR es decir:

$$0 = \frac{\text{costo}}{(1 \times TIR)^n}$$

Tasa de interés de retorno

$$0 = -40000 + \frac{14000}{(1 \times TIR)^1} + \frac{19600}{(1 \times TIR)^2} + \frac{11200}{(1 \times TIR)^3}$$

$$0 = -40000(1 + TIR)^3 + 14000(1 + TIR)^2 + 11200$$

$$0 = -40000 - 120000TIR - 120000TIR^2 - 40000TIR^3 - 14000 + 28000TIR + 14000TIR^2 + 19600 + 19600TIR^2 + 11200$$

$$0 = -40000TIR^3 - 10600TIR^2 - 72400TIR + 4800$$

$$\text{FACTORIZANDO} = -200(300TIR^3 + 53TIR^2 + 362TIR - 24)$$

$$-40000(X - 200TIR^3 + 53TIR^2 + 362TIR - 24 \quad \text{CERCA } X = 0.0655146)$$

$$(TIR - 200TIR^3 + 53TIR^2 + 362TIR - 24 \quad \text{CERCA } TIR = -0.1653 - 1.3432i)$$

$$(TIR - 200TIR^3 + 53TIR^2 + 362TIR - 24 \quad \text{CERCA } TIR = -0.1653 + 1.3432i)$$

$$TIR = 0.0655146 \times 100$$

$$TIR = 6.55\%$$

En cuanto a la funcionalidad y capacidad

5.2.3. Funcionalidad

Cumple con las mismas funciones principales, triturar.

Ilustración 79 Triturado antes y después



Fuente: (elaboración propia)

En la especificaciones de la trituradora TRO25, menciona tamaño de triturado varia de 2 a 3cm, Dando una comparación en el triturado de la maquina construida es similar a la de TRO25.

5.2.4. Capacidad

La trituradora TRO25 no muestras una capacidad de carga de triturado, sin embargo se logró hacer los cálculos necesarios.

Ilustración 80 pesado de los residuos orgánicos



Fuente: (elaboración propia)

Ilustración 81 peso de los residuos solidos



Fuente: (elaboración propia)

En la ilustración 75 se muestra un peso de 6 libras, que luego se logró triturar en 8 segundos ver el audio visual *triturado de residuos 6 libras*.

Partiendo de estos datos: **6 libras** en **7 segundos**.

1 hora = 3600 segundos entonces $3600 / 7 = 514.3/h \times 6 \text{ libras} = 3085.7 \text{ libras/h}$

$$3085.7 \text{ lb} \times \frac{1 \text{ kilo}}{2.2 \text{ lb}} = 1399.6 \frac{\text{kilos}}{\text{hora}}$$

La capacidad de triturado es de una tonelada y 400 kilos

Tiene una comparación de la trituradora TR40 de tramontina semindustrial costo (3100 + 350 bolivianos) 3450 bolivianos

Tabla 22 Tabla de comparación, Capacidad de triturado

Proyecto	Trituradora TR40
1400 KILOS	1300 KILOS

Fuente: (elaboración propia)

5.3. IMPLEMENTACION

En cuanto a la implementación de la máquina, el proceso de compostado, implementación del compost a los cultivos y análisis de resultado, lleva un largo periodo de análisis, dejo como una propuesta de proyecto.

Sin embargo se tocara algunos puntos en cuanto al beneficio de la implementación Si se mencionó en el capítulo 1 el uso de agroquímicos.

Los más usados son:

Ilustración 82 Agroquímico Karate Zeon



Fuente: (elaboración propia)

- **Katare zeon:** Es un insecticida que se usa en los cultivos, su precio es de 120 bs

Ilustración 83 Agroquímico, Súper Foliar



Fuente: (elaboración propia)

- **Súper Foliar:** Es para crecimiento de las plantas, su precio es de 25bs
El uso de estos dos agroquímicos potencializa el desarrollo de las plantas y la producción, sin embargo estos agroquímicos no garantiza la estabilidad de las tierras, y mucho menos el rendimiento a largo plazo.

Los comunarios ve la ventaja de invertir poco y producir más, poniendo a lado las tierras donde se las produce. Sin embargo si se tiene un manejo sostenible de producción y tierras garantizaría la estabilidad de ellas.

En este entorno entra el compostado cubriendo estos dos puntos, como se documentó en los anteriores capítulos proporciona nutrientes necesarios, tanto a la tierra como a la producción, además proporciona de humedad, “el compost retiene seis veces su peso en agua” Jeavons JC (2002).p61, quedando así el compost benefactor.

Se mencionó en la documentación que la aceleración del compost es uno de los beneficios que tiene la máquina trituradora, acelerando un 50% de su proceso.

5.4. ÁMBITO SOCIAL

Los beneficiarios directos serán los comunarios de Yanari Bajo que se dedican a la agricultura, puesto que al uso de la herramienta obtendrán beneficios en cuanto al cultivos y tratamiento de suelos al remplazo de los agroquímicos.

5.5. ÁMBITO INSTITUCIONAL

Uno de los beneficios simbólicos, será mostrar a la sociedad nacional que nuestra universidad, tiene la capacidad y calidad suficiente para resolver problemáticas de producción agrícola, por lo que también tendremos la oportunidad de competir con diferentes instituciones con proyectos de esta área.

Pondrá a la universidad al agrado de la sociedad alteña, como un orgullo Institucional. Todo esto a través de las actividades de investigación que se realiza en nuestro establecimiento.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSION

Habiendo realizado el diseño, construcción y pruebas de campo, se concluyó lo siguiente:

- Se logró diseñar el sistema mecánico y eléctrico con conocimiento adquirido en modelado CAD.
- La construcción de la trituradora se efectuó con las necesidades y características domésticas, en cuanto a tamaño, simplicidad, comodidad y seguridad.
- A la conclusión del proyecto se procedió con las pruebas de campo como se quedó establecido en los objetivos, rendimiento, capacidad, dimensión de lo triturado.

6.2. RECOMENDACIONES

En base al proceso de desarrollo del proyecto se observaron las siguientes recomendaciones que serán de gran utilidad las cuales son:

- Se recomienda realizar limpieza sin uso excesivo de agua. solo escobillas y paños húmedos.
- Antes del triturado se recomienda realizar una inspección de huesos u objetos ajenos a residuos orgánicos.
- Se recomienda triturar al acumulado mayor a 40 kilos de residuos orgánicos.
- Para el afilado de cuchillas se recomienda realizar cada dos meses.

BIBLIOGRAFÍA

- User, S. (s. f.). *El pH en el compost*. COMPOSTADORES. Recuperado 31 de octubre de 2020, de <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/la-cosecha-el-compost-casero/155-el-ph-en-el-compost.html#:~:text=Tambi%C3%A9n%20hay%20que%20tener%20en,por%20la%20alcalinidad%20del%20terreno>.
- *¿Qué implica el modelo de producción agroindustrial?* (2019, 31 julio). ONG Manos Unidas. <https://www.manosunidas.org/noticia/modelo-produccion-agroindustrial#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20a%20gran%20escala,invernadero%20causantes%20de%20la%20aceleraci%C3%B3n>
- Rodríguez, P. A. D. M. (s. f.). *Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud*. SCielo. Recuperado 31 de octubre de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
- *tritadoras industriales, trituradoras de residuos, trituradoras para reciclaje*. (s. f.). Coparm Srl. Recuperado 20 de octubre de 2020, de <http://coparm.es/trituradoras/>
- *¿QUÉ SON RESIDUOS ORGÁNICOS? | 5 Cubitos*. (s. f.). cslapalma. Recuperado 16 de septiembre de 2020, de <http://www.cslapalma.org/5cubitos/que-son-los-residuos-organicos>
- User, S. (s. f.-b). *PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR*. AAPS. Recuperado 2 de noviembre de 2020, de http://www.aaps.gob.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=130&Itemid=314

