

Diseño de Máquina Compostera de uso Doméstico, Funcional con Energía Solar

Proyecto aplicado como requisito parcial para optar por el título de:

Ingeniera Ambiental

Yeimy Yadira Martín Martín

Directora

Sandra Yamile Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Ambiental

2023

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios, a mi madre Marina, mi padre Edgar, a mis hermanos, mis familiares mas allegados y a mi amigo David, quienes estuvieron en cada etapa de mi desarrollo profesional, poniendo su confianza en mí para lograr un objetivo más en mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por bendecirme y darme las habilidades y destrezas para culminar con éxito este proyecto de grado, a mis padres y hermanos por todo lo que han hecho por mí, por su apoyo y confianza incondicional. A mi Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por los conocimientos brindados durante todo el camino transcurrido para alcanzar a ser el profesional de hoy. A mi amigo David Rodríguez por aportar cada uno de sus conocimientos académicos y profesionales en mi formación y a mi directora, Ing. Sandra Rodríguez por apoyarme en el paso a paso del desarrollo del proyecto, su constante asesoramiento, y confianza brindada.

Resumen

Este proyecto surge debido al mal aprovechamiento que dan las familias a los residuos orgánicos urbanos. Se diseña una máquina compostera controlada automáticamente, que permite la obtención de compost a través del proceso de triturado y tamizado de los residuos orgánicos, teniendo un posterior monitoreo y control, de tal manera que se obtenga un producto biológicamente estable. Este abono puede ser utilizado para enriquecer los suelos y áreas verdes.

El diseño cumple con el propósito de ser usada en todos aquellos hogares que tienen espacios reducidos, debido a sus dimensiones 1053 mm x 450 mm x 300 mm, movido por un motor de 1/8" HP alimentado por una batería de 350 W la cual es cargada por un panel solar. La máquina se controlaría por un microcontrolador de 4 entradas, los residuos serían macerados por tres ejes con tornillos tipo Arquímedes, y bandejas de tamiz de tres tamaños, se controlaría la temperatura con disipadores externos que envuelven la máquina.

Palabras claves: Compostaje, orgánico, residuos, macerador, compostador.

Abstract

This project talking about arises to the poor use that families give to urban organic waste, for this reason and seeing the need to reduce a little environmental contamination, the idea its conceptualization a automatically controlled composting machine was design, which allows obtaining compost through the preparation of organic waste, which, involves a subsequent monitoring and control, so that a biologically stable product is obtained, this fertilizer can be used to enrich farm and green areas.

The purpose's desing is used in all those homes that have small spaces, its dimensions 1053 mm x 450 mm x 300 mm, moved by a 1/8" HP motor powered by a 350 W battery which It is charged by a solar panel. The machine would be controlled by a 4-input microcontroller, the waste would be macerated by three axes with Archimedes type screws, and sieve trays of three sizes, the temperature would be controlled with external heatsinks that surround the machine.

.Keywords: Composting, organic, waste, macerator, composter.

Contenido

Introducción	13
Problema	15
Justificación	21
Objetivos	22
Objetivo General	22
Objetivos Específicos.....	22
Entorno del proyecto.....	23
Marco teórico	25
Diseño de las máquinas actuales.....	25
Zera Food Recylcer.....	25
Máquina de la marca Oklin.....	26
Vivosun Cubo De Compostaje Giratorio Doble	26
Compostaje	27
Propiedades del Compostaje.....	28
Propiedades Físicas.....	28
Propiedades Químicas.....	28
Propiedades Biológicas.....	28
Beneficios del Compostaje	28
Factores que influyen en el compostaje.....	29
Tamaño del Material por Compostar	29
Temperatura	30
Humedad	30

pH.....	30
Oxigeno.....	30
Fases del Compostaje.....	31
Fase Mesofílica	31
Fase Mesófila o enfriamiento.....	31
Fase de Maduración	31
Abono Orgánico.....	31
Automatización de Electrodomésticos.....	32
Tecnologías que Ayudan a la Automatización	32
Elementos Principales de un Sistema de Automatización.....	32
Paneles de Control para Electrodomésticos.....	33
Tarjeta de Control de Panel Solar	33
Tipos de Paneles de Control	33
Panel de Control Físico.....	34
Panel de Control Remoto	34
Panel de Control Virtual	34
Conectores de Paneles Solares.....	34
Tipos de Conectores Solares.....	35
Baterías Solares.....	36
Batería de Litio	36
Propiedades del Acero Estructural.....	37
Perfiles Estructurales	37
Barras	37

Propiedades del Acero Inoxidable	37
Propiedades Físicas y Químicas del Aluminio	38
Características del Material para la Estructura Metálica	38
Costo	39
Características del Material para la Estructura Metálica	40
Diseño	41
Datos de entrada.....	41
Tipos de Residuos que se Deben Agregar al Compostador.....	41
Capacidad de la máquina	41
Residuos que Pueden Aplicarse a un Compostaje	42
Temperatura	43
Presión de operación probable.....	43
$PV = nRT$	43
Número de moles	45
Número de Avogrado R.....	45
Cantidad de corriente	46
¿Cuánta energía eléctrica necesito para aumentar de 18°C a 75°C?	46
Sensor de Temperatura	46
Sensor de Humedad	47
Aislante Térmico para Mantener la Temperatura	49
Paneles solares	50
Cálculo de batería	51
Discusión de los resultados.....	56

Alternativas de diseño	56
Selección de rodamiento	57
Evaluación Financiera del Proyecto.....	59
Inversión	59
Inversión partes del equipo para prototipo.....	59
Montaje y ensamble	61
Total Inversión	61
Costos.....	62
Costo servicios públicos	62
Costo operación por proceso.....	63
Costo anual de mantenimiento.....	64
Costos anuales de operación	65
Cálculo Valor Anual	65
Consideraciones iniciales.....	65
Conclusiones	67
Recomendaciones	68
Referencias.....	69
Apéndices.....	74

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Municipios que han implementado actividades de aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos, 2019</i>	16
Tabla 2 <i>Municipios con lugares para el aprovechamiento de residuos sólidos año 2019</i>	17
Tabla 3 <i>Descripción de las actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos, 2019</i>	19
Tabla 4 <i>Características climáticas</i>	24
Tabla 5 <i>Comparación de algunos materiales más usados para la estructura metálica</i>	39
Tabla 6 <i>Características del material para estructura metálica</i>	40
Tabla 7 <i>Promedio de residuos orgánicos por familia</i>	42
Tabla 8 <i>Residuos aplicables al compostaje</i>	42
Tabla 9 <i>Residuos no aplicables al compostaje</i>	43
Tabla 10 <i>Cálculos de presión</i>	45
Tabla 11 <i>Sensores de temperatura</i>	47
Tabla 12 <i>Sensor de humedad</i>	48
Tabla 13 <i>Funciones del controlador</i>	49
Tabla 14 <i>Consumo de KWh</i>	51
Tabla 15 <i>Inversión de las piezas para el diseño del prototipo</i>	60
Tabla 16 <i>Total inversión del proyecto</i>	62
Tabla 17 <i>Costos servicios públicos</i>	62
Tabla 18 <i>Operación semanal de la máquina compostera</i>	63
Tabla 19 <i>Consumo de KWh</i>	64
Tabla 20 <i>Costos producción anual</i>	65

Lista de Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica.....	23
Figura 2 Máquina compostera (zera food recycler).....	25
Figura 3 Máquina de Oklin.....	26
Figura 4 VIVOSUN.....	27
Figura 5 Tarjeta de control panel solar.....	33
Figura 6 Los MC4.....	35
Figura 7 Los Tyco.....	35
Figura 8 Los MC3.....	35
Figura 9 Esquema de Instalación de Paneles Solares y sus Funciones.....	36
Figura 10 <i>Sensores de temperatura y humedad</i>	49
Figura 11 <i>Aislante térmico basalto</i>	50
Figura 12 <i>Características del aislante térmico basalto</i>	50
Figura 13 <i>Motor</i>	52
Figura 14 <i>Batería de Litio</i>	52
Figura 15 <i>Paneles solares (450W)</i>	53
Figura 16 <i>Forma Esquemática de proceso de Compost casero</i>	54
Figura 17 <i>Forma Esquemática de proceso de Compost automático</i>	55
Figura 18 <i>Alternativa 1</i>	56
Figura 19 <i>Alternativa 2</i>	56
Figura 20 <i>Alternativa 3</i>	57
Figura 21 <i>Selección de rodamiento (Software Autodesk®Inventor®)</i>	58
Figura 22 <i>Diagrama de flujo efectivo</i>	66

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Pliego de planos estructurales</i>	74
---	----

Introducción

En cifras de la Superintendencia de Servicios Públicos y Domiciliarios (SSPDS), se estima que entre el 60% y 70% de los residuos sólidos del país se pueden aprovechar por medio del compostaje (Salomón, 2020). El compostaje es una técnica de bajo coste consistente en la descomposición de la materia orgánica a través de microorganismos, bacterias y hongos, con el propósito de obtener un recurso útil para fertilizar el suelo (Ambiente, 2021).

Factores como la sobrepoblación, las acciones humanas modernas y el consumismo, originan gran cantidad de residuos, los cuales deben ser gestionados adecuadamente, ya que, al no realizar un debido proceso en la recolección de los desechos orgánicos, generan impactos negativos como: enfermedades y contaminación del agua y el aire.

En la actualidad, los electrodomésticos conocidos como línea blanca son una obra de ingeniería creada con el propósito de hacer más fácil la vida doméstica de las personas, mantener un mejor nivel de higiene en los hogares y su desarrollo ha estado fuertemente influenciado por el avance tecnológico, buscando una mejor calidad de vida. En cuanto a lo que representa el avance de la tecnología en la protección del medio ambiente, se sugiere implementar el uso de paneles solares para el trabajo doméstico.

El manejo de los desechos siempre ha sido un tema por discutir en la urbe debido al poco tiempo que se tiene para realizar una separación en la fuente, a los espacios reducidos y a la poca viabilidad de su uso.

El funcionamiento de la máquina compostera que aquí se presenta, busca generar el hábito en el manejo de los residuos orgánicos, produciendo a corto, mediano y largo plazo la disminución en la velocidad de disposición en los rellenos sanitarios, adicional a esto se logra

minimizar significativamente costos de logística en recolección y disposición de estos. Esta práctica permite reducir la contaminación ambiental.

Por otra parte, la obtención de humus sólido y líquido facilita el manejo de plantas (macetas, jardines y materas) ornamentales dentro de las viviendas urbanas del Municipio de Gachetá-Cundinamarca, permitiendo el embelleciendo de los diferentes espacios. Además, este abono orgánico que mejora la calidad del suelo fértil puede ser transportado a las zonas rurales para ser utilizado en los diferentes cultivos.

Esta práctica es útil para los hogares, pues se estima que el 40% de la basura diaria que se genera es materia orgánica (M.B, 2018).

Problema

En Colombia hoy en día se generan aproximadamente 11,6 millones de toneladas de residuos sólidos orgánicos al año. De estos, cerca de 40% podrían aprovecharse, pero según el Departamento Nacional de Planeación (DNP), solamente se recicla alrededor de 17%. Además, las autoridades ambientales como el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) y las Autoridades Ambientales Urbanas (AAU), estiman que, si el consumo de los colombianos se mantiene al ritmo actual la generación de residuos aumentará 20% en los próximos 10 años (HEIDY, 2019).

En el municipio de Gachetá - Cundinamarca se presenta una mala gestión de residuos debido a la incorrecta disposición y falta de tratamiento de los residuos orgánicos, lo que conlleva a una situación desagradable, teniendo generación de vectores (mosquitos, roedores), junto con el contagio de enfermedades infecciosas y la contaminación de los recursos naturales, este incremento relacionado con el crecimiento de la población y la globalización, muestra como el consumismo tiene relación con la obsolescencia programada y la publicidad que crea nuevas necesidades que llevan a la aplicación de tecnologías apropiadas para la disposición final de residuos sólidos, que permiten un control razonable del impacto de los residuos, sin poner en alto riesgo a la salud pública.

Según el análisis de la contraloría de Cundinamarca de la circular 005 de 2019, *Tabla 1. Municipios que han implementado actividades de aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos*, en Gachetá ubicada en la provincia del Guavio, se realiza un aprovechamiento de residuos orgánicos de una manera deficiente, esto debido a la información encontrada en la *Tabla 2, Municipios con lugares para el aprovechamiento de residuos sólidos año 2019*, en la cual menciona, no contar con un centro de acopio tanto para los residuos sólidos como para los

orgánicos. Por otra parte, en la *Tabla 3, Descripción de las actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos 2019*, se encuentra el reporte de las actividades de aprovechamiento que desarrolla cada municipio, evidenciando que Gachetá no cuenta con un proceso claro del mismo.

Esta carencia subraya la necesidad imperante de abordar y mitigar la contaminación ambiental en la zona urbana (Cundinamarca, 2019).

Tabla 1

Municipios que han implementado actividades de aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos, 2019

Provincia	Municipios
Almeidas	Chocontá, Machetá, Manta, Sesquilé, Suesca, Tibirita, Villapinzón.
Alto Magdalena	Agua de Dios, Girardot, Guataquí, Jerusalén, Nilo, Ricaurte, Tocaima.
Bajo Magdalena	Caparrapí, Guaduas, Puerto Salgar.
Guáliva	Albán, La Peña, La Vega, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara, Villeta.
Guavio	Gachalá, Gachetá, Gama, Guasca, Guatavita, Junín, La Calera, Ubalá.
Magdalena Centro	Bituima, Chaguani, Guayabal de Siquima, Pulí, San Juan de Río Seco, Vianí.
Medina	Medina.

