

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Lombrifast: Optimización de proceso de lombricompost en finca La Loma"  
PROYECTO DE GRADO

**LUCIA BROLO ANCHISI**  
CARNET 24771-12

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Lombrifast: Optimización de proceso de lombricompost en finca La Loma"

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR  
**LUCIA BROLO ANCHISI**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO  
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ  
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ  
DIRECTORA DE CARRERA: LIC. MARIA REGINA ALFARO MASELLI

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. MARIA TERESA ESTRADA CORONADO

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

LIC. CARLOS AUGUSTO ARMAS DE LA ROCA  
LIC. LUIS EDUARDO MEDRANO GARCÍA  
LIC. MONICA PATRICIA ANDRADE RECINOS



Facultad de Arquitectura y Diseño  
Departamento de Diseño Industrial  
Teléfono: (502) 2426 2626 ext. 2773  
Fax: 2474  
Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16  
Guatemala, Ciudad. 01016  
mtestrada@url.edu.gt

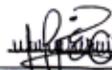
Guatemala, 23 de agosto de 2018

Señores  
Miembros del Consejo de Facultad  
Facultad de Arquitectura y Diseño  
Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto d Diseño titulado: "**Lombrifast: Optimización de proceso de lombricompost en finca La Loma**", elaborado por la estudiante **Lucía Brolo Anchisi**, número de carné **2477112**, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,



Mgtr. María Teresa Estrada Coronado



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
No. 031411-2018

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante LUCIA BROLO ANCHISI, Carnet 24771-12 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03155-2018 de fecha 12 de octubre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado

"Lombrifast: Optimización de proceso de lombricompost en finca La Loma"

Previo a conferírsele el título de DISEÑADORA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 15 días del mes de octubre del año 2018.



  
MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
Universidad Rafael Landívar

## Agradecimientos

**A Dios**, que me da la oportunidad de levantarme cada día y dar gracias por todo lo que me rodea; sin su amor nada sería posible.

**La Virgen María**, mi madre, mi apoyo y mi fé.

**Mis padres**, Lorena y Ricardo, quienes desde un principio me apoyaron en cada paso de la carrera, se esforzaron por darme estudios para verme salir adelante y siempre fueron un gran ejemplo para lograr las metas que quiero lograr.

**Mi hermano**, Juan José, por siempre tenerme paciencia y darme una mano cuando más lo necesito.

**Mi asesora**, Teresa Estrada, quien realmente me dedico tiempo, leyó cada palabra de mi tesis, me guió y ha sido una profesional ejemplar durante toda la carrera.

**Los trabajadores de Finca La Loma**. Celestino García y Celso Solórzano, quienes se involucraron siempre en el proceso de mi tesis, fueron parte de los usuarios y para mí siempre fueron un ejemplo de trabajo, humildad y esfuerzo.

## Dedicatoria

Esta tesis va dedicada a cada una de las generaciones que han pasado por Finca La Loma, especialmente a **Ricardo, Rodolfo y al Nonno Hector**, quienes siempre se esforzaron por darle a sus trabajadores una mejor calidad de vida, educación y trabajo. Son un gran ejemplo de humildad. Los admiro mucho por ayudar a tantas personas a través de la finca.