- *El compostaje. 2ª parte.* (s. f.). InfoAgro. Recuperado 2 de noviembre de 2020, de <https://www.infoagro.com/abonos/compostaje2.htm>
- StuDocu. (s. f.). *Metodologías de diseño - Ingeniería De Sistemas 504 - UdeA.* Recuperado 2 de noviembre de 2020, de <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-antioquia/ingenieria-de-sistemas/apuntes/metodologias-de-diseno/7231401/view>
- Plaza, J. J. (2020, 21 agosto). *Power to the Bottom?* ActioGlobal. <https://actioglobal.com/es/power-to-botto/>
- Alonzo, F. (2005a), p129. *Introducción a la Ingeniería del software.* Delta Publicaciones. Recuperado 2 de noviembre de 2020, de <https://books.google.com.bo/books?id=rXU-WS4UatYC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- *CADE SIMU.* (2016, 17 mayo). Instalaciones Frigoríficas Comerciales e Industriales. <https://frigoristas.wordpress.com/cade-simu/>
- *SOLIDWORKS - Qué es y para qué sirve.* (2020, 24 febrero). SolidBI. <https://solid-bi.es/solidworks/>
- *Precios Alquiler.* (2019, 3 septiembre). SolidBI. <https://solid-bi.es/precios-alquiler/>
- *Precio SOLIDWORKS.* (2020, 12 febrero). SolidBI. <https://solid-bi.es/precio-solidworks/>
- Castillo, M. J. C. (2020). *Automatismos industriales.* Editex.
- *Máquinas asíncronas.* (s. f.). dfs.uib.es. Recuperado 3 de noviembre de 2020, de [http://dfs.uib.es/GTE/education/industrial/con_maq_electriques/teoria/Transparencias%20\(Univ.%20Pontificia%20Comillas\)/Introduccion%20Maquinas/sld011.htm](http://dfs.uib.es/GTE/education/industrial/con_maq_electriques/teoria/Transparencias%20(Univ.%20Pontificia%20Comillas)/Introduccion%20Maquinas/sld011.htm)

- EcuRed. (s. f.). *Motor eléctrico - EcuRed*. Recuperado 3 de noviembre de 2020, de https://www.ecured.cu/Motor_el%C3%A9ctrico
- S. (2020, 20 marzo). *¿Que es un Guardamotor y para que se usa?* NIVIHE S.A. <https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/>
- Technical.com. (s.f.). *Manual de seguridad de máquina TECNICAL*. <https://www.technical.cat/apunts-tecnics/cas-seguridad-en-maquinas-apuntes-tecnicos-technical-manresa-igualada.pdf>
- Masayasu, T. (1997). *Gestion moderna de costes*. Diaz De Santos. <https://books.google.com.bo/books?id=PrcoSVBk-sEC&pg=PA73&dq=Estimaci%C3%B3n+de+Costes+de+Fabricaci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj8-4LSnensAhX6ILkGHawRCbMQ6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=Estimaci%C3%B3n%20de%20Costes%20de%20Fabricaci%C3%B3n&f=false>
- Pérez, Á. N. (2018, 14 septiembre). *Cómo estimar los costos de un proyecto*. Wolf Project Management. <https://wolfproject.es/como-estimar-los-costos-de-un-proyecto/>
- Roldán, T. (2009). *Calidad aplicada al ciclo formativo de grado medio de soldadura y calderería*. Recuperado 5 de noviembre de 2020, de <https://feandalucia.coo.es/docu/p5sd6455.pdf>
- Fuente: <https://insumosymaquinas.com.ar/trituradoras-de-ramas/trituradora-de-residuos-organicos-8-5-hp-fema-200/>.
- Fuente: <https://www.unimart.com/products/trapp-trituradora-de-desechos-organicos-tr-200/>.

- Fuente: <https://www.tramontina.com.br/es/p/79868332-253-triturador-organico-electrico-tramontina-tro25-con-motor-de-2-hp-bivolt>.
- Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/bio-fertilizer-machine-crushers-for-organic-fertilizer-organic-waste-crusher-60374717822.html>
- <https://www.tramontina.com.br/es>
- Tramontina. (s. f.). *Triturador Orgánico Eléctrico Tramontina TRO25 con Motor de 2 hp Bivolt* - [tramontina.com.br/es](https://www.tramontina.com.br/es). Recuperado 5 de noviembre de 2020, de <https://www.tramontina.com.br/es/p/79868332-253-triturador-organico-electrico-tramontina-tro25-con-motor-de-2-hp-bivolt>
- *Industria metalmecánica - planchas de acero - barras cuadradas - tubos laminados - barras lisas*. (s. f.). ACEROS AREQUIPA. Recuperado 5 de noviembre de 2020, de <https://www.acerosarequipa.com/segmentos/25/industria-metalmecanica>
- *El laminado en frío y en caliente: diferencias y ventajas*. (2019, 23 mayo). ferrosplanes. <https://ferrosplanes.com/laminado-en-frio-en-caliente-ventajas/#:%7E:text=El%20laminado%20en%20fr%C3%ADo%20aumenta,a%20un%20proceso%20llamado%20recocido>.
- *¿Qué son los perfiles de acero?* (s. f.). DEACERO. Recuperado 5 de noviembre de 2020, de <https://blog.deacero.com/que-son-los-perfiles-de-acero#:%7E:text=Perfiles%20estructurales%20de%20acero,-Perfiles%20IPR&text=Son%20vigas%20que%20se%20encargan,y%20manufacturas%20de%20diversos%20tipos>.

- Tesis : Hernandez, J. (2015). Diseño de un Prototipo de triturador de diseños orgánicos (tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- *Clasificación de los Aceros*. (s. f.). INGEMECANICA. Recuperado 9 de noviembre de 2020, de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>
- Jeavons JC (2002) Cultivo biointensivo de alimentos. Willits: Ecology Action. <http://cultivatuhuerto.cl/sitio/wp-content/uploads/2018/09/Jeavons-John-Cultivo-Biointensivo-de-Alimentos.pdf>

MANUAL DE USUARIO

Y MANTENIMIENTO

MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO

TRITURADORA ELECTRICA

TRITURADORA ELÉCTRICA DE
RESIDUOS ORGANICOS

TRITU

1.0



CONSULTE ASISTENCIA TÉCNICA

60169038

TRITURADORA ELÉCTRICA DE RESIDUOS ORGÁNICOS

CONOZCA EL PRODUCTO

Partes principales:

- 01 - Conducto de entrada
- 02 - Cuerpo
- 03 - Salida inferior
- 04 - Soporte tubular
- 05 - Motor
- 06 - Interruptor
- 07 - Ruedas
- 08 - Rejilla de protección
- 09 - Disco volante
- 10 - Base de cuchillas
- 11 - Cuchillas laterales



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Tensión eléctrica	Tipo de motor	Potencia (HP)	rpm	Nº Base de cuchilla	Nº cuchilla	Aplicación uso	Consumo
TRITU 1.0	220 V	monofásico	1hP	2850	1	2	Domestico	2.5 kW/h

SÍMBOLOS



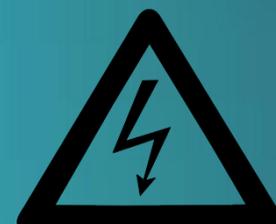
Mantenga el cable de alimentación a distante



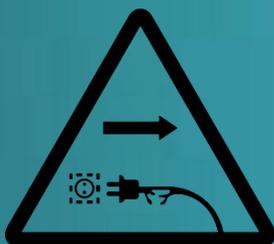
Toma de tierra



No pongas tu mano



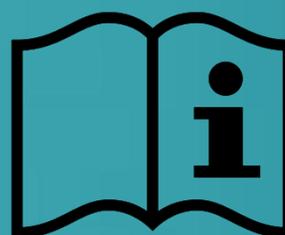
Tensión 220 V



Desenchufe y retire el enchufe antes de ajustar, limpiar o si el cordón está enrollado o dañado