Nota. Esta tabla muestra las actividades de aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos en los municipios de Cundinamarca. *Fuente:*(Cundinamarca, 2019)

Tabla 2*Municipios con lugares para el aprovechamiento de residuos sólidos año 2019*

Municipio	Planta de aprovechamiento	Centro de acopio	Estacion de transferencia
Chocontá		1	
Manta		1	
Sesquilé		1	
Tibirita		1	
Villapinzón		1	
Girardot	1	1	
Jerusalén	1		
Nilo		1	
Ricaurte		1	
Caparrapí		1	
Guaduas			1
Albán		1	
La Peña		1	1
Quebradanegra		1	
Sasaima		1	
Útica		1	
Gachalá		1	1
Gama		1	
Guasca		1	
Junín		1	
La Calera	1		
Ubalá	1	1	
Bituima		1	
Chaguaní	1		
Guayabal de Siquima		1	
San Juan de Río Seco		1	
Vianí		1	
Cáqueza		1	
Chipaque			1
Choachi		1	
Fómeque	1	1	
Fosca			
Guayabetal		1	
Gutiérrez	1		
Une	1	1	
El Peñon		1	1

Pacho	1		
Paima		1	
San Cayetano	1	1	
Topaipí		1	
Yacopí		1	1
Cajicá		1	
Chía	1		
Cota		1	
Gachancipá		1	
Nemocón	1		
Sopó		1	
Tenjo		1	
Tocancipá		1	
Zipaquirá		1	1
El Rosal	1		
Facatativá		1	
Subachoque			
Sibaté	1		
Arbeláez	1	1	
Fusagasugá	1	1	1
Granada		1	
Pandi	1		
San Bernardo	1		
Silvania		1	
Tibacuy		1	
Venecia		1	
Anapoima		1	
Anolaima		1	
Apulo		1	
El Colegio		1	
Quipile		1	
San Antonio del Tequendama		1	
Tena		1	
Cucunubá		1	
Guachetá		1	
Susa		1	
Ubaté			

Nota. Esta tabla muestra los lugares para el aprovechamiento de residuos sólidos año 2019, en el Departamento de Cundinamarca. *Fuente:* (Cundinamarca, 2019)

Tabla 3*Descripción de las actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos, 2019*

Municipio	Tipo de aprovechamiento		Descripción de las actividades de aprovechamientos
	Orgánico	Inorgánico	
Guavio			Programa de recolección de residuos orgánicos para el manejo ambiental mediante sistema de compostaje, para lo cual se cuenta con un compactador de 4.500 litros. En la zona urbana la ruta selectiva se realiza dos veces a la semana.
Gachalá	1	1	Separación en la fuente y recolección selectiva de residuos aprovechables como vidrio, cartón, papel, plásticos pet, tetrabrik, lata-aluminio. Clasificación y compactación del pet y del cartón.
Gachetá		1	Capacitaciones por las diferentes escuelas del Municipio y con algunas JAC sobre separación en la fuente. Además de esto se aprovecha el plástico y el cartón por medio del reciclador de oficio y de la operación de aseo de la Oficina de Servicios Públicos.
Gama		1	Orgánico: compostaje, lombricultura y animales.
Guasca	1	1	Reciclables: comercialización con asociaciones de la capital.
Guatavita		1	
Junín	1	1	
La calera	1	1	En operación.
Ubalá	1	1	

Nota. En esta tabla se identifican las actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos año 2019 en la Provincia del Guavio. *Fuente:*(Cundinamarca, 2019)

Colombia basada en esta problemática, ha estado diseñando e implementado nuevas políticas orientadas a la gestión integral de residuos sólidos, que solo puede ser realizado a través de un estricto monitoreo de la regulación ambiental y a la Normatividad. (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2003)

Considerando que en el municipio de Gachetá Cundinamarca no se cuenta con una planta de tratamiento de residuos orgánicos, lo cual se ha convertido en un problema ambiental, ¿sería útil implementar el diseño de la máquina compostera en la zona urbana del municipio?

Justificación

El aprovechamiento de los Residuos Orgánicos conduce de manera directa a la reducción de impactos socioambientales, generando principalmente en la segregación de residuos y la disposición final, llevando a cabo la aplicación de planes de gestión ambiental.

Existen diversas máquinas que transforman los residuos orgánicos en abono mediante un proceso de compostaje. La que acá se presenta funciona también con energía renovable.

Esta máquina posee grandes ventajas, ya que contará con un sistema de presurización para controlar olores desagradables, la cual es amigable con el medio ambiente, se implementará el uso de los paneles solares para su funcionamiento electromecánico, que conlleva a ser una herramienta que evita el gasto de electricidad de la red, algo que la hace más original, ya que ninguna máquina compostera ha puesto en marcha hasta el momento el uso de las energías renovables, lo más importante es que se puede adaptar fácilmente en cualquier espacio.

La ejecución de una gestión de residuos orgánicos y la implementación del sistema de tratamiento y disposición final de los mismos permiten su reutilización. Sin embargo, a través del tratamiento de estos desechos, se puede diseñar una máquina para llevar a cabo el proceso de compostaje. De esta manera, Gachetá, ubicada en Cundinamarca, zona urbana, se transforma en un municipio más eficiente y amigable en el manejo de los residuos orgánicos.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, es importante aclarar que solo se realiza el diseño de la máquina, de tal manera que no se presenta ningún prototipo.

Se restringe el diseño y cálculos de capacidades de la máquina para la zona geográficamente estudiada.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una máquina compostera de uso doméstico funcional con un sistema de energía solar.

Objetivos Específicos

Definir las características del proceso de compostaje para los desechos orgánicos domésticos, incluyendo el método ideal para la aceleración de este.

Desarrollar un diseño conceptual para la obtención de abono orgánico casero.

Determinar el costo de construcción y funcionamiento de la máquina, así como del impacto ambiental del proyecto.

Entorno del proyecto

El municipio de Gachetá está ubicado en la provincia del Guavio en el Departamento de Cundinamarca, con una extensión territorial de 262,16 km², a una distancia de 99 km de Bogotá, a una altitud de 1,745 m s. n. m. La zona urbana solo ocupa el 0.37% del territorio municipal, en esta área se localiza el 40% de su población. La temperatura promedio es de 15°C a 18°C, varía de acuerdo con el clima.

Figura 1

Ubicación geográfica



Fuente. (Mapa del Municipio de Gachetá, Cundinamarca - Colombia, 2012)

Gachetá presenta dos tipos de clima; el 81% del municipio es de clima frío húmedo y el 19% restante cuenta con un clima medio húmedo.

La región presenta características de clima medio, que propician condiciones favorables para la sostenibilidad de la diversidad Biológica, la conformación de asentamientos húmedos y el desarrollo de las actividades económicas y sociales.

Tabla 4*Características climáticas*

Variables climáticas	Unidad	Cantidad
Precipitación	mm/año	1950 - 3250
Evapotranspiración	mm/año	1000 – 8000
Temperatura	°C	15 - 18
Presión atmosférica	Pa	2536

Nota: Datos climatológicos del Municipio de Gachetá Cundinamarca. *Fuente.* (GACHETA, 2020)

Marco teórico

En el presente marco teórico, se explorarán las bases conceptuales, tecnológicas y ambientales que respaldan el desarrollo y la aplicación de esta máquina, destacando su contribución al manejo sostenible de los residuos y su papel crucial en la promoción de prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Diseño de las máquinas actuales

Zera Food Recycler

Electrodoméstico que funciona con 3 tipos de energía, (mecánica, calórica y química), la química funciona mediante un aditivo compuesto de cúrcuma y bicarbonato de sodio, que permite la desintegración de la basura orgánica.

Figura 2

Máquina compostera (zera food recycler)



Fuente. (Zera, el gadget para reciclar en casa #CES2017, 2017)

Máquina de la marca Oklin

Esta máquina reduce los desperdicios de comida hasta en un 90% en apenas 24 horas. La clave del éxito de este aparato radica en unos microorganismos llamados acídulos, que degradan en tiempo récord los residuos orgánicos y dejan como saldo un 10% de abono orgánico. Estos microorganismos son activos a temperaturas de 50 grados Celsius y no representan una amenaza para humanos o animales (CRISTIAN, 2020).

Figura 3

Máquina de Oklin.



Nota. Permite el procesamiento del compostaje. *Fuente.* (CRISTIAN, 2020).

Vivosun Cubo De Compostaje Giratorio Doble

El vaso de abono VIVOSUN Supply, tiene un diseño inteligente y materiales de alta calidad que hacen que este nuevo vaso de compost sea súper efectivo y fácil de usar.

Simplemente debe ser llenado con desechos de jardín y restos de cocina, deslizar la puerta cerrada y darle un giro cada dos días. El color negro absorbe el calor. Diseño a prueba de roedores que mantiene las plagas fuera.

Cámaras gemelas: diseñado con 2 cámaras, el compostador permite compost en lotes; un lado se "cocina" mientras se agrega material orgánico fresco al otro, lo que permite un flujo eficiente e ininterrumpido de compost rico y nutritivo.

Excelente ventilación: las rejillas de ventilación ajustables y las aletas profundas proporcionan una excelente circulación de aire, ayudan a romper y descomponer los grumos en la cámara, y aportan mucho oxígeno en el compost para producir compost nutritivo y acabado en solo semanas.

Construcción resistente y duradera: hecho de acero galvanizado y plástico PP de alta calidad, este compostador VIVOSUN es resistente a la corrosión, resistente a la intemperie, resistente y duradero para una vida útil duradera(VIVOSUN, 2021).

Figura 4

VIVOSUN



Nota: Construcción resistente al agua que permite el procesamiento del Abono orgánico. *Fuente.* (VIVOSUN, 2021)

Compostaje

El compostaje es un proceso natural y oxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como

producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos sin que cause fenómenos adversos (P. V Jose William, 2006).

Propiedades del Compostaje

Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas en los siguientes aspectos:

Propiedades Físicas

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.

Propiedades Químicas

Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente de nutrientes para los cultivos.

Propiedades Biológicas

Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo. (Daniel, 2008)

Beneficios del Compostaje

El propio compost permite reutilizar y reciclar residuos de una manera útil y beneficiosa para nuestras plantas en particular, el planeta y el medio ambiente en general, promoviendo la economía circular. De esta manera puede disminuir la cantidad de residuos que van a los vertederos. Fuente. Autoría propia.

- Reduce el uso de fertilizantes químicos, ya que en el proceso del compostaje se degrada la materia orgánica y se forma un lixiviado que sirve como insecticida o fertilizante.
- El compostaje es una alternativa para mejorar la calidad del aire que respiramos al evitar la quema de basura, de tal manera que se mitigue las emisiones de CO₂.
- Hacer el propio compost obliga a ser conscientes y responsables del entorno y la naturaleza.
- Al ser automatizado, permite un menor desgaste por parte de su propietario, llevando a cabo procesos con mayor rapidez.
- Reduce costos tanto en aplicación por producción como en la implementación de las energías renovables para su funcionamiento, estas son más económicas que las fósiles.
- Mediante el reciclaje y la separación en la fuente, se evitan malos olores en hogares pequeños por acumulación de basura orgánica, esta puede ser procesada en la máquina compostera.
- Evita la propagación de insectos dípteros, debido a que todo residuo queda almacenado y sellado. *Fuente.* Autoría propia.

Factores que influyen en el compostaje

Tamaño del Material por Compostar

La disminución del tamaño de las partículas puede aumentar la superficie para el ataque microbiano. Por ello, el exceso de partículas muy pequeñas puede conducir a la compactación y a la formación de gran cantidad de microporos, y favorecer así el desarrollo de condiciones anaeróbicas (InfoAgro, EL COMPOSTAJE, Ítem 4., 2015).

Temperatura

Las temperaturas del orden de 35-55°C se consideran óptimas para eliminar patógenos, plagas y semillas de malezas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes mueren y otros se vuelven inactivos(InfoAgro, EL COMPOSTAJE, Ítem 4., 2015).

Humedad

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 %, mientras que, para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60% (InfoAgro, EL COMPOSTAJE, Ítem 4., 2015).

pH

Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5),(InfoAgro, EL COMPOSTAJE, Ítem 4., 2015).

Oxígeno

El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es fundamental. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, contenido de humedad, frecuencia de agitación y la presencia o ausencia de ventilación forzada(InfoAgro, EL COMPOSTAJE, Ítem 4., 2015).

Fases del Compostaje

Este se encuentra dividido en cuatro periodos, atendiendo a la evolución de la temperatura.

Fase Mesofílica

La masa vegetal a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Debido a la actividad metabólica, la temperatura aumenta y se producen ácidos orgánicos, lo que reduce el pH. Fase Termófila o de Higienización: Cuando supera los 45°C, los organismos que prosperan a esta temperatura, llamados termófilos, desaparecen y son reemplazados por microorganismos que resisten hasta los 100 °C, los termófilos. Esta temperatura se mantiene mientras continúa la descomposición de la materia orgánica y puede durar meses. Las altas temperaturas ayudan a limpiar la mezcla, ya que destruyen cualquier tipo de contaminante(SEGRÍA, 2023).

Fase Mesófila o enfriamiento

Después de la fase termófila, vuelve a disminuir la temperatura. Cuando la temperatura es menor de 60°C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente(SEGRÍA, 2023).

Fase de Maduración

Este es un periodo que requiere muchos meses a temperatura ambiente, durante los cuales ocurren las reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus (BBVA, 2021).

Abono Orgánico

Es el que se adquiere a partir de la degradación y descomposición de residuos orgánicos, de origen vegetal o animal. Este abono es importante porque contribuye a la llamada agricultura

ecológica y reduce la dependencia de productos químicos para nutrir el suelo, cuyo proceso de fabricación, uso excesivo y disposición final resulta contaminante para el medio ambiente, la gran ventaja del abono orgánico es que se encuentra conformado por residuos de cocina, de podas, etc. los cuales permiten el aprovechamiento (Abono Organico, 2014).

Automatización de Electrodomésticos

Es el uso de tecnologías para el control y seguimiento de procesos industriales, equipos, instrumentos o máquinas, cuyo principio general son funciones repetitivas, que se presenta de forma automática, minimizando al máximo la intervención humana, de igual manera, la automatización de procesos tiene como objetivo mejorar el tiempo de producción, con menos errores y siendo consistente en la calidad del producto final.

Tecnologías que Ayudan a la Automatización

- ✓ La electricidad y la electrónica industrial.
- ✓ La neumática industrial
- ✓ La oleohidráulica
- ✓ Los PLCs (autómatas programables)
- ✓ El avance de las comunicaciones
- ✓ La robótica industrial(robótica., 2017)

Elementos Principales de un Sistema de Automatización

- Los sensores, que son los que monitorean los cambios de la luz, la temperatura, las aperturas de las puertas o incluso detectar los movimientos.
- Los controladores, que son los equipos que se utilizan para enviar y recibir los mensajes de por ejemplo encender una luz, es decir, el móvil o un ordenador.

- Los transmisores que son los motores o los interruptores que controlan los mecanismos o las funciones de los sistemas de automatización.

Paneles de Control para Electrodomésticos

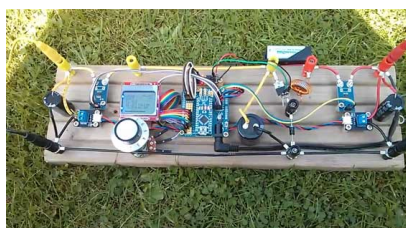
Tarjeta de Control de Panel Solar

La función principal de la tarjeta de control es garantizar la conectividad de todos los elementos de las máquinas donde estén instaladas, de ellas depende que dichos componentes estén bien comunicados para el funcionamiento del sistema. (Noatec, 2022)

Emplear paneles solares en un proyecto tiene diversas ventajas, ya que se puede obtener fácilmente energía gratuita mediante el sol. Sin embargo, este tipo de alimentación es muy inestable por razones obvias dado que las nubes o la hora del día, varían enormemente el voltaje generado por un panel solar. Para eso, se utilizan conversores inteligentes que se encargan de mantener la tensión de carga lo más estable posible (Oscar, 2013).