## ÍNDICE

<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>9</b>	3.3 Ciclo de vida	24
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>	3.4 Lombricomposteras	25
ANTECEDENTES	13	3.4.1 Realización de lombricompostero	25
1. Abono orgánico	14	<b>ACTORES INVOLUCRADOS</b>	26
1.1 Compost	15	Cliente	27
1.2 Humus de lombriz o lombricompost	15	<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>	29
1.3 Cenizas	15	<b>NECESIDAD</b>	34
1.4 Abono verde	15	Usuarios	35
1.5 Estiércol	15	Análisis de soluciones existentes	39
1.6 Turba	16	<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>45</b>
1.7 Guano	16	<b>III. MARCO LÓGICO</b>	<b>50</b>
2. Presentaciones de abono orgánico	17	<b>VI. REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS</b>	<b>52</b>
2.1 Abonos sólidos	17	<b>V. CONCEPTUALIZACIÓN</b>	<b>56</b>
2.1.1 Bastones	17	Parte I - Teoría del Diseño	57
2.1.2 Pastilla	17	El diseño centrado en el usuario	59
2.1.3 Granulados	17	Parte II - Conceptos de diseño	64
2.1.4 Macro-granulados	18	Parte III - Otras herramientas o información	
2.1.5 Polvo	18	técnica para el proyecto	67
2.2 Abonos líquidos	19	1. Ergonomía	67
2.2.1 Suspenciones o mezclas	19	1.1 REBA (rapid entire body assessment)	68
2.2.2 Soluciones	19	2. Antropometría	71
3. Lombricultura	20	Parte IV - Materiales y procesos	72
3.1 Lombriz californiana	21	<b>PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN DE</b>	
3.2 Crianza	22	<b>LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	76

Parte I - Primera evolución de conceptos	77
Parte II - Segunda evolución de conceptos	85
Parte III - Otras evoluciones	90
<b>VI. MATERIALIZACIÓN</b>	<b>109</b>
<b>VII. PLANOS Y PATRONAJE</b>	<b>118</b>
SECUENCIA DE USO	148
Manual de construcción	149
Manual de uso	158
PROCESO DE PRODUCCIÓN	163
Parte I - Tabla de materiales y procesos	163
Parte II - Flujo productivo	168
<b>VIII. VALIDACIÓN</b>	<b>175</b>
<b>IX. COSTOS</b>	<b>188</b>
Parte I - Definición del rol del diseñador industrial	188
Parte II - Establecimiento del modelo de cobro	188
Parte III - Tablas de costeo	188
<b>X. CONCLUSIONES</b>	<b>200</b>
<b>XI. RECOMENDACIONES</b>	<b>200</b>
<b>XII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>201</b>
<b>XIII. ANEXOS</b>	<b>203</b>

## Resumen ejecutivo

La Loma es una finca que se dedica principalmente al cultivo del café. El café, por ser la fuente económica principal de la finca, es supervisado y abonado constantemente.

El abono principal de esta cosecha es el lombricompost. Este se realiza en un área de Finca La Loma utilizando cinco empleados de tres a siete días al mes. El sistema para realizar lombricompost tiene dificultades, por lo cual le trae problemas tanto a los usuarios, como a los propietarios de la finca.

Por ello, en el documento se presenta la investigación del proceso de lombricompost en Finca La Loma. Este sistema tiene la necesidad de un rediseño que mejore en diversos aspectos, como por ejemplo, en el económico, ya que se invierte mucho más capital de lo esperado en esta actividad, ergonómico, porque la postura que utiliza el usuario provoca riesgos para la salud y por último, estructural, por las fallas técnicas.

El diseño industrial interviene en el sector de un área rural, el cual cuenta con una capacidad económica limitada,

para que el proceso de lombricompostaje sea funcional.

Finalmente, se presenta un modelo de solución, creando un producto que sea realizado con el presupuesto que el cliente propone. Este tiene que cumplir con las necesidades y requerimientos económicos, ergonómicos y funcionales, mejorando así el proceso de lombricompost que utiliza actualmente finca La Loma.

# Optimización del proceso de lombricompost en finca La Loma



**LUCÍA BROLO ANCHISI**  
2477112

**Guatemala, octubre del 2018**

# I. INTRODUCCIÓN

El ser humano a lo largo de la historia ha aprendido a sobrevivir en distintos climas, regiones e incluso con el impacto de distintos desastres naturales. Una de las prácticas más importantes que el hombre aprendió a través de los tiempos fue la agricultura.

La agricultura es un conjunto de actividades, técnicas y conocimientos, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales para la alimentación del ser humano y otras especies como los animales domésticos y el ganado.