Usar gafas de protección



Manual del operador; instrucciones de operación



No use ni deje el equipo expuesto a la humedad o la lluvia



Atención, antes
para usar el equipo,
leer el manual de instrucciones



Espera hasta que todo
componentes del equipo
se paren antes de tocarlos



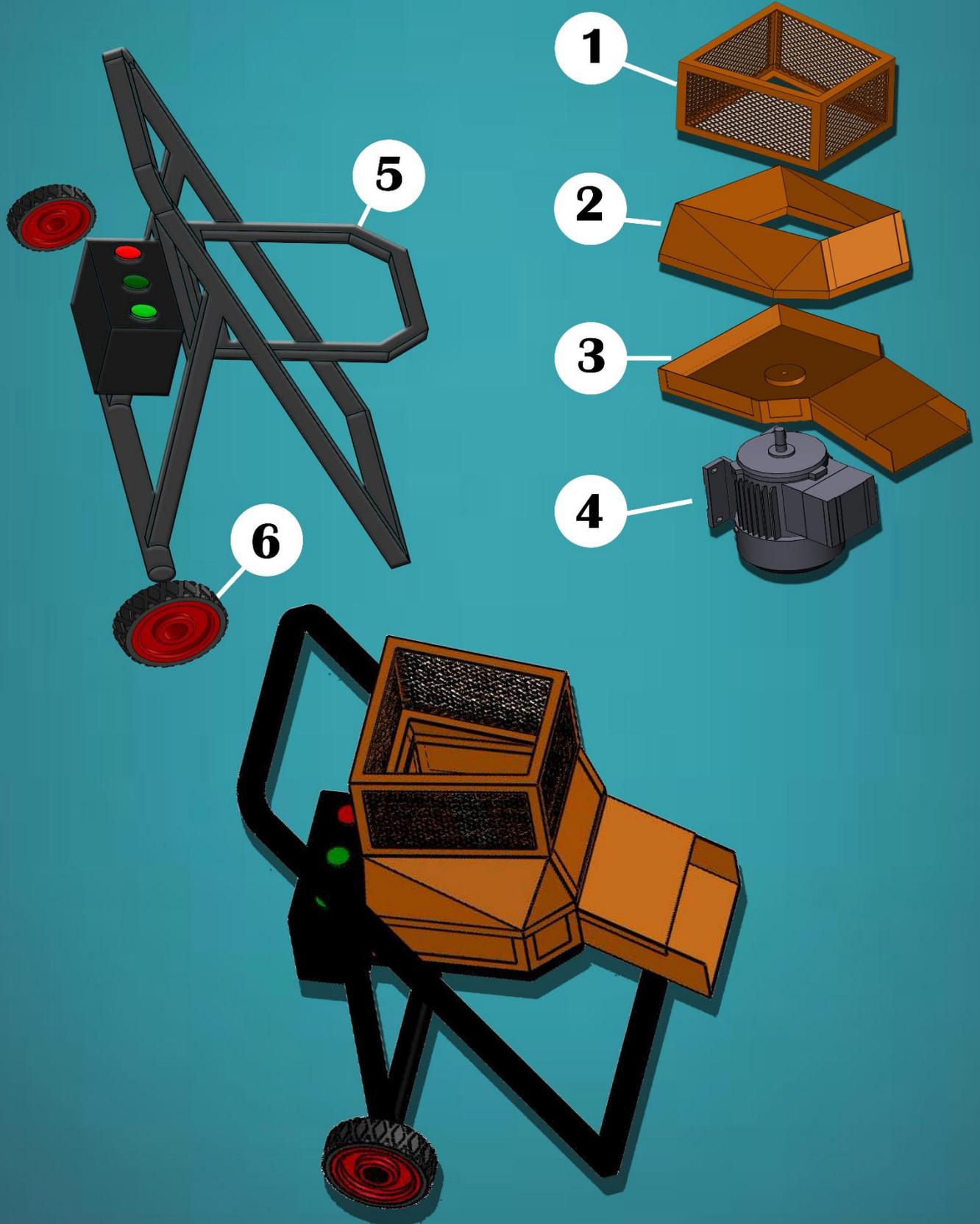
Mantener a las personas,
incluidos los niños, fuera de la
zona de peligro,
aproximadamente
15 metros

ATENCIÓN

- Antes de utilizar el equipo, lea atentamente el manual de uso y mantenimiento.
- Antes de poner en marcha el equipo, verifique que el voltaje de la trituradora esté de acuerdo con tensión de red.
- Tenga cuidado de no sobrecargar el motor.
- Utilice cable eléctrico como se especifica en la tabla "Sección de cable eléctrico" de este manual.
- Antes de introducir cualquier material, arranque el motor y espere hasta que llegue a la rotación adecuada.

VISTA EXPANDIDA

Dibujo detallado | Dibujo desglose



OPERACIÓN

Instale la trituradora en un lugar seco, protegido de la intemperie y con un piso regular y plano. Verifique si el voltaje eléctrico de la trituradora está de acuerdo con el voltaje de la red.

El interruptor es de 220v y está conectado al motor, en la parte trasera de la trituradora, [Fig.1].



Fig. 1

Para encender el equipo, conecte el cable eléctrico al interruptor y presione el botón verde (I), ubicado en la parte trasera de la máquina. Para apagar, presione el botón rojo (O), [Fig.1]. Si, cuando se pone en marcha la trituradora, el motor no arranca y no enciende la luz piloto (U) (está bloqueado), apáguelo inmediatamente y abra la caja, suba todas las palancas por dentro el magnetotérmico [Fig.2] y el guardamotor [Fig.3].

Termomagnético y Guardamotor

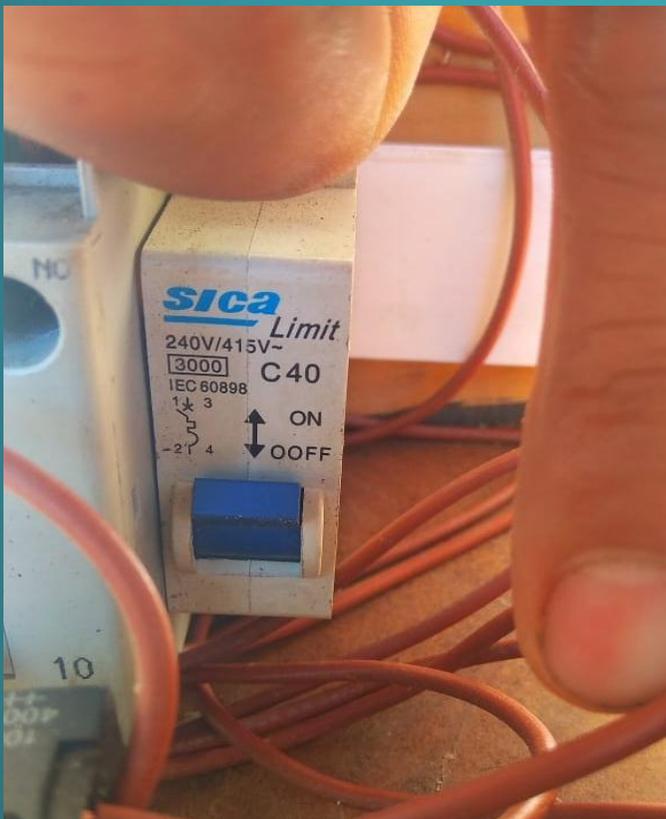


Fig. 2



Fig. 3

Sección de cable eléctrico

Motor	20mm	30mm	40mm
220 V	2 x 2,5 mm	2 x 2,5 mm	2 x 2,5 mm ²

El uso de un cable eléctrico no especificado causa daños al motor y no es una garantía.

Nunca enciendas el equipo con la caja de entrada abierta.

MODO DE USO

- Cuando la trituradora esté en funcionamiento, no inserte la mano en la entrada, o la salida inferior.
- TRITU 1.0 está equipado con una rejilla de seguridad que hace posible ver el proceso de triturado desde una distancia adecuada, evitando que los desechos salten directamente al usuario.
- Utilice las ruedas para facilitar el movimiento del equipo. Nunca mueva el equipo mientras está encendido.

La trituradora de residuos orgánicos TRITU 1.0 es un equipo eficiente y compacto que se utiliza para el triturado de material orgánico, reduciendo su volumen y transformarlo en abono natural.

Residuos que pueden triturarse: Frutas, verduras, recortes de césped y setos, hojas, flores secas, paja, restos de comida y pequeñas ramas verdes hasta 2 cm.

Residuos que no se pueden triturar: Envasado de productos tóxicos (perfumes, tintas, artículos de limpieza), papel de revista e impresos y residuos como vidrio, metal, piedra, plástico, baterías.

MANTENIMIENTO

En cualquier mantenimiento y ajuste, apague el motor y desconecte el enchufe del equipo.

Cuchillas

Las cuchillas de la trituradora están endurecidas, lo que prolonga su vida de corte. Verifique periódicamente apretando la cuchilla y los tornillos del equipo.

Afila (afila) las cuchillas

Afile las hojas cuando note que el filo está desgastado y reemplácelas cuando no sean posible más bordes. Para ello, retire los tornillos indicados en la siguiente imagen, [Fig. 5].