Figura 5

Tarjeta de control panel solar



Fuente.(Oscar, 2013)

Tipos de Paneles de Control

Los paneles de control incluyen el panel de control virtual, el panel de control remoto y el panel de control físico. Puede utilizar estos paneles de control para realizar casi todas las mismas funciones. El panel de control remoto y el panel de control virtual proporcionan una forma de realizar funciones de panel de control desde un PC.

Panel de Control Físico

La consola física es la interfaz inicial del sistema. Puede emplear el panel de control físico para realizar funciones, como la carga del programa inicial (IPL) o encender y apagar el sistema. Las funciones del panel de control varían en complejidad, desde funciones de visualización de estado (como tasas de IPL) hasta funciones de servicio de bajo nivel a las que solo puede acceder un representante de servicio técnico(IBM, 2015).

Panel de Control Remoto

El panel de control remoto proporciona una manera de utilizar las funciones del panel de control mediante un PC. La interfaz gráfica de usuario del panel de control remoto tiene un aspecto similar al panel de control físico(IBM, 2015).

Panel de Control Virtual

Con el panel de control de virtual, puede utilizar las funciones del panel de control mediante un PC(IBM, 2015).

Conectores de Paneles Solares

Aseguran el buen funcionamiento y seguridad de la instalación fotovoltaica, son elementos cuya función es conectar entre sí los módulos solares de una instalación fotovoltaica. Con ayuda de ellos, se garantiza el conexionado de forma segura, estanca y rápida, de modo que evitan futuros problemas en la instalación. Los MC4 resultan más sencillos a la hora del montaje, además de ser más fácil el conexionado y ser más seguros para los módulos, por ello son los más estandarizados(renovables P. , 2020).

Tipos de Conectores Solares

Figura 6

Los MC4



Nota. Conectores eléctricos de uso común para la conexión de los paneles solares. *Fuente.*

(Gustavo, 2019)

Figura 7

Los Tyco



Fuente. (Electronics, 2009)

Figura 8

Los MC3



Fuente. (renovables R. , 2020)

Baterías Solares

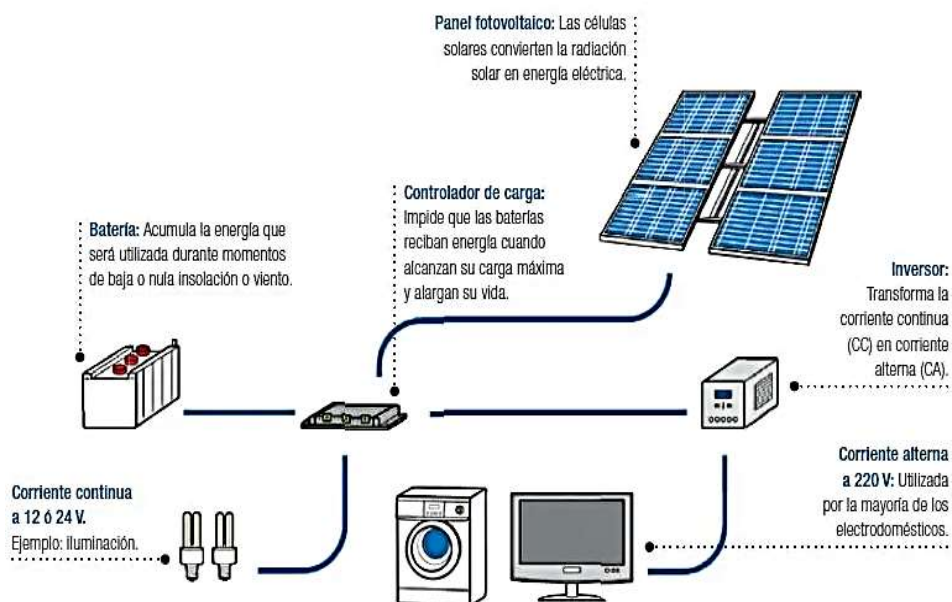
Es un dispositivo que permite almacenar la energía que se genera en las placas solares durante las horas que incide la radiación solar. En las baterías se almacena también el excedente de energía para usarlo por las noches, en días nublados o cuando la demanda de energía es mayor a la que producen los paneles solares.

Batería de Litio

Estas baterías se cargan más rápido que otros tipos, ofrecen más densidad energética y cuentan con una mayor vida útil. No tienen efecto memoria por lo que podrían descargarse al 100% o a la mitad sin que la batería sufriera. Las características físicas de las batería de litio difieren de los demás tipos, pero obtienen mayor autonomía además son menos pesadas por lo que su transporte es más sencillo.

Figura 9

Esquema de Instalación de Paneles Solares y sus Funciones



Fuente. (Sustentable, 2023)

Propiedades del Acero Estructural

Se define como acero estructural al producto de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas.(Yepes, 2018)

El acero estructural presenta una resistencia mecánica típica, siendo su principal característica un límite de fluencia máximo de 260 Mpa (2.649 kg/cm^2) en los aceros tipo ASTM A36, A 283°C y A 131° C.

El acero estructural, según su forma, se clasifica en:

Perfiles Estructurales

Los perfiles estructurales son piezas de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, T, canal o ángulo.

Barras

Las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, hexagonal o cuadrada en todos los tamaños.(Avila, 2023)

El acero ASTM 500es un acero de calidad estructural de alta resistencia y baja aleación, resistencia y funcionalidad de la estructura.

Límite elástico entre 340 y 600 Mpa.

Propiedades del Acero Inoxidable

La relación entre el estrés y la tensión es una medida de la elasticidad del material, y esta relación se conoce como módulo de Young. Un alto valor del módulo de Young es uno de los establecimientos más diferenciador del acero, está en el rango de 190 a 210 GPa, que es aproximadamente tres veces el valor del aluminio. (Materia, 2021)

Las propiedades físicas del acero están relacionadas con la física de la materia, tales como densidad, conductividad térmica, módulo de elasticidad, relación Poisson, etc. Algunos valores típicos de las propiedades físicas del acero son:

1. Densidad $\rho = 7.7 \div 8.1$ [kg/dm³]
2. Módulo de elasticidad $E = 190 \div 210$ [GPa]
3. Relación de Poisson $\nu = 0.27 \div 0.30$
4. Conductividad térmica $\alpha = 11.2 \div 48.3$ [W/m^oK]
5. Expansión térmica $a = 9 \div 27$ [10⁻⁶ / K](Atamaika, 2012)

Propiedades Físicas y Químicas del Aluminio

Peso. El aluminio es un metal muy ligero con una densidad de 2,7 g / cm³, aproximadamente un tercio de la densidad del acero.

Resistencia a la corrosión. El aluminio genera naturalmente una capa protectora de óxido y es altamente resistente a la corrosión.

La conductividad del aluminio a 20°C es de $3.5 \times (10)^7$ Siemens por metro (S/m).

La resistividad eléctrica del aluminio a 20°C es de $2.82 \times (10)^{-8}$ ohm-metros (Ω m).

Reciclabilidad. El aluminio es 100% reciclable sin perder su calidad. El proceso de fundición del aluminio requiere poca energía: el proceso de reciclaje consume solo alrededor del 5% de la energía necesaria para producir el metal primario.

Características del Material para la Estructura Metálica

La estructura de la máquina tiene que contar con las siguientes características, tiene que ser un material con una alta dureza, fácil soldabilidad y refractario.

Tabla 5

Comparación de algunos materiales más usados para la estructura metálica

Características	Galvanizado	Aluminio	Acero Inox 316
Dureza (HB)	159-169	240	212
Resistencia al calor max	200°C	90°C	580
Conductividad térmica	50	209,3	16,02
Peso (gr/cm^3)	7.85	2,7	7,95
Costo	Alto	Medio	Alto

Nota. Esta tabla muestra las características de los materiales más usados para el diseño de máquinas composteras. *Fuente.* Autoría propia

El aluminio es altamente resistente con 240HB en comparación con los otros materiales, debido a sus características se adecua a los requerimientos para el diseño de la máquina compostera.

Tabla 6*Características del material para estructura metálica*

Características del Material para la Estructura Metálica		
Características	Propiedades	Descripción
Dúctil	Capacidad de deformarse plásticamente sin romperse	La máquina debe tener alta dureza, ya que tiene que soportar alteraciones físicas como la penetración, la abrasión y el rayado.
Soldabilidad	Capacidad de formar una unión entre dos superficies metálicas.	Este diseño de máquina necesita acoplar diversas piezas, de tal manera que el material debe tener una buena soldabilidad.
	Tiempo necesario para la formación de una unión soldada	Cuando se puede lograr una unión soldada con propiedades mecánicas y fisicoquímicas adecuadas, por cualquiera de los procesos de soldadura y sin necesidad de utilizar técnicas auxiliares.
	Los refractarios son capaces de soportar altas temperaturas, choques térmicos y uso rudo.	
Refractario	La expansión y contracción de estos materiales es mínima.	
	Son químicamente inactivos a altas temperaturas y son resistentes a la acción fundente de las escorias y a la acción corrosiva de los gases.	Al desarrollar el proceso de compostaje, es importante que este posea una capacidad que mantenga dureza y resistencia a la abrasión, incluso a temperaturas extremas.
	Los refractarios son buenos aislantes térmicos y tienen baja conductividad térmica.	

Nota. En esta tabla se presentan las características y propiedades que debe tener el material para el diseño de la máquina compostera. *Fuente.* Autoría propia

Diseño

A lo largo de este capítulo, se explorarán los principios fundamentales del diseño mecánico aplicados a la máquina composteras, con el objetivo de proporcionar una contribución significativa al desarrollo de tecnologías que promuevan la sostenibilidad y la gestión responsable de los residuos orgánicos.

Datos de entrada

Tipos de Residuos que se Deben Agregar al Compostador

Es importante resaltar que el compostador no se trata de un recipiente de basura, sino un espacio en el que se agregan todos aquellos residuos orgánicos que luego darán vida. Por esta razón llevar una separación en la fuente es una muy buena alternativa, teniendo en cuenta que no todos los alimentos se pueden compostar.

Capacidad de la máquina

Se establecerá la capacidad de la máquina de acuerdo con una cantidad promedio mensual de residuos orgánicos por hogar del municipio de Gachetá Cundinamarca, recopilando datos tenemos:

Tabla 7*Promedio de residuos orgánicos por familia*

10 kilogramos promedio por familia	Residuos generados	Peso promedio
Naranja	Cascara	2.5 kg
Papa	Cascara	2.0 kg
Limón	Cascara y pepas	0.7 kg
Huevo	Cascara	0.5 kg
Café	Broza	0.8 kg
Zanahoria	Peladura de papas	0.2 kg
Granadilla	Cascara y pepas	0.2 kg
Maracuya	Cascara y pepas	0.4 kg
Aguacate	Cascara	0.9 kg
Arveja	Cascara	1.5 kg
Total		10 kg

Nota. Datos promedio de los residuos orgánicos, que generan familias de 5 personas en la zona urbana del Municipio de Gachetá Cundinamarca. *Fuente.* (GACHETA, 2020)

Residuos que Pueden Aplicarse a un Compostaje

Se menciona todos aquellos residuos orgánicos que se pueden procesar en el compostador

Tabla 8*Residuos aplicables al compostaje*

Residuos	Características
Residuos e café o te	- Alto contenido de calcio
Cascaras de papa	- Enriquece el abono
Cascaras de huevo (mejor trituradas porque tardan en descomponerse)	- Gran variedad de nutrientes
Peladuras de frutas y verduras	- No generan malos olores
Cascara de frutos secos	- Disminuye la proliferación de vectores

Nota. Se hace una descripción de los residuos orgánicos que pueden ser aplicados a la maquina compostera, debido a sus características. *Fuente.* Autoría propia

Tabla 9*Residuos no aplicables al compostaje*

Residuos	Características
Pan	Esto incluye cualquier derivado de panadería que generan hongos.
Aceite cocinado	Su olor atrae insectos.
Plantas enfermas	Contagia hongos.
Papel impreso a colores	Contienen una gran cantidad de productos químicos tóxicos para plantas.
Heces animales o animales	No se puede agregar al compost, por las bacterias que pueden tener o generarse.
Productos cárnicos	Atraen plagas y generan malos olores.
Productos lácteos	Su olor es atractivo para las plantas.
Arroz	Es caldo de cultivo de bacterias.
Aserrín	Altera el grado de acidéz
Cáscara de cítricos	En mucha cantida evita la descomposición y puede generar olores fuertes y problemas de ventilación.

Nota. Residuos orgánicos que no pueden ser agregados a la compostera debido a sus características. *Fuente.* Autoría propia

Temperatura

El criterio más importante para el diseño de esta máquina es la temperatura y la presión atmosférica. En el municipio de Gachetá Cundinamarca la temperatura promedio es de 15 °C a 18°C y la presión atmosférica de 2536 Pa, esta información es enmarcada en el capítulo entorno del proyecto, pág. 12

Presión de operación probable

$$PV = nRT$$

$P = \text{Pressure (Pa)}$

$V = \text{Volumen (m}^3\text{)}$

$n = \text{Numero of moles}$

$R = \text{Gas constant (8.314 JK}^{-1}\text{mol}^{-1}\text{)}$

$T = \text{Temperatura (}^\circ\text{C)}$

$$\frac{1 \text{ mol}}{x} \cdot \frac{18 \text{ g}}{1000} = \frac{1000 \text{ mol}}{18 \text{ g}}$$

$$x = 55.6 \text{ mol}_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$P_1 = \frac{(55.6 \text{ mol}_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot \left(0.082 \frac{\text{J}}{\text{K mol}}\right) \cdot (5^\circ\text{C})}{0.3 \text{ m}^3}$$

$$P_1 = 2.536,3$$

Tabla 10*Cálculos de presión*

Volumen (m^3)	Temperatura ($^{\circ}C$)	Presión (Pa)
0,5	5	P1 2.536,30
<i>Número de moles</i>	10	P2 2.581,90
55,6	15	P3 2.627,50
<i>Número de Avogrado R</i>	20	P4 2.673,10
0,082	25	P5 2.718,70
	30	P6 2.764,20
	35	P7 2.809,80
	40	P8 2,855,40
	45	P9 2.901,00
	50	P10 2.946,60
	55	P11 2.992,60
	60	P12 3.037,80
	65	P13 3.083,40
	70	P14 3.129,00
	75	P15 3.174,60
	80	P16 3.220,20

Nota. Se presenta cálculos de presión identificados en Gachetá Cundinamarca. Fuente. Autoría

Propia.