El origen de la agricultura comienza en el momento en el que el ser humano deja de ser una especie nómada y practicante de la caza y la recolección y decide ser sedentario. Por esta razón, empieza a desarrollar distintas prácticas como la domesticación de animales y el cultivo de la tierra. De esta manera las sociedades de Homo sapiens abandonaron el nomadismo y la economía de subsistencia para convertirse en productores de sus propios alimentos. Se ha logrado determinar que esta práctica se empezó a dar en el periodo Epipaleolítico (12,000 a.C. – 9,000 a.C.), en lugares como Palestina en las culturas Natufiense y en Irak en la cultura



Imagen 1  
Cosecha con personas  
Fuente: <https://bit.ly/2iiVfo7>

Zarziense, cultivando cereales salvajes.

Con el pasar de los años la agricultura se utilizó para distintos fines como por ejemplo la comercialización. Actualmente, forma parte de la economía de muchos países y se han hallado distintas maneras de desarrollarla con nuevas técnicas y tecnologías.

La agricultura ofrece cada día mejores cosechas, producto de muchos años de investigación y desarrollo. Entre los cuidados especiales que se le proporcionan a las cosechas están los abonos. Existen abonos orgánicos y químicos. Los abonos

orgánicos son variados y vienen en distintas presentaciones tanto sólidas como líquidas. Algunos ejemplos de abono orgánico son: el estiércol, el humus, el lombricompost y las cenizas.

Entre la variedad de abono que se mencionó anteriormente, el lombricompost ha tenido un impacto positivo en cuanto a las cosechas a nivel mundial. Este es un abono elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica realizada por algunas especies de lombrices, las cuales presentan una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio. Tanto en la agricultura de Guatemala como a nivel mundial, es un producto muy utilizado y por esto, se decidió iniciar un proyecto en torno a este tema.

En este proyecto se hará énfasis en el desarrollo de un sistema de lombricompostaje. El proyecto se denomina “Optimización del proceso de lombricompost en finca La Loma”. Con este se busca mejorar el proceso de lombricompostaje que se trabaja actualmente en Finca La Loma y detectar las necesidades, para así ayudar tanto al cliente como al usuario y con esto, obtener un sistema más eficiente y funcional. Este fin se pretende alcanzar utilizando todas las herramientas del diseño industrial, analizando distintos temas relacionados con el lombricompost, realizando



Imagen 2  
Paísaje de finca la Loma  
Fuente: Propia

conceptos de diseño y al llegar a una propuesta final, se procederá a materializar una propuesta para encontrar una mejor solución para afrontar la situación actual.



# ANTECEDENTES

Para desarrollar el proyecto en finca La Loma, se tendrán que investigar los temas que influyen de manera significativa en el proceso de lombricompost. Los temas investigados serán muy importantes, ya que ayudarán a desarrollar un proyecto que sea funcional y práctico para realizar un diseño que pueda solucionar las necesidades actuales que sufren al no tener una solución para un proceso más óptimo.

Entre estos están datos primordiales y conceptos que están ligados directamente al proyecto, esto con el fin de contextualizar en cada uno de ellos para tener una mejor comprensión de todos los aspectos que este abarca y conocer los lineamientos que tiene que tener para llegar a una solución funcional. Como primer tema, se desarrollan los tipos de abono orgánico que existen y sus usos en distintos sectores.

## 1. Abono orgánico

Los abonos orgánicos son sustancias o fertilizantes que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto, que vienen de fuentes naturales y orgánicas.

Se añaden al suelo para mejorar sus características.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales los cuales lo nutren, sino que además influye a favor de la estructura del suelo. De la misma manera aportan nutrientes y también se asegura tener agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

Ahora bien, dependiendo del suelo y de sus características hay distintos tipos de abono orgánico y se divide en los siguientes:

## 1.1 Compost

El compost son restos orgánicos como ramas, hojas, césped, plantas adventicias, cáscaras de frutas, hortalizas, etc. en descomposición. Mejora la textura y composición química del suelo. Las personas pueden elaborar su propio compost. El compost se utiliza generalmente en agricultura y jardinería como abono para que las plantas crezcan más fuertes y resistentes. Hay otras maneras importantes en las que se utiliza como en el control de erosión, recuperación y recubrimientos de suelos.