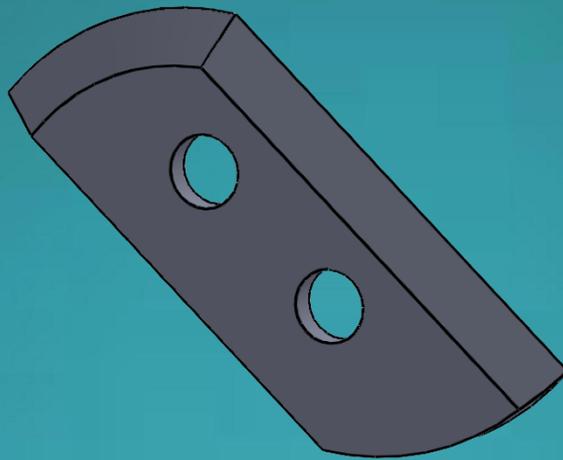


Fig. 5

Afilar solo el lado indicado de la hoja, tratando de mantener la inclinación original, [Fig. 56].

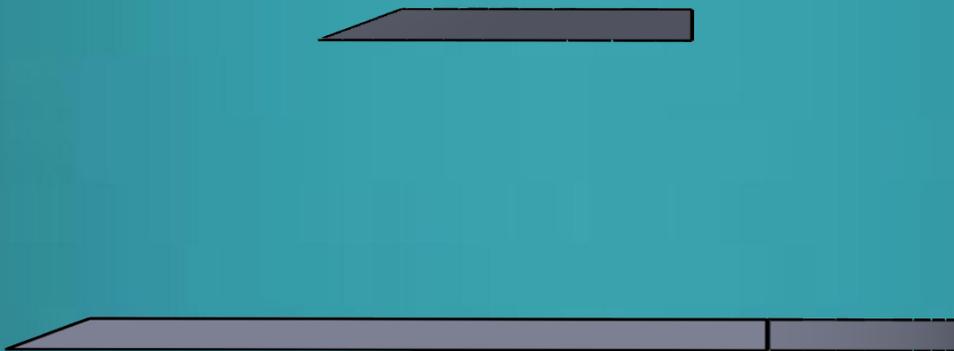


Fig. 6

Quitarlo la misma cantidad de material en cada hoja, para no dañar el equilibrio del conjunto del eje y en consecuencia causar vibraciones.

El reajuste periódico es fundamental para asegurar un buen funcionamiento de la trituradora.

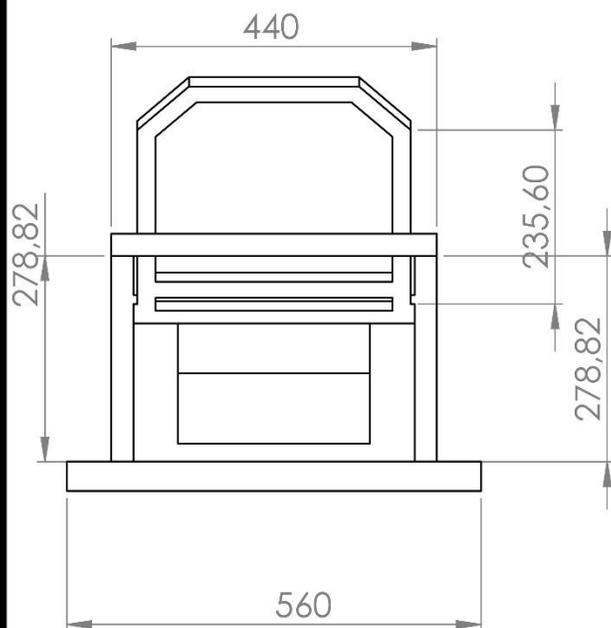
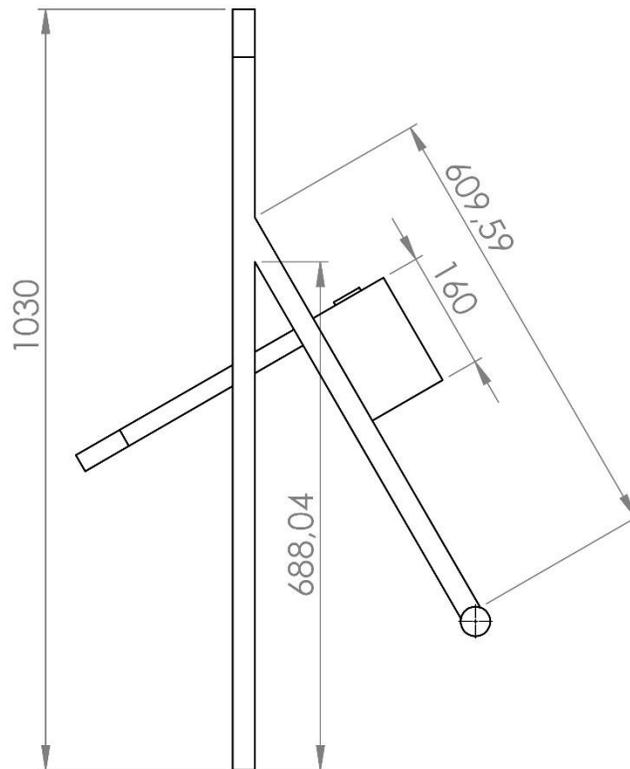
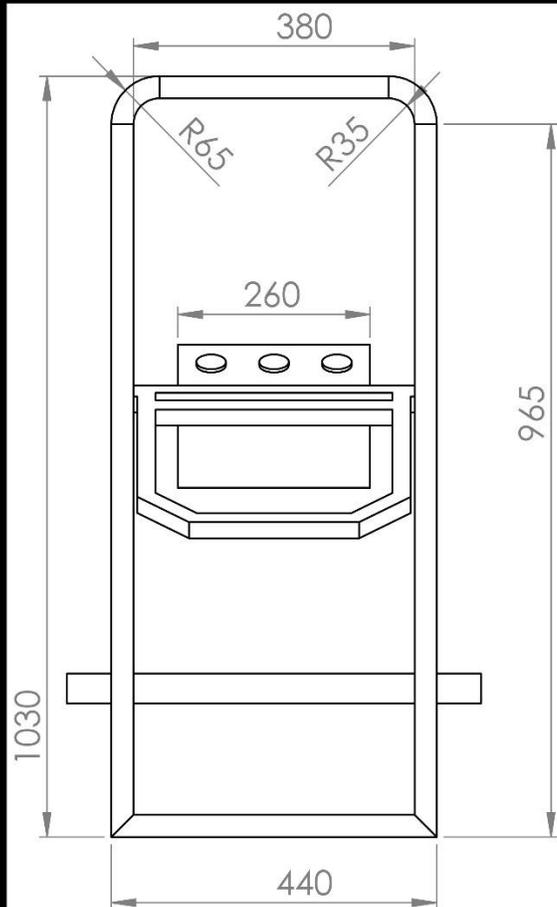
NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

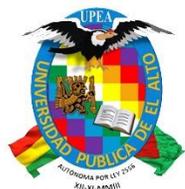
Inspeccione la trituradora antes de usarla y verifique si hay herramientas u objetos dentro de la trituradora.