Cantidad de corriente

¿Cuánta energía eléctrica necesito para aumentar de 18°C a 75°C?

$$Q = mC_e(T_1 - T_2)$$

$$m = d \times V$$

$$m = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 0,1215 m^3$$

$$m = 121,5 kg$$

$$Q = (121,5 kg)(4180)(75°C - 18 °C)$$

$$Q = 28948590 J$$

$$\mathbf{8.05Kwh}$$

Potencia eléctrica = Tensión (V) × Corriente (A)

$$\frac{P.E}{T} = A$$

$$\frac{\mathbf{8.05Kwh}}{\mathbf{120V}} = \mathbf{0,067Amperios}$$

Sensor de Temperatura

Para medir los cambios de temperatura del proceso de compostaje, es necesario contar con un sensor, situado en el módulo de medición y manipulación.




Para la selección del sensor se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La medición de la temperatura debe estar dentro del rango de 20-70°C debido a las características del proceso de compostaje.
- Que el sensor sea resistente, químicamente inerte, compacto y de fácil montaje, de tal manera que pueda ser integrado en el módulo.

En la siguiente tabla, doy a conocer un comparativo de sensores de temperatura.

Tabla 11

Sensores de temperatura




Sensor de temperatura	Rango (°C)	Voltaje de trabajo	Tipo de calibración
Termocupla LM35 	-55°C – 150°C	4 y 30V	Celsius
Termocupla DHT11 	0°C a 50°C	3,5 a 5V	
Termocupla DS1621 	-55°C – 150°C en intervalos de 0,5°	2,7V a 5,5V	

Nota. Esta tabla presenta algunos tipos de sensores de temperatura, identificando la mejor opción para el diseño de la máquina compostera. *Fuente.* Autoría propia

Sensor de Humedad

Al igual que la temperatura, las humedades un factor importante a tener en cuenta, para llevar a cabo la degradación de los RSU, por lo tanto, debe ser controlada y obtener la información que se genera en el compostador en el transcurso del tiempo. Para obtener los datos, se emplea un sensor que mida la humedad que se produce dentro del prototipo.

Tabla 12*Sensor de humedad*

Sensor de humedad	Fuente de alimentación	Corriente de operación	Alcance de medición
Resistivo FC-28 	3.3V - 5V DC	35mA	3.3 V
DHT11 	3V - 5,5V	2,5mA	20% - 90% con una Presión de +- 5%
Capacitivo 	3V3 a 5V	5mA	3

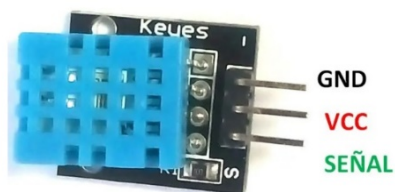
Nota. Esta tabla presenta algunos tipos de sensores de humedad, identificando la mejor opción para el diseño de la máquina compostera. Fuente. Autoría propia

De acuerdo con la información de la Tabla 8. Sensores de temperatura y Tabla 9. Sensores de humedad, se selecciona el DHT11, es un sensor digital de bajo costo para detectar la temperatura y la humedad de la máquina compostera, de igual manera este sensor puede ser fácilmente conectado a cualquier microcontrolador como el Arduino, la Raspberry Pi, entre

otros, funciona con sistemas de microcontroladores de 3,3V y 5V, posteriormente cuenta con una excelente calidad, un rápido tiempo de respuesta y capacidad anti interferencia.(DTH11, 2023)

Figura 10

Sensores de temperatura y humedad



Fuente. (DTH11, 2023)

Tabla 13

Funciones del controlador

Unidad	Motor	Tarjeta	Luz led	Termocupla	Tablero
Voltios = V	29V	2	0.10	0.10	2
Wattios = W	0.1	0.01	0.001	0.001	0.01
Amperios = A	5:00 a.m	1:00 a.m	0.5 ^a	0.5A	1 ^a

Nota. Mediante esta tabla se presentna las funciones del controlador. *Fuente.* Autoría Propia

Aislante Térmico para Mantener la Temperatura

Debido que el proceso de compostaje trabajará con una temperatura entre 40°C – 75°C, los materiales que interactúan de cerca deben ser térmicamente resistentes a este valor, de tal manera que se implementara el uso del aislante térmico de basalto, capaz de hacer frente a condiciones agresivas de uso. El material no pierde sus cualidades en el régimen de temperatura de -200 a 700°C.

Figura 11

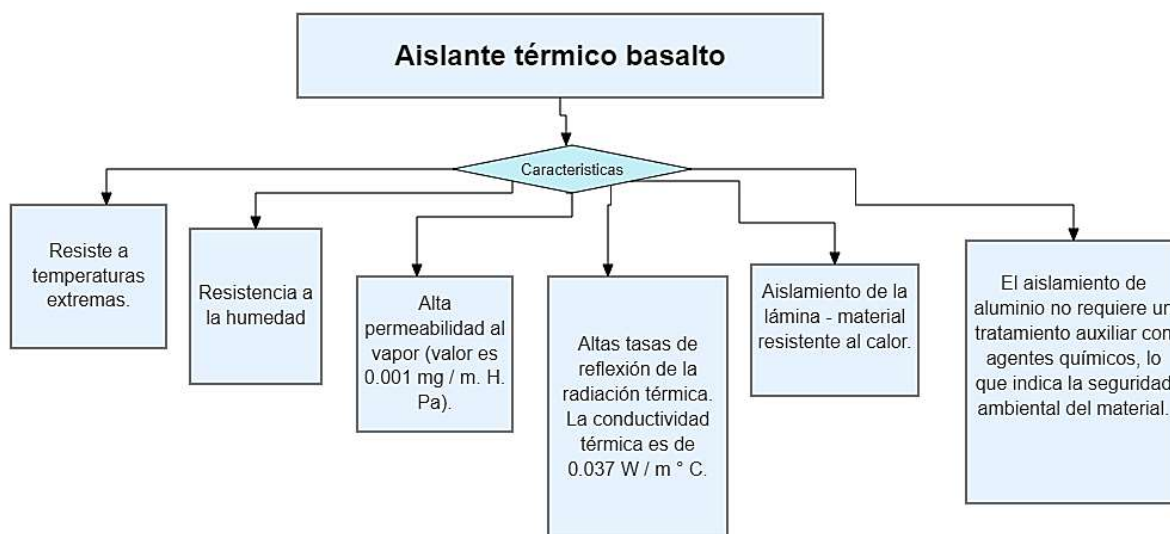
Aislante térmico basalto



Fuente.(Alexey, 2019)

Figura 12

Características del aislante térmico basalto



Fuente. Autoría Propia

Paneles solares

Para el dimensionamiento tendremos en cuenta la cantidad de energía consumida medida en kWh por año.

Con una pérdida de producción por panel del 1.15%.

Cada panel generando 450Wp para una generación de 625 kWh/año.

Cantidad de consumo por kWh.

Tabla 14

Consumo de KWh

	Mv1	Mv2	Resistencia	
S1	0,31	0,10	0,22	
S2	0,31	0,10	1,1	
S3	0,31	0,20	6,6	
S4	0,31	0,05	0	
Total	1,2	0,45	7,92	9,61

Nota. Esta tabla presenta el consumo de Kwh del panel solar, para adaptar al diseño de la

máquina compostera. *Fuente.* Autoría propia

Con un total solicitado por el sistema de 9,61 kWh al mes, se tiene que:

Consumo diario (kW) x factor de pérdida de producción (%)

$$\frac{9,61 \text{ kWh}}{30} \times 1,15 = 0,37 \text{ kWh}$$

Obtención de número de placas

Producción diaria /potencia de la placa x 1000

$$\frac{0,37 \text{ kWh}}{450 \text{ Wp}} \times 1000 = 0,83$$

Para el consumo total diario de la máquina, se necesita una placa de 1.03 m x 2.09 m, 22 kg con una potencia de 450 Wp, monocristalino con certificación RETIE.

Cálculo de batería

$$\frac{\text{potencia de consumo kWh}}{\text{día}} \times \text{días de mal tiempo}$$

$$\frac{0,37 \text{ kWh}}{\text{día}} \times 7 \text{ días} = 2,59 \text{ kWh/día}$$

rendimiento de batería x % de carga de batería

$$2,59 \text{ kWh/día} \div 0,5 = 5,18 \text{ W}$$

Para un sistema de 12 V

$$\frac{5,18 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 0,44 \text{ Ah}$$

Se tiene en el mercado baterías a 12V -35 Ah

$$12\text{V} \times 35 \text{ Ah} = 420 \text{ W}$$

$$0,44 \text{ Ah} / 35 \text{ Ah} = 0,012 \text{ Batería}$$

Con este dato ya obtenemos la capacidad del sistema completo, con una sola batería de 12V -35 Ah, tendremos la disponibilidad para el sistema completo.

A continuación, se describe la selección de los componentes del sistema de paneles solares:

Figura 13

Motor



Fuente.(Motor, 2023)

Figura 14

Batería de Litio



Fuente.(Batería de Litio, 2022)

Figura 15

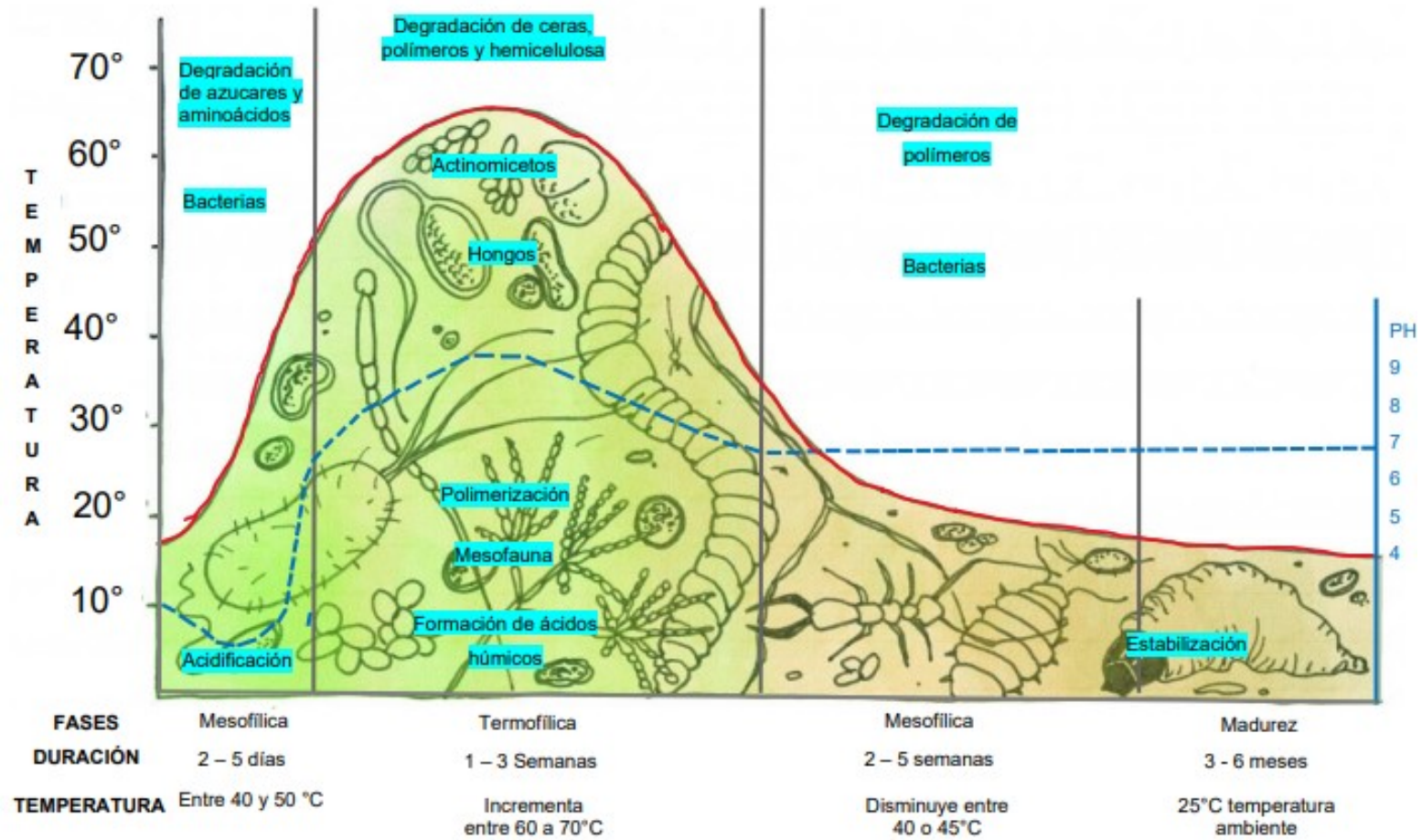
Paneles solares (450W)



Fuente. (Supply, 2021)

Figura 16

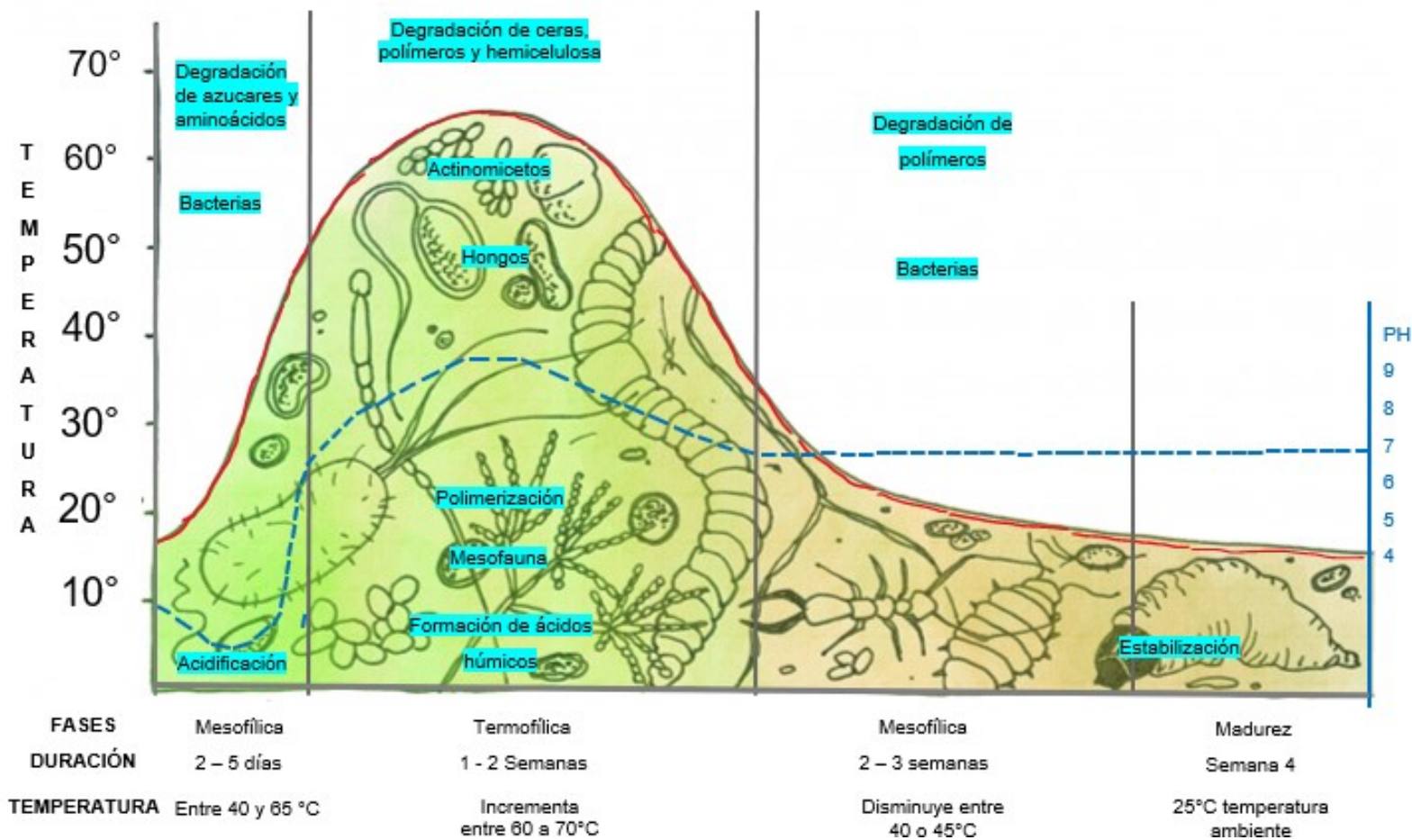
Forma Esquemática de proceso de Compost casero



Nota. Este esquema presenta los procesos del compostaje casero mediante el uso de pilas. Fuente. Autoría propia

Figura 17

Forma Esquemática de proceso de Compost automático



Nota. Este esquema presenta el proceso de compostaje mediante el uso de la maquina compostera, teniendo en cuenta la automatización y aceleración del mismo. Fuente. Autoría propia

Discusión de los resultados

Esta discusión busca no solo presentar datos y cifras, sino también proporcionar una comprensión integral de la contribución del diseño mecánico a la efectividad global de la máquina compostera en el manejo sostenible de los residuos orgánicos.