## 1.2 Humus de lombriz o lombricompost

Se obtiene con el proceso digestivo de las lombrices, se les coloca desechos orgánicos como por ejemplo estiércol de vaca y se alimentan del mismo, luego lo digieren y lo desechan, el producto de esos desechos es el abono que se utiliza para abonar la tierra. Para aplicarlo se debe mezclar con la tierra. Aporta nutrientes, nitrógeno, hormonas, etc. a las cosechas. También aumenta la resistencia de los cultivos y las características de la tierra por lo cual su uso en agricultura es muy eficiente y más económico.

## 1.3 Cenizas

Las cenizas proceden de maderas sin tratamiento. Es una solución natural ante plagas y enfermedades causadas por hongos y las cenizas aportan altos niveles de calcio, magnesio y potasio. Generalmente son utilizadas para eliminar enfermedades de las cosechas y es un método natural para hacerlo.

## 1.4 Abono verde

El abono verde consiste en sembrar plantas de vegetación rápida, que luego se cortan y se entierran en el mismo lugar donde han sido sembradas. Al realizar ese proceso mejoran las propiedades físicas del suelo. Lo enriquecen con una evolución rápida, además le proporciona a la tierra otros nutrientes minerales y sustancias fisiológicamente activas, así como a activar la población microbiana del suelo. El abono verde sirve para estimular rápidamente la actividad biológica y estructura del suelo, protege el suelo de la erosión, enriquece el suelo con nitrógeno, limita el desarrollo de malezas y es favorable para el crecimiento de plantas como por ejemplo los cereales.

## 1.5 Estiércol

El estiércol son las heces fermentadas de animales. El estiércol puede presentar diferentes niveles de nutrientes

dependiendo del animal del que provenga. Para agricultura generalmente se utiliza el estiércol del ganado vacuno. Este proporciona distintos nutrientes a la tierra lo cual hace que las plantas crezcan fortalecidas y al ser natural no arruinan el suelo.

### **1.6 Turba**

La turba son los restos vegetales que se descomponen con un nivel alto de humedad y poco oxígeno. Es una materia esponjosa y fibrosa. Estimula el crecimiento de las raíces de las plantas, mejora la estructura de la tierra, evita el arrastre de nutrientes y favorece la absorción de agua. Tiene distintos usos como por ejemplo combustible para secar el licor y le da un mejor aroma, en horticultura ya que retiene el agua y le da estabilidad a las plantas y para material de construcción en lugares donde la madera es escasa.

### **1.7 Guano**

Lo forman las deyecciones de aves marinas y de murciélagos. Tiene altos niveles de nitrógeno, potasio y de fósforo. Entre sus usos constituye una alternativa ecológica a los fertilizantes químicos, e incluso una fuente de energía, puesto que puede utilizarse para producir biogás.

Todos estos abonos son importantes para mejorar la calidad del suelo y sobre todo fortalecerlo, creando un área

más nutrida de forma natural. Dependiendo de la cosecha y de la tierra en donde está sembrada, se adapta cada tipo de abono. Hay suelos que necesitan más abono que otros, hay unos que necesitan un componente especial y dependiendo de la siembra y el crecimiento de los frutos, los agricultores escogen el tipo de abono orgánico que realmente fortalece las plantas que están sembrando.

Los abonos orgánicos, provienen de fuentes naturales las cuales difieren una de la otra en su origen, estos abonos se muestran en varias presentaciones dependiendo del uso que se le quiere dar a cada una las personas que trabajan el suelo. La presentación que se utilice dependerá de muchos factores como el clima, suelo, condición, siembra, etc.