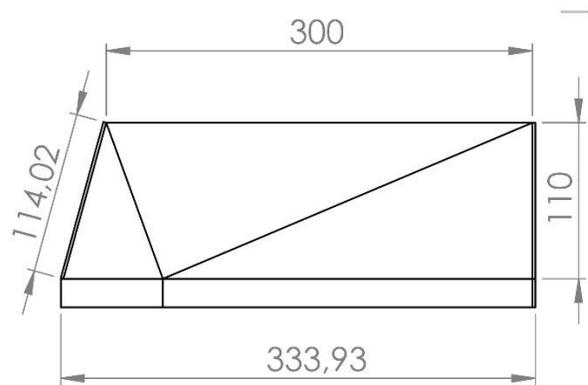
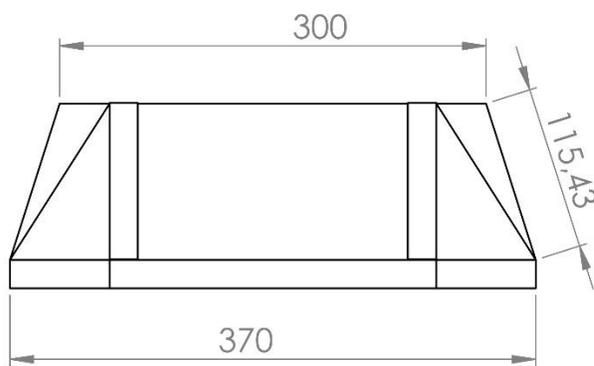
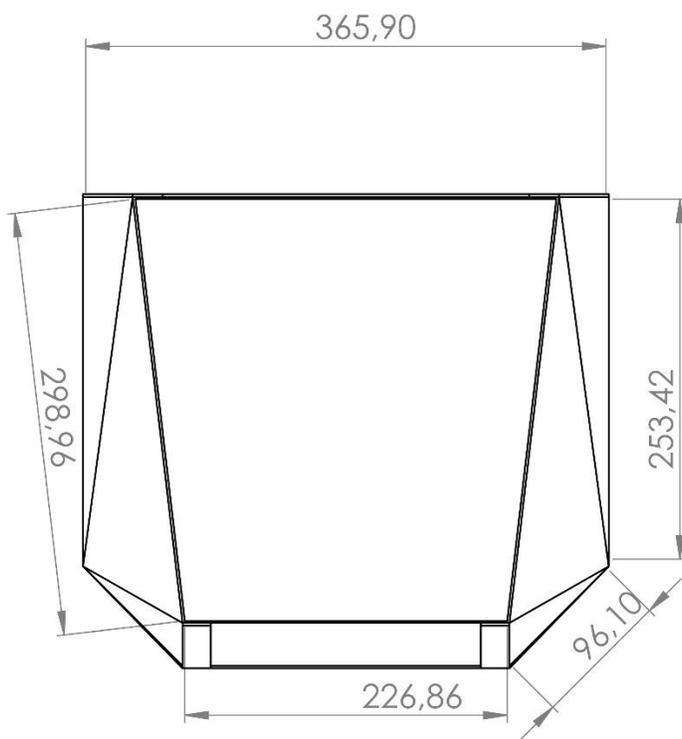
- Nunca opere la trituradora con el conducto de entrada abierto.
- No utilice cables eléctricos con costuras para evitar el riesgo de descargas eléctricas.
- Si la trituradora no desarrolla la potencia necesaria, póngase en contacto con asistencia técnica, para verificar las condiciones eléctricas de su red, evitando así que el motor se quemé sobrecarga.
- Siempre, después de un impacto más fuerte, vuelva a apretar los tornillos de la trituradora, especialmente los del cuchillas.
- Mantenga a los niños y animales alejados del equipo cuando esté en funcionamiento.
- No permita que personas sin experiencia operen la trituradora sin antes leer el manual de instrucciones.
- No utilice la trituradora durante períodos de corte de energía.
- No utilice la trituradora para fines distintos a los especificados en este manual.
- Se recomienda que los repuestos sean del mismo modelo.

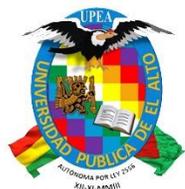
- Permanezca en su lugar mientras la trituradora está funcionando, nunca la deje encendida.
- Utilice siempre zapatos cerrados y gafas de seguridad cuando trabaje.
- El lugar donde se instalará la máquina debe tener un piso limpio, regular y plano, libre de grasas, aceite, virutas, ondulaciones y pendientes, etc. El área de circulación y el espacio alrededor de la máquina debe estar libre de obstáculos y permitir que el operador y el material se muevan con seguridad.