Alternativas de diseño

Para el modelado 3D, se usó el *Software Autodesk®Inventor® 2023*.

Figura 18

Alternativa 1



Nota: Diseño sistema estructural de la máquina compostera, con rodillos horizontales.

Fuente. Autoría propia

Figura 19

Alternativa 2



Nota: Diseño sistema estructural de la máquina compostera, con rodillos verticales completos a la base. *Fuente.* Autoría propia

Figura 20*Alternativa 3*

Nota: Diseño sistema estructural de la máquina compostera, con rodillos verticales a un solo cajon. *Fuente.* Autoría propia

De acuerdo a las alternativas presentadas anteriormente, se selecciona la primera opción (ver figura 15), por optimización en el proceso de tamizado y por que ofrece las características con mayor higiene, es menos denso y más amable como electrodoméstico para la limpieza. **Ver apéndice A**, para planos constructivos.

Selección de rodamiento

Se selecciona este rodamiento por la cantidad de ciclos y cantidad de esfuerzos que debe hacer la máquina.

Figura 21

Selección de rodamiento (Software Autodesk®Inventor®)

Generador de rodamientos

Diseño **Cálculo**

Tipo de cálculo de resistencia
Comprobar cálculo

Cargas

Carga radial F_r 100 librafuerza

Carga axial F_a 0 librafuerza

Velocidad n 1500 rpm

Coef. de seguridad estática requerido s_0 2,0 su

Lubricación

Factor de fricción μ 0,0015 su

Tipo de lubricación Grasa

Propiedades del rodamiento

Ángulo de abrazamiento nominal α 5 gr

Tasa de carga dinámica básica C 3400 librafuerza

Tasa de carga estática básica C_0 2000 librafuerza

Factor de carga radial dinámica X 1,00 su | 0,44 su

Factor de carga axial dinámica Y 0,00 su | 1,00 su

Valor límite F_a/F_r e 0,00 su

Factor de carga radial estática X_0 0,50 su

Factor de carga axial estática Y_0 0,46 su

Exponente para determinar vida útil p 3,00000 su

Vel. límite para lubric. con grasa n_{Lim1} 0 rpm

Vel. límite para lubric. con aceite n_{Lim2} 0 rpm

Cálculo de vida útil de rodamiento

Método de cálculo ANSI/AFBMA 9-1990 (ISO 281-1990)

Vida útil requerida L_{req} 900 su

Fiabilidad requerida R_{req} 90 su

Factor propiedades esp. rodamiento a_2 1,00 su

Factor condiciones de funcionamiento a_3 1,00 su

Temperatura de trabajo T 212 f

Factor de fuerzas adicionales f_d 1,00 su

Resultados

L_{10} 436711 h

L_{na} 436711 h

L_{10r} 39304 su

L_{nar} 39304 su

S_{0c} 20,00000 su

P_z 0,00065 hp

F_{min} 0 librafuerza

P_0 100 librafuerza

p 100 librafuerza

k_n 0,000 su

a_1 1,00 su

f_t 1,00 su

n_e 1500 rpm

n_{min} 1500 rpm

n_{max} 1500 rpm

Rodamiento

D 1,024 in

d 0,665 in

B 0,500 in

Familia	Designación	Diámetro exterior	Diámetro interior	Anchura

Nota. En esta imagen se proyecta la selección de rodamiento, empleando (Software Autodesk®Inventor®). Fuente. Autoría propia

Evaluación Financiera del Proyecto

El desarrollo de la máquina compostadora involucra a su vez la estimación de una serie de factores tales que dicha propuesta asegure una rentabilidad y una disminución de costos con respecto al proceso actual que se lleva a cabo, cabe anotar sobre la parte operativa que parte de esta disminución de costos estará dada por la sencillez del mecanismo que compone el proceso, así como la integración de algunas fases que actualmente son separadas. Para lo mismo se procederá a estimar la inversión que se ha de dar para el desarrollo del proyecto, consecuente con esto se determinarán los costos de operación que demanda este sistema para finalmente fijar un valor anual de producción que nos permita comparar con el valor anual del proceso actual.

Inversión

Todo proceso demanda de la asignación de unos rubros para iniciar una operación consecución y/o desarrollo de un proyecto para lo mismo se dividirá la inversión en cuatro grandes grupos; partes y ensamble del equipo, costos de construcción de la máquina e impacto ambiental.

Inversión partes del equipo para prototipo

En la siguiente tabla se presentan los valores de precios por componentes para cada equipo:

Tabla 15*Inversión de las piezas para el diseño de prototipo*

Componente	Proceso	Valor	Valor proceso	cnt	Total
Motor III Ref. A14K-S543		\$361.400		2	\$722.800
Perfil en ángulo Ref. A-009	Corte	\$22.500	\$22.500	22	\$495.000
Largo 90cm	Corte - Maquinado	\$5.000	\$10.000	2	\$10.000
Discos (Aluminio de diámetro 10mm)	Doblado-Corte	\$30.000	\$20.000	1	\$30.000
Sporte de aluminio para motor		\$50.000		2	\$100.000
Rodamientos SKF lineales Ref. LCXR	Rectificado -				
Perfil de angulo R 008	Maquinado	\$4.000	\$5.000	2	\$18.000
Largo 30 cm					
PLC Ref. 6ES7214-1AD23-0XB0		\$269.000		1	\$269.000
Tarjeta de control (Driver) Ref. KR 55MC		\$300.000		1	\$300.000
Tarjeta de control general Ref. PMC 1S 232		\$424.000		1	\$424.000
Fuente Ref. 6EP 1331-2BA00		\$60.800		1	\$60.800
Perfil Ref. TC 001	Corte	\$4.000	\$2.500	2	\$18.000
Largo 30 cm	Corte Taladro	\$4.000	\$2.500	2	\$13.000
Lamina aluminio e=1 mm por carcasa	Doblado	\$125.000		2	\$250.000
Zapatos de caucho		\$5.000		4	\$20.000
Carro (Aluminio)	Maquinado	\$150.000	\$200.000	1	\$350.000
Bateria litio				1	\$390.000
Panel solar				1	\$980.000
Accesorios para sistema fotovoltaico				1	\$350.000
Gancho (Aluminio)	Corte	\$10.000	\$2.500	1	\$12.500
Total inversión					\$4.813.100

Nota. En esta tabla se presentan los valores de precios por componentes, para cada equipo.

Fuente. Autoría propia

Cabe anotar que varios de los valores consignados en esta tabla corresponden a cotizaciones donde ya se ha incluido el IVA, en cuanto a los procesos es un valor estimativo de cuánto vale la creación de las piezas.

De esta forma el valor para armar un prototipo corresponde a \$ 4'813.100 COP.

Montaje y ensamble

Para dicho rubro se tendrá en cuenta un valor promedio de mano de obra por el equipo, ya que varias de estas labores pueden ser hechas por una persona o por varias de acuerdo con la parte o montaje que se ha de ejecutar, por lo mismo se fijará como valor para ensamble de equipo \$ 240.000 COP. Valor que corresponde a la suma de varias operaciones como soldado, ajustes, partiendo de la base de que los componentes anteriormente nombrados están listos para su unión, así mismo el valor de montaje que incluye atornillado en sitio, acomodación y alineado de los ejes, bandejas y motor, para la instalación del equipo es de \$ 223.000 COP.

Total Inversión

Cabe anotar, adjunto a los valores de partes ensamble y montaje, se suman dos valores más que son los costos de ingeniería y estudios estimados con base al desarrollo de un proyecto en cuanto a cálculos y diseños, así como un valor adicional de ensayos para el caso de evaluar condiciones y aptitud del equipo y componentes a poner en operación.

Tabla 16*Total inversión del proyecto*

Inversión	
Rubro	Valor
Ingeniería de estudios	\$ 5.000.000
Ensayos	\$ 450.000
Partes equipo	\$ 4.813.100
Emsable maquina	\$ 240.000
Instalación	\$ 223.000
Total inversión	\$ 10.726.100

Nota. En esta tabla se presenta la descripción de la inversión del proyecto. *Fuente.* Autoría propia

Costos

Se procederá a establecer los costos de operación del proyecto en el cual se determinará el costo por cada etapa de proceso

Costo servicios públicos

Para la determinación de servicios públicos se partirá de los valores promedio en operación en el laboratorio para un mes. Como solo se utilizan en el laboratorio energía eléctrica teléfono, agua y gas.

Tabla 17*Costo servicios públicos*

Servicio	Valor
Luz	\$ 780.000
Telefono	\$ 120.000
Agua	\$ 228.000
Gas	\$ 15.500,00
Total, servicios mes	\$ 1.143.500

Nota. En esta tabla se da a conocer el costo de los servicios públicos, para el desarrollo de este proyecto. *Fuente:* Autoría propia

Dichos valores son estimados de acuerdo con la experiencia de trabajo en condiciones de consumo similares a las planteadas. Así mismo estos valores son dados bajo un lugar de operación con denominación estrato 3 en Bogotá para el año 2023.

Costo operación por proceso

Para la determinación de este costo acude a la cantidad de energía eléctrica solicitada por la máquina, teniendo en cuenta que se tiene 3 procesos, movilización de motor de aspas a velocidad 1, movilización de motor de aspas a velocidad 2, y la resistencia para aumento de temperatura.

Cantidad de usos:

Tabla 18

Operación semanal de la máquina compostera

	Mv1	Mv2	Resistencia
S1	0,31	7	2
S2	21	7	10
S3	21	14	15
S4	21	7	0

Nota. Mediante esta tabla se presenta la operación semanal de la máquina compostera, para el desarrollo del abono orgánico. *Fuente.* Autoría propia

Mv1 Velocidad del rodillo para corte de material
estimada en 200 revoluciones por minuto

Mv2 Velocidad del rodillo para volteo de material
estimada en 20 revoluciones por minuto

Tabla 19*Consumo de KWh*

	Mv1	Mv2	Resistencia	
S1	0,31	0,1	0,22	
S2	0,31	0,1	1,1	
S3	0,31	0,2	6,6	
S4	0,31	0,05	0	
Total	1,2	0,45	7,92	9,61

Nota. En esta tabla se presenta el consumo de Kwh. *Fuente.* Autoría propia

Total 9,61 kWh

Costo promedio de kWh 538.8 COP

Determinado este costo por operación de proceso tenemos que el costo anual de operación corresponde a:

$$(\$ 538.8) * 9,61 \text{ kWh/mes} * 12 \text{ meses} = \$ 62.154 \text{ Pesos Mcte.}$$

Costo anual de mantenimiento

Estimaremos como costo de mantenimiento un promedio entre lo que puede representar un mantenimiento continuo caso de calibración posiblemente bajo frecuencias de cada seis meses o tareas mensuales como articulaciones y otros, para lo mismo estimaremos con base a estos valores una cifra de mantenimiento anual de \$ 200.000 COP, los cuales incluyen la tierra añadida y el mantenimiento de los tamices. Cabe anotar que dicho valor estimado en cuanto sería necesario de un análisis detallado de operaciones y requerimientos de mantenimiento para el equipo diseñado, de la misma forma es posible que este valor sea inferior en cuanto a que el equipo de dicho proceso ha sido diseñado bajo criterios en los cuales tanto la operación como el proceso en si no genere desgaste periódico de sus componentes.

Costos anuales de operación

En la siguiente tabla consignaremos los precios anuales que demanda cada componente del proceso de medición de masas.

Tabla 20

Costos producción anual

Costos de producción anual	
Servicios públicos	\$ 1.143.500
Operación por proceso	\$ 62.134
Mantenimiento	\$ 200.000
Total costos	\$ 1.405.634

Nota. En esta tabla se presentan los costos de producción anuales que demandan cada componente del proceso de medición de masas. *Fuente.* Autoría propia

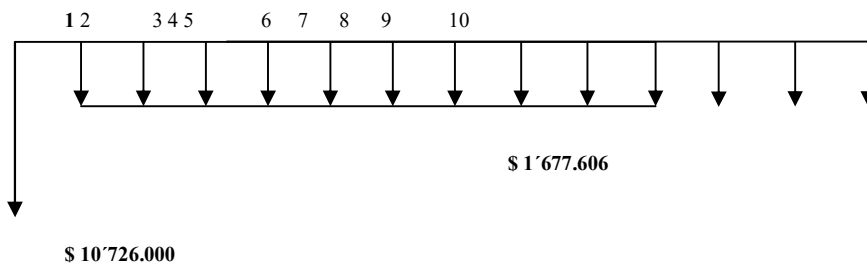
Cálculo Valor Anual

Consideraciones iniciales

Para dicho cálculo tendremos en cuenta los siguientes parámetros:

- Cálculos en pesos constantes (No involucran inflación)
- Fijación de una tasa mínima atractiva de retorno
- Fijación del proyecto para evaluar
- Fijaremos una TMAR del 12% dicho valor corresponde a la capacidad que varios inversionistas han dado sobre la posibilidad de negocio y de inversión sobre este proyecto, razón por la cual daremos dicho factor.