Anteriormente se mencionaron los distintos tipos de abono orgánico. A continuación, se muestran las distintas presentaciones en las cuales los podemos encontrar:

## 2. Presentaciones de abono orgánico

El abono orgánico viene en distintas presentaciones, las cuales se explicarán a continuación.

### 2.1 Abonos sólidos

Los abonos sólidos están conformados por material homogéneo que procede de residuos vegetales y animales procesados por diferentes presentaciones. Se utiliza para recuperar, mantener o incrementar la actividad biológica del suelo dándole más fertilidad.

se le quiere dar a cada una, a continuación estas se presentan.

#### 2.1.1 Bastones

Los bastones son fertilizante concentrado en forma de clavos, que se aplica introduciéndose en el suelo con una fácil manipulación y distribución. El contenido se aporta de forma gradual en las siembras.



Imagen 3  
Bastón, abonos sólidos  
Fuente: <https://goo.gl/rcfGhd>

#### 2.1.2 Pastilla

Las pastillas son nutrientes o elementos comprimidos en forma de pastilla. Hay dos tipos de pastilla dependiendo del uso: para hoja y para plantas de flor. Estos se ponen debajo de la tierra junto a la planta.



Imagen 4  
Pastillas, abonos sólidos  
Fuente: <https://goo.gl/rcfGhd>

#### 2.1.3 Granulados

La dosificación de nutrientes de los abonos granulados es precisa, libera los nutrientes de forma gradual y la aplicación es manual o con un equipo apropiado para una buena distribución en el terreno. Sus partículas son de 1 a 4 mm.



Imagen 5  
Granulados, abonos sólidos  
Fuente: <https://goo.gl/rcfGhd>

#### 2.1.4 Macro-granulados

Los macro-granulados al igual que los granulados libera nutrientes de forma gradual pero los gránulos son más grandes, de 1-3 centímetros de diámetro e incluso mayores. Se distinguen de los granulados porque la dosis es mayor y más fuerte.



Imagen 6  
Macro-granulados, abonos sólidos  
Fuente: <https://goo.gl/rcfGhd>

#### 2.1.5 Polvo

Los polvos se aplican de forma directa o diluidos en agua. El grado de finura del polvo varía en función del tipo de fertilizante utilizado. Es utilizado principalmente en hidroponía.



Imagen 7  
Polvo, abonos sólidos  
Fuente: <https://goo.gl/rcfGhd>

La característica principal de estos tipos de abono, es su consistencia sólida, manejada con máquina o manualmente dependiendo del método como se mencionó con anterioridad.

Los abonos sólidos se aplican cuando la persona que está utilizandolos, desea que el fertilizante no lo absorva el suelo rápidamente y tenga más durabilidad en él.

Ya que se mencionaron los abonos sólidos, a continuación se describen los abonos líquidos, los cuales son una presentación distinta ya que su consistencia es más acuosa.

## 2.2 Abonos líquidos

Los abonos líquidos se conocen como sustancias líquidas que pueden ayudar a la fertilización de una siembra. Los más conocidos son el agua de estiércol, que es el estiércol de un animal mezclado con agua y orina de animales. Estas son las presentaciones principales en los que se presenta el abono líquido:

### 2.2.1 Suspensiones o mezclas

Las suspensiones o mezclas son fertilizantes sólidos que se diluyen en un medio líquido como por ejemplo agua para luego regar siembras. Para distribuirlo se necesita un dispensador o un contenedor.

### 2.2.2 Soluciones

Las soluciones contienen nutrientes disueltos en agua de forma homogénea, con un origen químico, natural o combinado. Al igual que las suspensiones o mezclas, para distribuirlo se necesita un dispensador o contenedor.



Imagen 8  
Dispensador para abonos líquidos  
Fuente: <https://goo.gl/MbVB6M>

Tanto los abonos sólidos como los líquidos cuentan con distintas características y se utilizan para distintos fines dependiendo de la siembra a la que se quiere destinar.