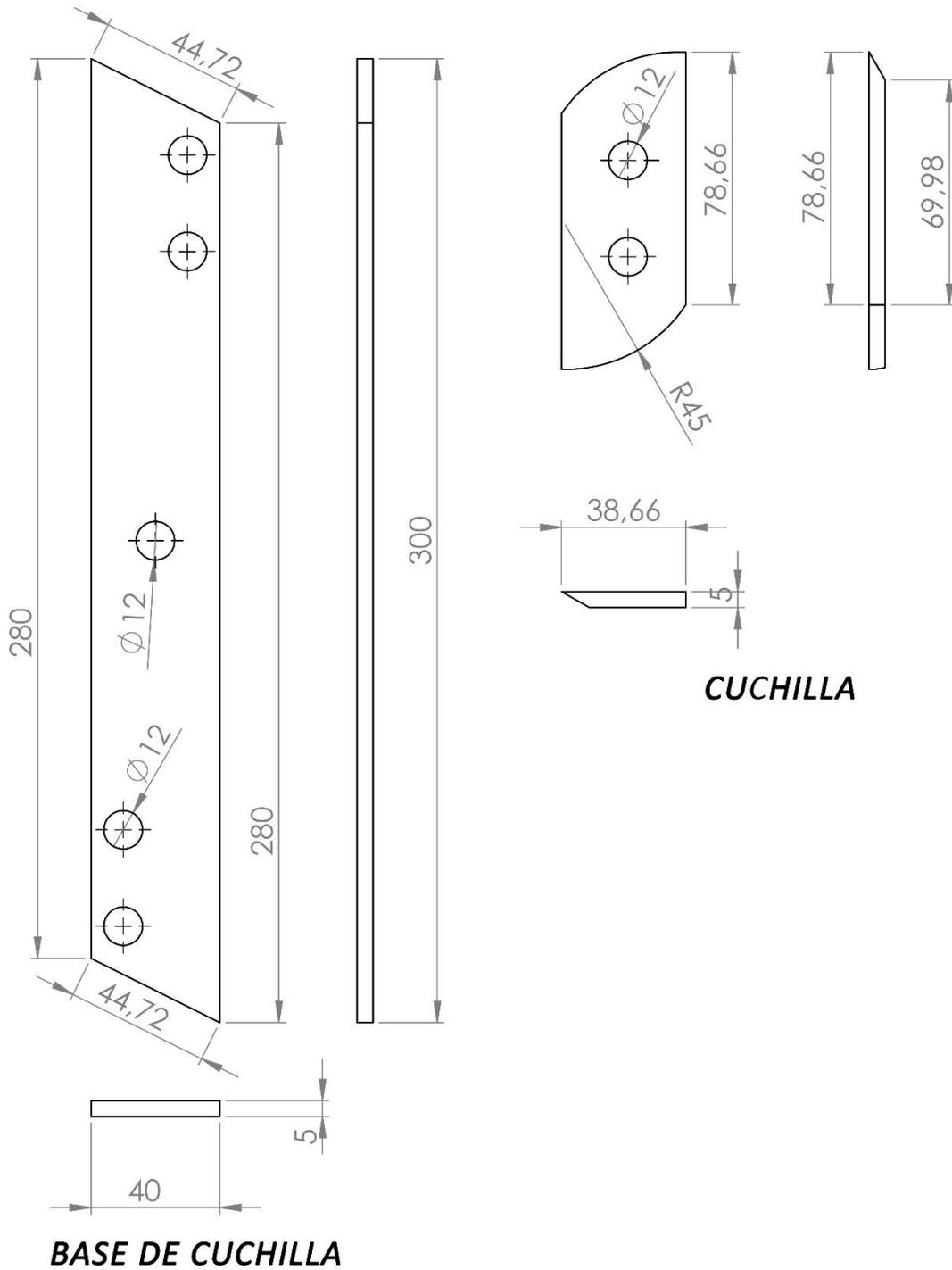
ANEXOS



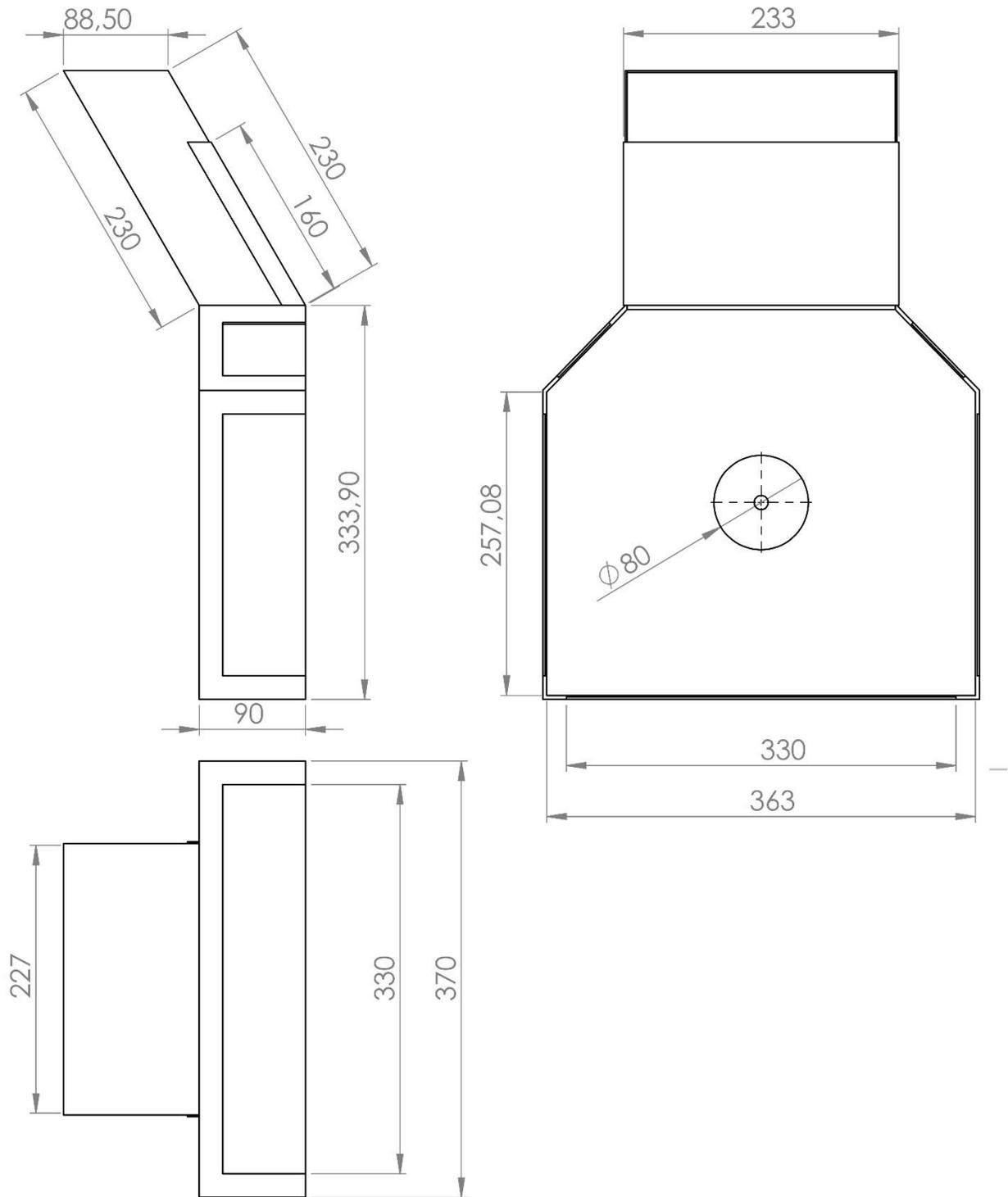
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>		Universidad Pública de EL ALTO <i>Ingeniería de Sistemas</i>
<i>Dibujo</i>	10 de Octubre	Mauro Wilson		
<i>Comprobado</i>	2020	Ticona Amaru		
<i>Escala</i> 1:10	BASE DE LA MAQUINA TRITURADORA			<i>Lamina No:</i> 1



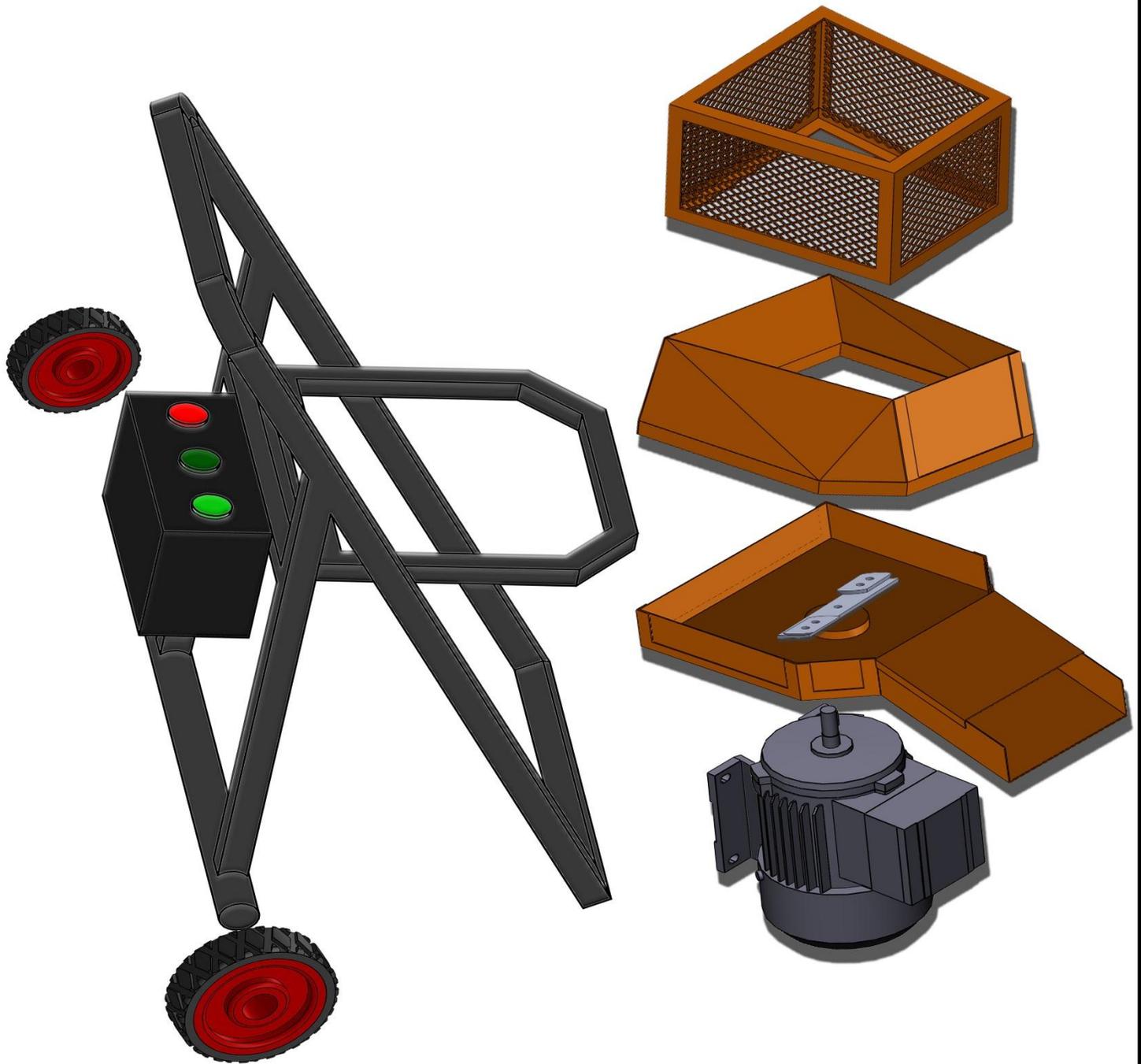
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>		Universidad Pública de EL ALTO <i>Ingeniería de Sistemas</i>
<i>Dibujo</i>	10 de Octubre	Mauro Wilson		
<i>Comprobado</i>	2020	Ticona Amaru		
<i>Escala</i> 1:10	ESTRUCTURA SISTEMA PROCESOS 1			<i>Lamina No:</i> 2