Así mismo fijaremos como vida del proyecto a 10 años, periodo suficiente para comprar y analizar de acuerdo a la tasa fijada el costo de este proyecto, así como la comparación posterior contra los costos por proceso convencional.

Figura 22*Diagrama de flujo efectivo**Fuente: Autoría Propia*

En el anterior diagrama se muestra la inversión inicial adjunto a los costos de operación anuales para un periodo de tiempo de 20 años.

De esta forma tenemos que el valor anual corresponde a:

$$VA = - \$ 10'726.000 - (\$ 1'677.606 * (A/P, 12\%, 10))$$

$$VA = - \$ 10'726.000 - \$ 1'677.606 * (0.16275)$$

$$VA = - \$ 10'453.070 \text{ Pesos Mcte.}$$

Este es el valor anual para todos los ciclos de vida futuros de 10 años, siempre y cuando los costos se eleven a la misma tasa de interés que la inflación.

Nota: Si un proyecto se evalúa a la $TMAR = 12\%$ y tiene un $VP < 0$, no hay necesidad de calcular i ya que $i < 10\%$. No obstante, $VP > 0$, calcule la i .

Conclusiones

La máquina diseñada se adapta a los espacios domésticos, las dimensiones y las capacidades son las adecuadas para el confort en el hogar.

Durante el diseño se calculó que con una sola placa de panel solar de 450 W es suficiente para alimentar la máquina por una semana.

El compostaje es la mejor alternativa para la sustentabilidad del recurso suelo, su uso permite la conciencia ambiental y la correcta disposición de los residuos orgánicos.

Debido a las diferentes granulometrías en los residuos, se implementarían 3 rodillos con sus respectivos tamices, así como disipadores de calor, para mantener la temperatura adecuada y de esta manera acelerar el proceso.

Para el diseño estructural mecánico de la compostera, se utilizaría aluminio, debido a que es altamente dúctil, refractario, ligero y fácil de moldear, lo cual permitiría que la estructura no genere mucho peso, además tiene una alta conductividad térmica lo que soporta las temperaturas máximas que requeriría el proceso para la transformación de los residuos.

El diseño de la máquina compostera procesaría 10Kg de residuos orgánicos en la cuarta parte del tiempo comparado con un compostaje manual.

El tamaño de la compostera permitiría ser ubicado fácilmente dentro de una vivienda urbana.

La máquina tendría un costo de \$10'726.100 para armar prototipo, sin embargo, el precio de construcción y armado de una máquina, ya para cliente final corresponde a \$ 4'813.100 COP.

Entendemos que es muy versátil implementar el diseño de la máquina compostera en las zonas urbanas. Debido a la correcta selección de residuos para macerarse esperarían lixiviados de altísima calidad.

Recomendaciones

Se debe aumentar la conciencia social en el aprovechamiento de los residuos sólidos, asimismo enfocarlos a otros procesos que disminuyan la contaminación de sólidos en el medio ambiente.

Los paneles solares aportan suficiente potencia eléctrica para mover los electrodomésticos comunes en el hogar, así que las energías renovables deberían ser motivo de estudio para uso doméstico.

Se recomienda llevar este diseño a escala de prototipo, para poder establecer mecanismos y determinar mejoras en los dispositivos mecánicos.

Es necesario hacer una revisión y mantenimiento periódica, para evitar contaminación y por tanto bajar la calidad de los lixiviados.

Realizar mantenimiento de los tamices cada seis meses, arrojando los desechos a lugares adecuados, como compostajes manuales.

Hacer desinfección de la bandeja de lixiviados cada tres meses, evitando la aparición de vectores.

Este proyecto se puede llevar a un enfoque industrial, como la hotelera, restaurantes, supermercados, surtiferver, almacenes de cadena, colegios y universidades.

Referencias

- Abono Organico*. (9 de Octubre de 2014). <http://importancia.de/abono-organico/>
- Alexey, D. (Mayo de 2019). *Basalto*.
[https://engineerx.decorexpro.com/es/otoplenie/uteplenie/uteplitel-dlya-potolka.html#:~:text=Algod%C3%B3n%20de%20piedra%20\(basalto\)](https://engineerx.decorexpro.com/es/otoplenie/uteplenie/uteplitel-dlya-potolka.html#:~:text=Algod%C3%B3n%20de%20piedra%20(basalto))
- Ambiente, I. D. (14 de Junio de 2021). *Compostaje: qué es, para qué sirve y cómo hacerlo*.
<https://internacomedioambiente.es/noticias/compostaje-que-es-para-que-sirve-y-como-hacerlo/>
- Atamaika. (8 de Noviembre de 2012). *Acero*. <https://atamaikaycesar2.blogspot.com/>
- Avila, L. (2023). *Acero Estructural*. <https://html.scribdassets.com/9p0yb1j3eo5erd6f/images/4-6fdaf66fb6.jpg>
- Bateria de Litio*. (17 de Agosto de 2022). https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-567222305-bateria-12v-35ah-panel-energia-solar-ciclo-profundo-_JM
- BBVA. (03 de Septiembre de 2021). *¿Qué es el compost y cuáles son sus fases? El poder del suelo vivo*. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del-suelo-vivo/>
- CRISTIAN, G. F. (15 de MAYO de 2020). *Biofeed ofrece máquina única en el mundo para compostar residuos orgánicos industriales*, <https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/biofeed-ofrece-maquina-unica-en-el-mundo-para-compostar-residuos-organicos-industriales/>
- Cundinamarca, C. d. (2019). *TOMO II RESIDUOS SOLIDOS*. Gestion Integral de los residuos solidos en el departamento de cundinamarca (pag 42-50):

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/25408/TOMO%20II%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS.pdf?sequence=1>

Daniel, Z. (Mayo de 2008). *MANEJO TECNICO DE DESECHOS Y MORTALIDADES EN LA INDUSTRIA AVICOLA. pag 2.*<https://www.wpsa->

[aeca.es/aeca_imgs_docs/05_04_31_Manejo_tecnico_de_desechos_y_mortalidades.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/05_04_31_Manejo_tecnico_de_desechos_y_mortalidades.pdf)

DTH11. (17 de Mayo de 2023). <https://descubrearduino.com/dht11/>

Electronics, T. (2009). *SOLARLOK Photovoltaik-Verbindungssystem.*

<https://www.technosun.com/es/productos/conector-tyco-calibre-6mm-hembra-positivo.php>

GACHETA, C. M. (17 de Junio de 2020). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL.*

<https://shre.ink/nmnl>

Gustavo, G. (2019). *Lo que debes saber sobre los conectores*

MC4.<https://ccee.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/lo-que-debes-saber-sobre-los-conectores->

[mc4#:~:text=Los%20conectores%20%E2%80%9CMC4%E2%80%9D%20son%20conectores,de%20contacto%20de%204%20mil%C3%ADmetros.](https://ccee.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/lo-que-debes-saber-sobre-los-conectores-)

HEIDY, M. (10 de Enero de 2019). *La Republica.* <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/colombia-podria-aprovechar-cerca-de-40-de-los-11-6-millones-de-toneladas-de-residuos-que-genera-al-ano-2813141>

IBM. (2015). *Tipos de paneles de control.* <https://www.ibm.com/docs/es/i/7.3?topic=concepts-types-control-panels>

InfoAgro. (s.f.). *EL COMPOSTAJE.* <https://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

InfoAgro. (2015 de Abril de 2015). *EL COMPOSTAJE, Ítem*

4.<https://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

M.B, H. (23 de Agosto de 2018). *La Republica*. <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/hasta-70-de-los-residuos-solidos-del-pais-se-pueden-transformar-en-compostaje-2762298>

Mapa del Municipio de Gachetá, Cundinamarca - Colombia. (24 de Agosto de 2012).

<https://shre.ink/nm14>

Mapa del Municipio de Gachetá, Cundinamarca (Colombia). (24 de Agosto de 2012).

<https://shre.ink/nm14>

Materia, T. (Agosto de 2021). *Propiedades del*

Acero.<https://www.totalmateria.com/page.aspx?ID=PropiedadesdelAcero&LN=ES>

MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (26 de 09 de 2003). (*Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo Resolución 1045 de 2005, Ministerio de desarrollo económico Decreto 1713 de 2002 modificado por Decreto 838 de*

2005).<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/1045%20-%202003.pdf>

Motor. (2023). <https://symphonylimited.com.mx/producto/motor-1-8-hp-127v-sin-soportes/>

Noatec. (18 de Enero de 2022). *TARJETA DE CONTROL: UN COMPONENTE DE MUCHOS DETALLES*. <https://noatec.co/tarjeta-de-control-un-componente-de-muchos-detalles/>

Oscar, G. (16 de Octubre de 2013). *Control de carga solar* .

<https://blog.bricogeek.com/noticias/arduino/control-de-carga-solar-con-arduino/>

P. V Jose William, A. B. (2006). *Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por Medio del compostaje Liquido*.

https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrNZWzd4lplaQEkO3Sregx.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG

9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1700483934/RO=10/RU=https%3a%2f%2fdi
alnet.unirioja.es%2fdescarga%2farticulo%2f6579711.pdf/RK=2/RS=5hW4S0hwt8OHQ
VZxecu8TzfMInQ-

renovables, P. (14 de Septiembre de 2020). *Conectores de paneles solares, ¿Para qué se
usan?* <https://photonrenovables.com/conectores-de-paneles-solares-para-que-se-usan/>

renovables, R. (14 de Septiembre de 2020). *Conectores de paneles solares* .
<https://photonrenovables.com/conectores-de-paneles-solares-para-que-se-usan/>

robótica., A. I. (2017). *ALDAKIN*. <http://www.aldakin.com/automatizacion-industrial-robotica-claves-exito/>

Salomón, A. (26 de Febrero de 2020). *AGRONEGOCIOS*.

<https://www.agronegocios.co/clima/solo-el-17-de-los-residuos-solidos-de-colombia-son-recicladados-advirtio-el-dnp-2970019>

SEGRIA, C. (2023). *Fases del compostaje* . <https://compostsegria.com/es/todo-sobre-el-compost/fases/>

Supply. (02 de Julio de 2021). *Panel Solar*. <https://www.sunsupplyco.com/componentes-de-un-sistema-de-energia-solar/>

Sustentable, P. (07 de Agosto de 2023). *¿Cómo funcionan los paneles
solares?* <https://www.puntosustentable.com/2023/08/07/como-funcionan-los-paneles-solares/>

VIVOSUN. (27 de Marzo de 2021). *Contenedor de abono giratorio doble*.

<https://vivosun.com/vivosun-tumbling-composter-dual-rotating-batch-compost-bin-43-gallon-orange-p58820960379612545-v88615134469652600>.

Yepes, V. (13 de Noviembre de 2018). *El acero como material estructural*.

<https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/13/el-acero-como-material-estructural/>

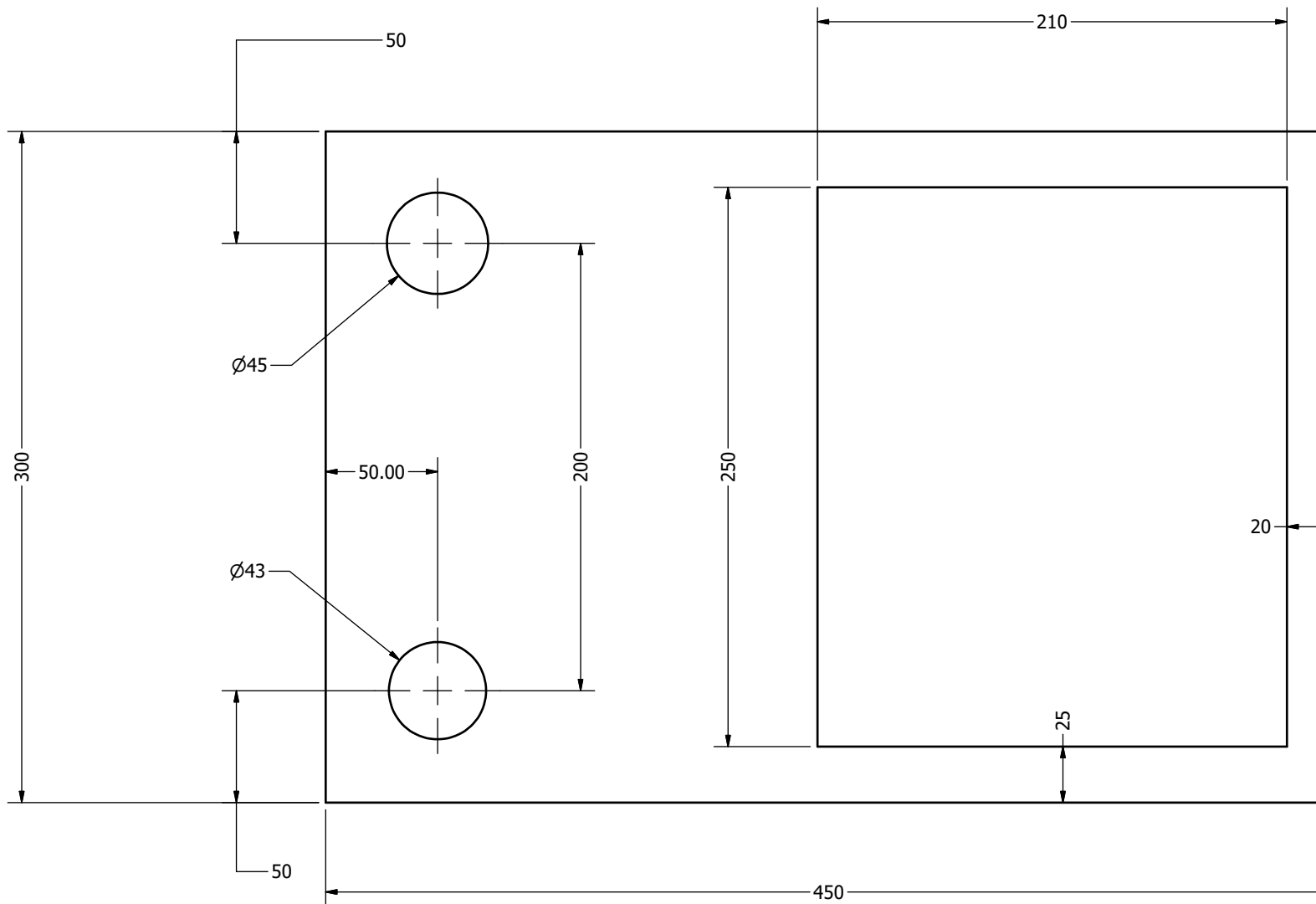
Zera, *el gadget para reciclar en casa #CES2017*. (12 de Enero de 2017).