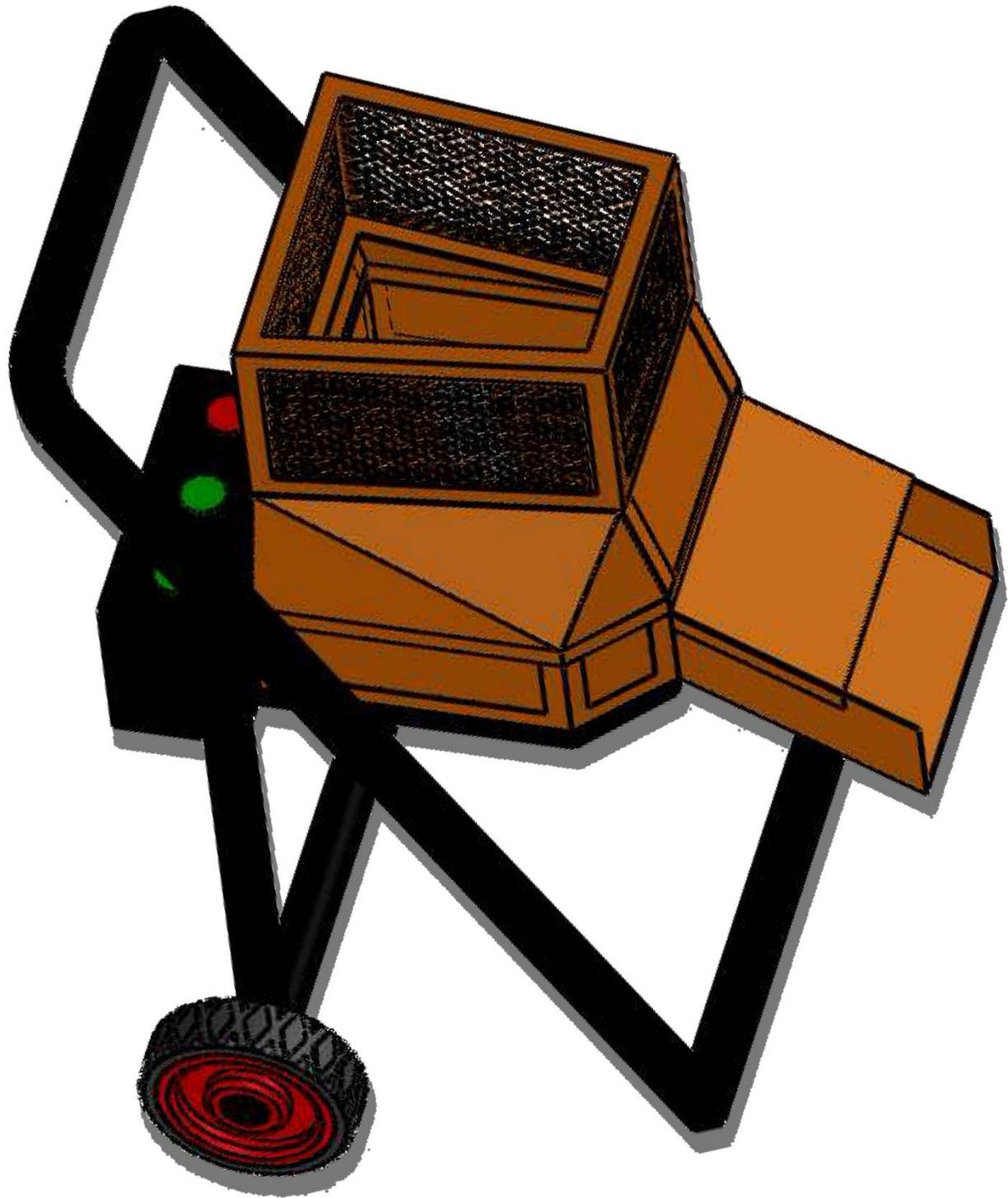
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>		Universidad Pública de EL ALTO <i>Ingeniería de Sistemas</i>
<i>Dibujo</i>	10 de Octubre	Mauro Wilson		
<i>Comprobado</i>	2020	Ticona Amaru		
<i>Escala</i> 1:5	CUCHILLA Y BASE SISTEMA PROCESOS 1			Lamina No: 3



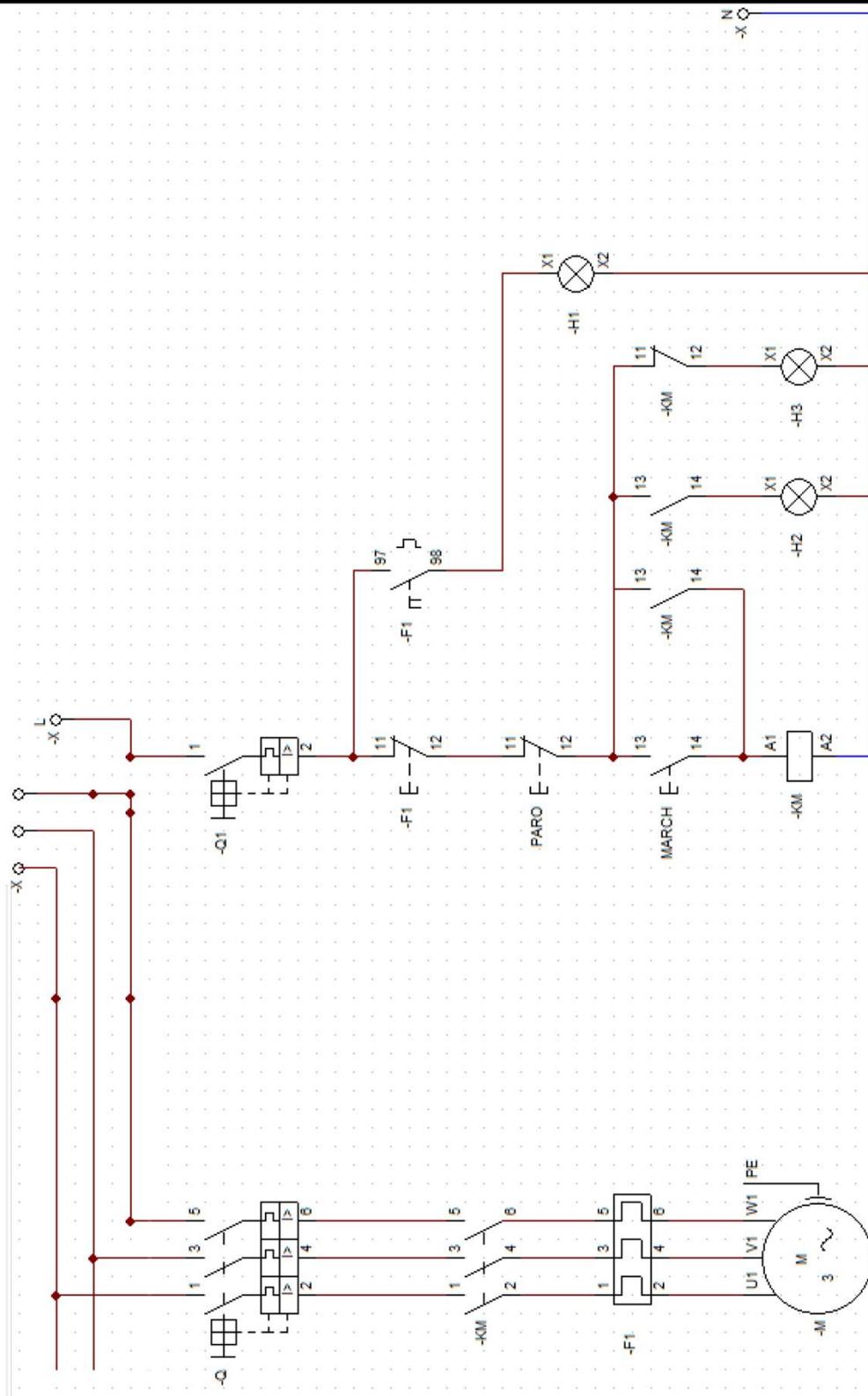
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>		Universidad Pública de EL ALTO <i>Ingeniería de Sistemas</i>
<i>Dibujo</i>	10 de Octubre	Mauro Wilson		
<i>Comprobado</i>	2020	Ticona Amaru		
<i>Escala</i> 1:10	SALIDA DE TRITURADO			<i>Lamina No:</i> 4



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>		Universidad Publica de EL ALTO <i>Ingenieria de Sistemas</i>
<i>Dibujo</i>	10 de Octubre	Mauro Wilson		
<i>Comprobado</i>	2020	Ticona Amaru		
<i>Escala</i> 1:10	COMPOSICIÓN DE LA TRITURADORA			Lamina No: 5



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>		Universidad Pública de EL ALTO <i>Ingeniería de Sistemas</i>
<i>Dibujo</i>	10 de Octubre	Mauro Wilson		
<i>Comprobado</i>	2020	Ticona Amaru		
<i>Escala</i> 1:10	ENSAMBLADO DE LA MÁQUINA TRITURADORA			<i>Lamina No:</i> 6



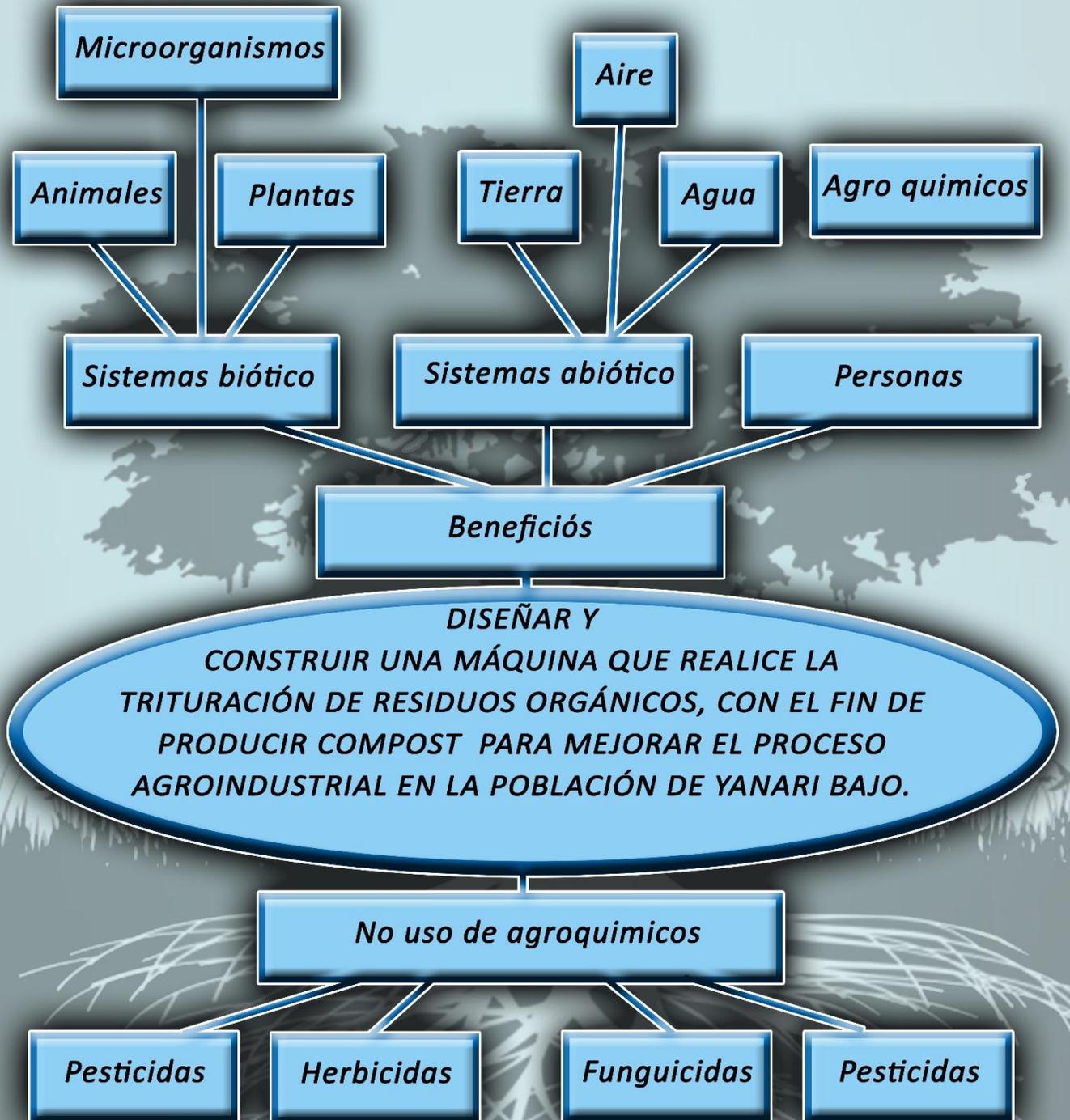
	Fecha	Nombre		Universidad Pública de EL ALTO Ingeniería de Sistemas
Dibujo	10 de Octubre	Mauro Wilson		
Comprobado	2020	Ticona Amaru		

ESQUEMA SISTEMA ELECTRICO		Lamina No: 7
----------------------------------	--	-------------------------------

ÁRBOL DE PROBLEMA



ÁRBOL DE OBJETIVOS



EL Alto 18 de noviembre de 2020

Señor:

ING. DAVID CARLOS MAMANI QUISPE

DIRECTOR INGENIERIA DE SISTEMAS

Presente. –

REF.: AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido director de carrera

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado **“TRITURADORA MECÁNICA BASADO EN EL COMPOSTAJE PARA RESIDUOS ORGÁNICOS CASO: POBLACIÓN DE YANARI BAJO - LA PAZ”** que propone el estudiante **MAURO WILSON TICONA AMARU**, con cedula de identidad **7094891 L.P.** y registro universitario **11005124** para su defensa publica, evaluación correspondiente a la Carrera de Ingeniería de Sistema de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba mis saludos cordiales.

Atentamente.



.....
Ing. Marisol Arguedas Balladares.
Tutor Metodológica

EL Alto 18 de noviembre de 2020

Señor:

ING. DAVID CARLOS MAMANI QUISPE
DIRECTOR INGENIERIA DE SISTEMAS

Presente. –

REF.: AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido director de carrera

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado **"TRITURADORA MECÁNICA BASADO EN EL COMPOSTAJE PARA RESIDUOS ORGÁNICOS CASO: POBLACIÓN DE YANARI BAJO - LA PAZ"** que propone el estudiante **MAURO WILSON TICONA AMARU**, con cedula de identidad **7094891 L.P.** y registro universitario **11005124** para su defensa publica, evaluación correspondiente a la Carrera de Ingeniería de Sistema de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba mis saludos cordiales.

Atentamente.



Ing. Winner Jesus Ticona Paredes.

C.I. No. 4286037 L.P.

Tutor Revisor

El Alto 18 de noviembre de 2020

Señor:

ING. DAVID CARLOS MAMANI QUISPE

DIRECTOR INGENIERIA DE SISTEMAS

Presente. –

REF.: AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido director de carrera

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado **"TRITURADORA MECÁNICA BASADO EN EL COMPOSTAJE PARA RESIDUOS ORGÁNICOS CASO: POBLACIÓN DE YANARI BAJO - LA PAZ"** que propone el estudiante **MAURO WILSON TICONA AMARU**, con cedula de identidad **7094891 L.P.** y registro universitario **11005124** para su defensa publica, evaluación correspondiente a la Carrera de Ingeniería de Sistema de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba mis saludos cordiales.

Atentamente,



Ing. Carlos López Aguilar.

C.I. No. 2695644 L.P.

Tutor Especialista



**FEDERACIÓN SINDICAL ÚNICA DE TRABAJADORES INDÍGENAS
ORIGINARIOS Y CAMPESINOS DE LA PROVINCIA MURILLO
YANARI BAJO**



**Afilados al F.D.U.T.C.L.P. – T. K. – C.S.U.T.B. – C.O.B.
PERSONERIA JURIDICA N°1251/2013 G.A.D.L.P.**

**Amparado por la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia,
En sus artículos 1 al 5, 30,51,53,56,57 y 190 al 193 por el convenio 169 a la O.I.T. Ley No. 3545**

La Comunidad de YANARÍ BAJO, Cantón Mecapaca, Provincia Murillo del Departamento de La Paz otorga el presente:

AVAL DE CONFORMIDAD

Al estudiante: **Mauro Wilson Ticona Amaru** con el C.I. **7094891** expedido en la ciudad de La Paz y Registro Universitario **11005124** de la Universidad Pública de El Alto. Del proyecto de grado:

**TRITURADORA MECÁNICA BASADO EN EL COMPOSTAJE
PARA RESIDUOS ORGÁNICOS**

CASO: COMUNIDAD DE YANARI BAJO - LA PAZ"

Siendo que se verifico el cumplimiento de requerimiento y funcionalidad del proyecto, cumpliendo las necesidades de la comunidad para el desarrollo y bienestar de nuestra sociedad.

Al pie firmo, dando la conformidad del proyecto.

ATENTAMENTE:


**Eusebio Limachi Mamani
SECRETARIO GENERAL
DE LA COMUNIDAD YANARI BAJO
CANTÓN EL PALOMAR
PROV. MURILLO**



**SECRETARIO GENERAL
DE LA COMUNIDAD YANARI BAJO
Eusebio Limachi Mamani
C.I. 2075128
Cel 68071025**

La Paz, 11 de noviembre del 2020