https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=_ePLepzfzMI


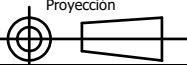
Apéndices

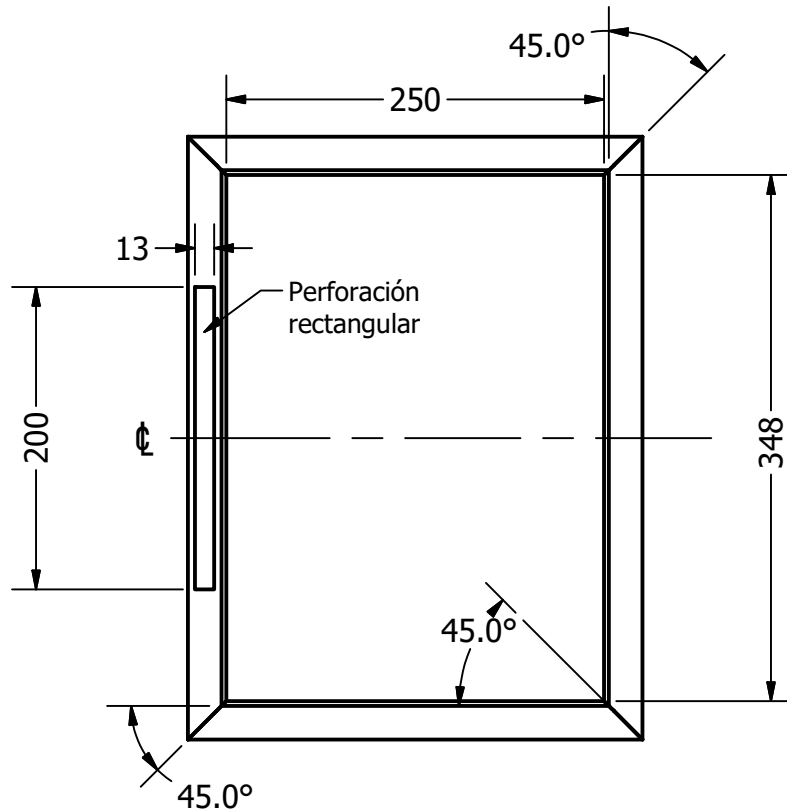
Apéndice A

Pliego de piezas estructurales

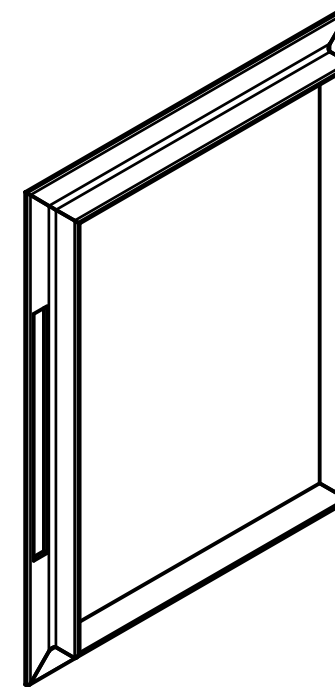


VISTA A-A
ESCALA 1 / 2


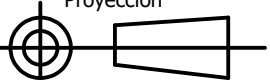
Ensamble perfilaría estructural		Rev.	Fecha	
		1	10/08/2023	
NOTAS 1. Material Aluminio 6160 T5 2. Unidades en mm				Cantidad 1
N° PLANO tapa 1-1.dwg	Diseñó: Yeimy Martin			Proyección 
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de máquina compostera de uso doméstico, funcional con energía solar	Revisó: Ing. David Rodriguez Aprobó: Asesora Sandra Rodriguez			

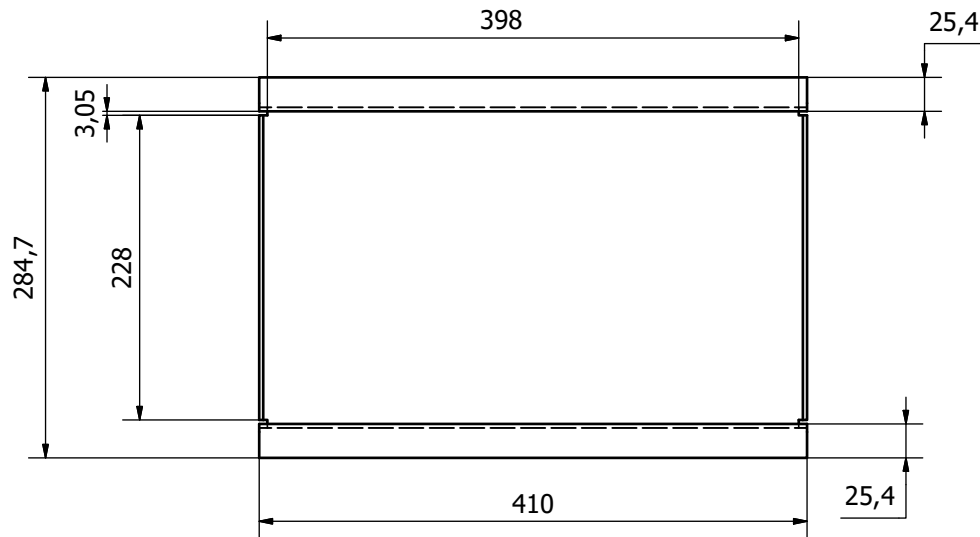


VISTA FRONTAL

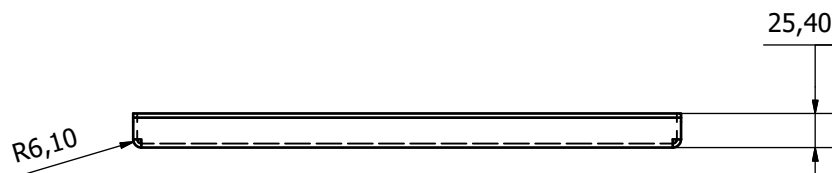


VISTA ISOMÉTRICO

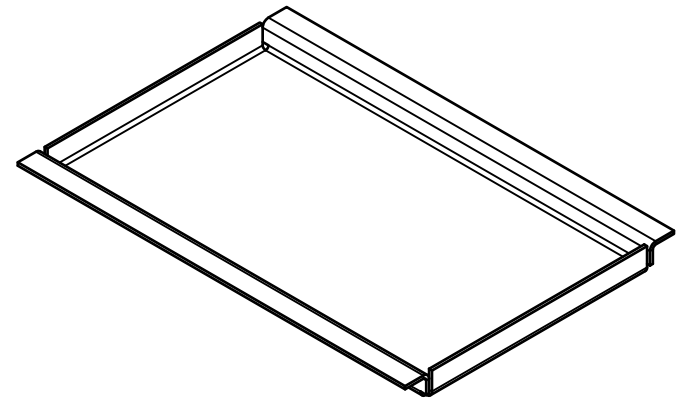
Ensamble perfilaría estructural		Rev.	Fecha	
			1	
NOTAS 1. Material Aluminio 6160 T5 2. Unidades en mm				Escala 1 / 5
N° PLANO Bandejas Intermedias.dwg	Diseñó: Yeimy Martin			Cantidad 3
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de máquina compostera de uso doméstico, funcional con energía solar	Revisó: Ing. David Rodriguez			Proyección 
	Aprobó: Asesora Sandra Rodriguez			



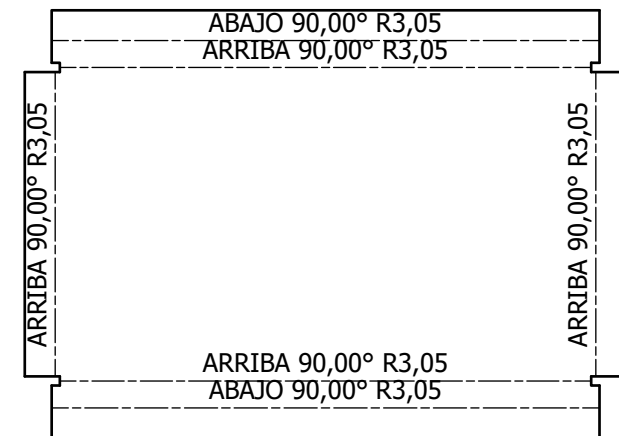
VISTA PLANTA




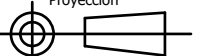
VISTA ELEVACIÓN

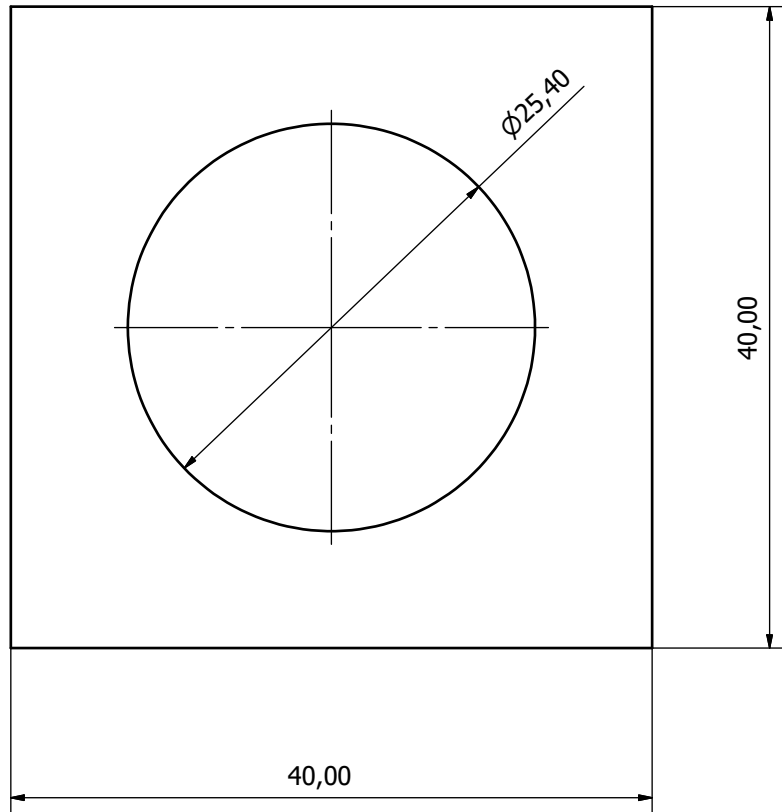


VISTA ISOMETRICA

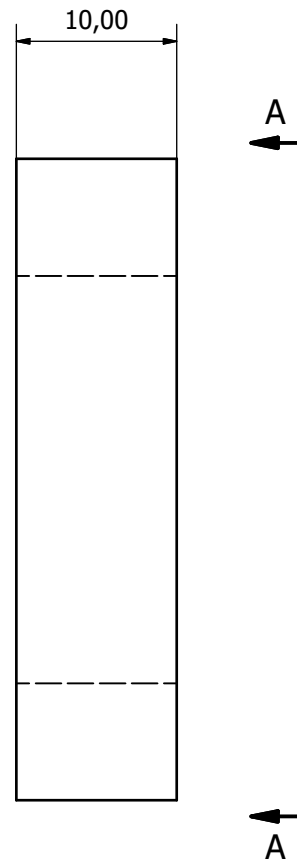


VISTA DESARROLLADA

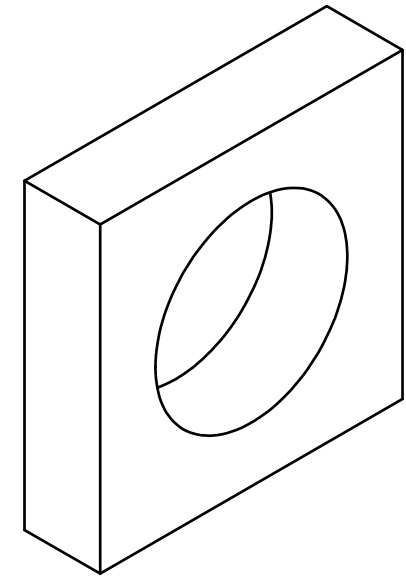
Ensamble perfilaría estructural		Rev.	Fecha	
			1	
NOTAS 1. Material Aluminio 6160 T5 2. Unidades en mm				Cantidad 1
N° PLANO TG-YM-Bandeja inferior.dwg	Diseñó: Yeimy Martin			Proyección 
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de máquina compostera de uso doméstico, funcional con energía solar	Revisó: Ing. David Rodriguez Aprobó: Asesora Sandra Rodriguez			




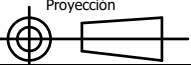
VISTA A-A
ESCALA 3 : 1

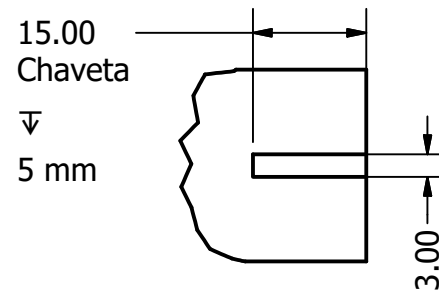
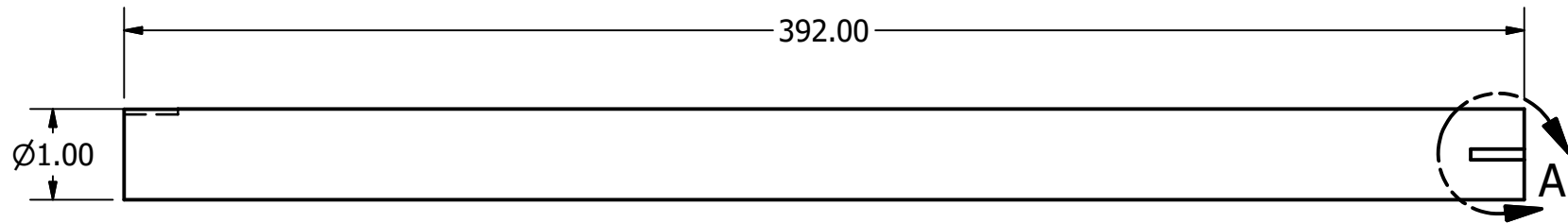


VISTA LATERAL





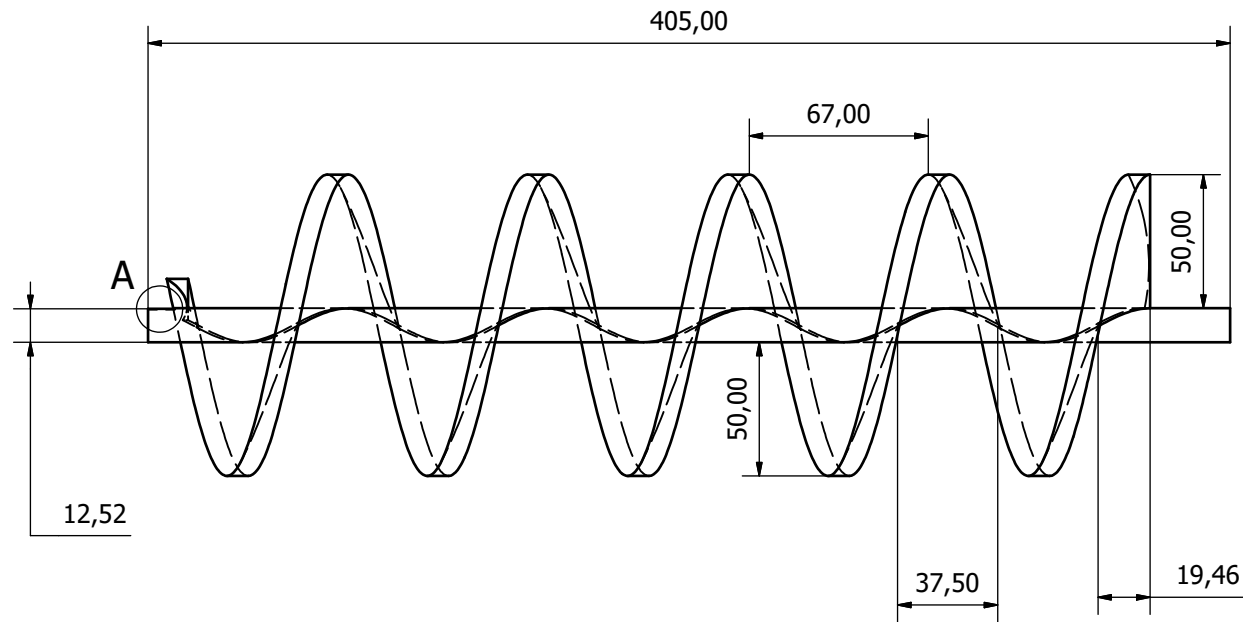
VISTA ISOMETRICA

Ensamble perfilaría estructural		Rev.	Fecha	
		1	10/08/2023	
NOTAS 1. Material Aluminio 6160 T5 2. Unidades en mm				Cantidad 6
N° PLANO TG-YM-Chumacera vertical.dwg	Diseño: Yeimy Martin			Proyección 
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de máquina compostera de uso doméstico, funcional con energía solar	Revisó: Ing. David Rodriguez Aprobó: Asesora Sandra Rodriguez			

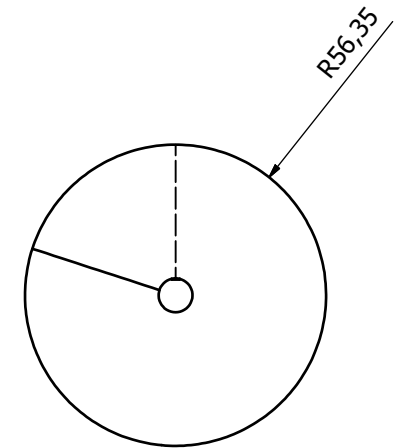


DETALLE A
ESCALA 1 : 1

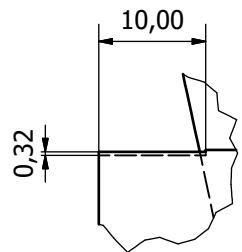
Ensamble perfilaría estructural		Rev.	Fecha	
		1	10/08/2023	
NOTAS 1. Material Aluminio 6160 T5 2. Unidades en mm				Escala 1 / 2
N° PLANO Eje y chaveta.dwg	Diseñó: Yeimy Martin			Cantidad 3
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de máquina compostera de uso doméstico, funcional con energía solar	Revisó: Ing. David Rodriguez			Proyección 
	Aprobó: Asesora Sandra Rodriguez			




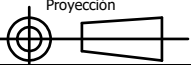
VISTA LATERAL

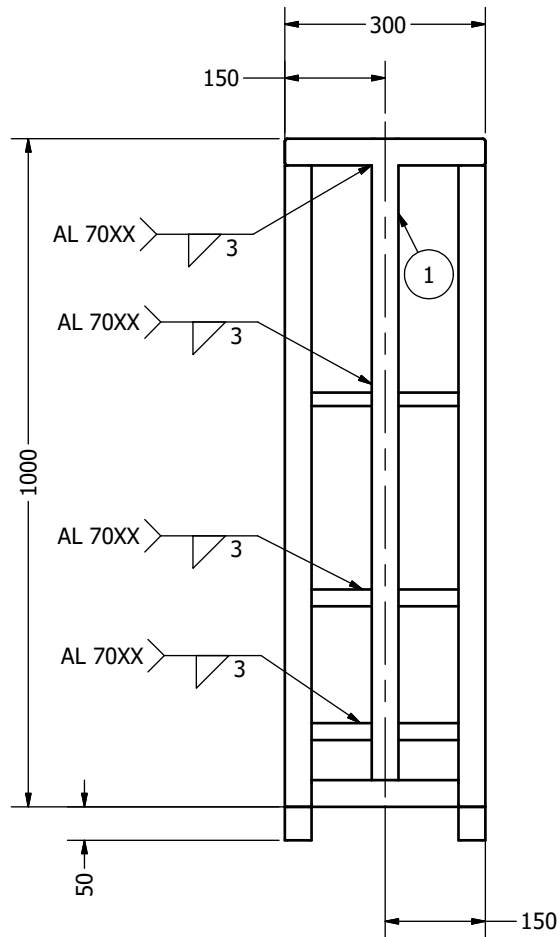


VISTA FRONTAL

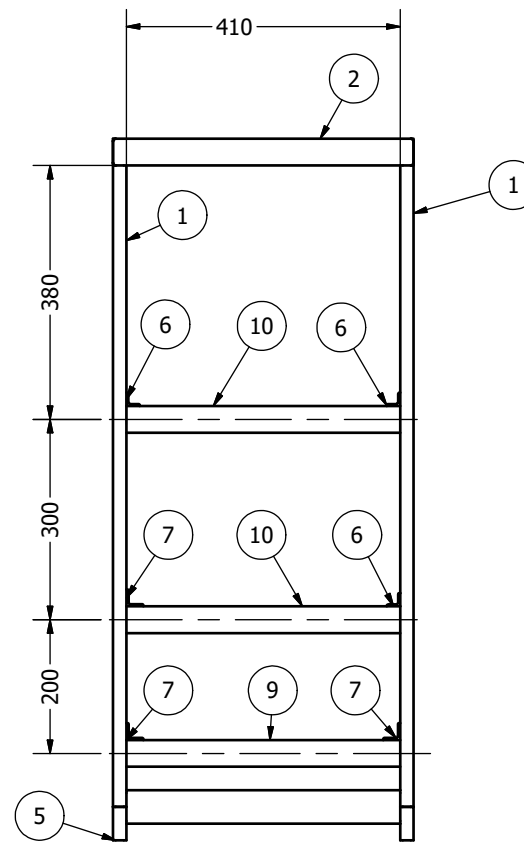


A (2 : 1)

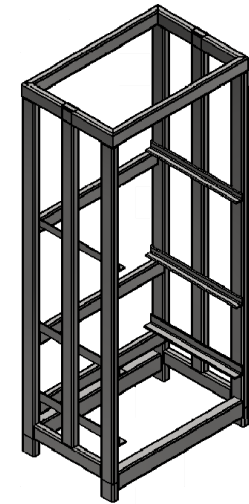
Ensamble perfilaría estructural		Rev.	Fecha	
		1	10/08/2023	
NOTAS 1. Material Aluminio 6160 T5 2. Unidades en mm				Escala 1 / 2
N° PLANO TG-YM-Tornillo de maserado.dwg	Diseño: Yeimy Martin			Cantidad 3
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de máquina compostera de uso doméstico, funcional con energía solar	Revisó: Ing. David Rodriguez			Proyección 
	Aprobó: Asesora Sandra Rodriguez			



VISTA FRONTAL


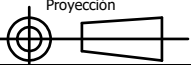


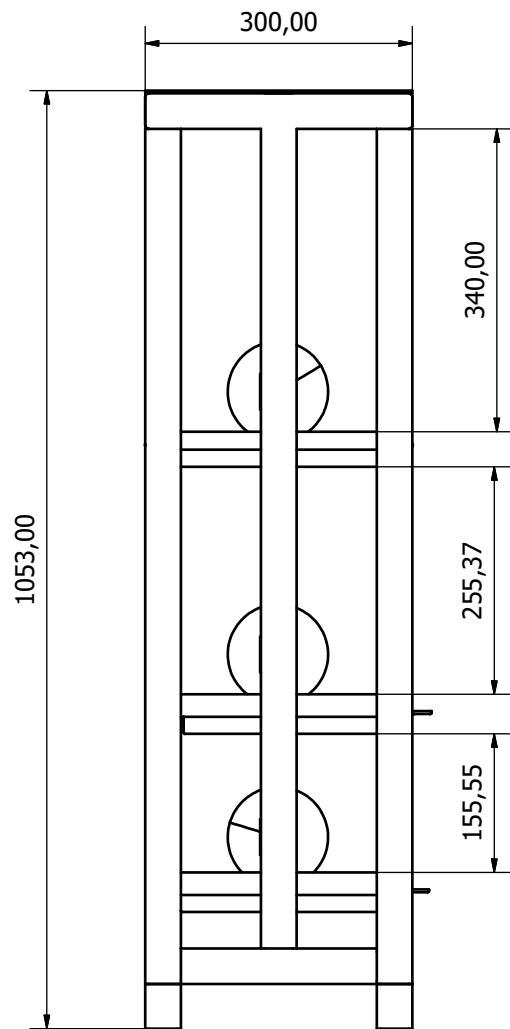
VISTA LATERAL



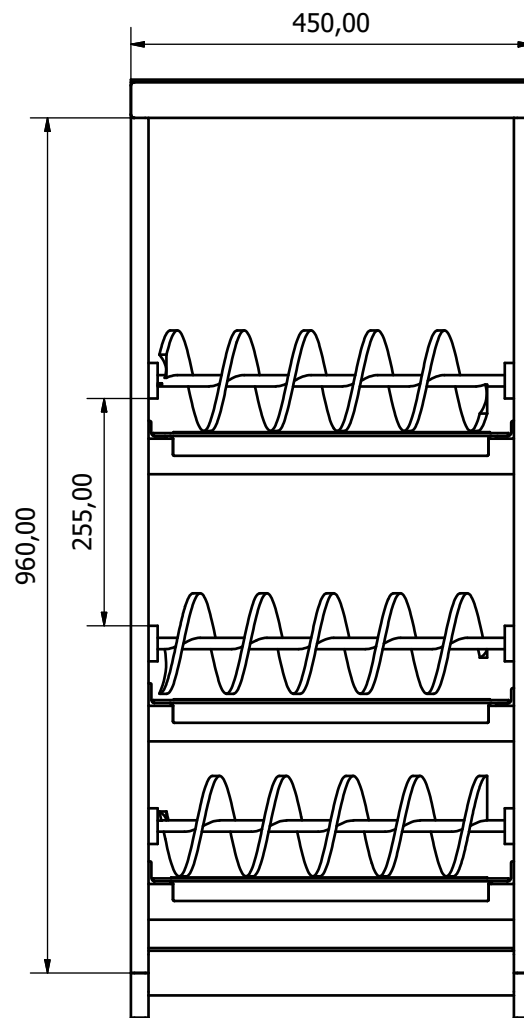
VISTA ISOMÉTRICA

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	5760,000 mm	ISO 10799-2 - 40x20x2 - 960
2	900,000 mm	ISO 10799-2 - 40x20x2 - 450
3	600,000 mm	ISO 10799-2 - 40x20x2 - 300
4	1040,000 mm	ISO 10799-2 - 40x20x2 - 260
5	200,001 mm	ISO 10799-2 - 40x20x2 - 50
6	900,000 mm	ISO 657-1 - L20x20x3-300
7	35,433 in	AISC - L 1 x 1 x 1/8 - 11,811
8	440,000 mm	ISO 10799-2 - 40x20x2 - 220
9	430,000 mm	ISO 10799-2 - 40x20x2 - 430
10	820,000 mm	ISO 10799-2 - 40x20x2 - 410
11	820,000 mm	ISO 10799-2 - 50x30x2 - 410

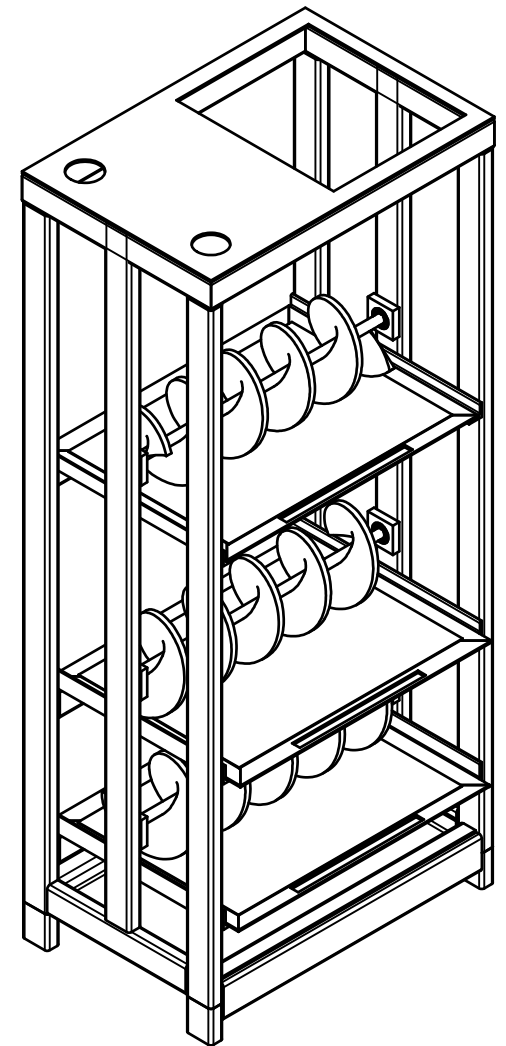
Ensamble perfilaría estructural		Rev.	Fecha	
		1	10/08/2023	
NOTAS 1. Material Aluminio 6160 T5 2. Unidades en mm				Cantidad 1
N° PLANO ESQUELETO.dwg	Diseñó: Yeimy Martin			Proyección 
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de máquina compostera de uso doméstico, funcional con energía solar	Revisó: Ing. David Rodriguez Aprobó: Asesora Sandra Rodriguez			




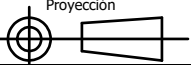
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



VISTA ISOMETRICA

Ensamble perfilaría estructural		Rev.	Fecha	
		1	10/08/2023	
NOTAS 1. Material Aluminio 6160 T5 2. Unidades en mm				Cantidad 1
N° PLANO TG-YM-ESM-Armado.dwg	Diseñó: Yeimy Martin			Proyección 
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de máquina compostera de uso doméstico, funcional con energía solar	Revisó: Ing. David Rodriguez Aprobó: Asesora Sandra Rodriguez			