Entre los abonos que se mencionaron anteriormente, a continuación se dará una información más extensa del humus de lombriz o lombricompost. Este es un abono que se ha desarrollado en los últimos años de manera avanzada debido a los resultados positivos que proporciona a las cosechas. Por esta razón, a continuación, se mencionara como se realiza la elaboración del mismo y de donde proviene, características de la lombriz californiana y otros datos importantes que hay que tener en cuenta para la manipulación de la lombriz durante el proceso. El primer tema a desarrollar será la lombricultura, que es la base de todo el proceso del lombricompostaje.

### 3. Lombricultura

La lombricultura es una serie de operaciones relacionadas con la cría y producción de distintas clases de lombrices y del tratamiento de las mismas. Es una biotecnología que utiliza a una especie doméstica de lombriz, como herramienta de trabajo encargada de reciclar material orgánico. Los orígenes de la misma, como técnica se remontan a 1936, cuando el Dr. Thomas Barrett, se dedicaba a mejorar la fertilidad de suelos estériles y entre sus descubrimientos observó como entre un montón de basura unas lombrices se multiplicaban rápidamente. Debido a esta observación, se dedicó por diez años a investigar a las lombrices, empezando por unas cuantas que había recolectado. Los resultados de estas investigaciones las publicó en su obra “Harnessing the eart worm”.

Esta actividad permite que se obtenga una serie de productos como el humus o lombricompost y una fuente proteica que es la carne de lombriz.

En otras palabras la crianza de lombrices de tierra para la producción de lombricompost, la producción de lombrices y la crianza de las mismas es la denominada lombricultura.

La Lombricultura tiene algunos beneficios importantes.

Las personas que practican la lombricultura están ayudando a mejorar la calidad de los suelos de manera natural y económica, aportando a la reposición del humus y lombricompost.

El lombricompost es un fertilizante de desechos de lombrices biodegradable y natural. Este se produce en dos distintas formas de abonos naturales; uno de forma sólida, llamado lombricompost que son los desechos de la lombriz al desechar los alimentos durante su proceso digestivo y el otro en forma líquida que es el té de compost producto del excedente de humedad. El té de compost se realiza cuando se pone agua en el compost para que las lombrices puedan moverse y luego el agua sobrante que cae en un contenedor a través de una pendiente o canal es el té.

El lombricompost y el té de compost son abonos que hacen que los suelos y cultivos tengan características destacadas, por lo cual muchos agricultores lo han utilizado para mejorar sus cultivos. Estos son los beneficios comprobados de esta materia orgánica:

- Tiene la consistencia adecuada para suelos ligeros y compactos ya que se desintegra fácilmente cuando se aplica.
- Ayuda a la retención de agua y al drenado de la misma y esto beneficia a los cultivos porque no se secan.

- Incrementa el aireado en la tierra para las raíces.
- Regula la nutrición del cultivo.
- Ayuda con el proceso del potasio y el fósforo en el suelo.
- Aporta microorganismos útiles al suelo y esto ayuda al cultivo durante su crecimiento.
- Mejora la resistencia de las plantas.

Gracias al té de compost las cosechas se han convertido en plantas resistentes y en suelos más sanos.

Para obtener el lombricompost hay que proceder a entender mejor el proceso para llegar a tener este abono. Este abono se produce a través de las lombrices. Hay distintos tipos de lombrices que lo pueden desarrollar, las cuales tienen características especiales que facilitan su explotación. Algunas características esenciales son el ciclo de vida corto, el crecimiento rápido y valencia ecológica alta. Los tipos de lombriz más comunes son *E. foetida*, *L. rubellus*, *E. Andrei*, *E. hortensis* y *L. castaneus*. En Guatemala, la lombriz que más se utiliza debido a sus características adaptables al clima y a su reproducción es la *E. fétida* o lombriz californiana. Esta especie es muy importante para desarrollar el proceso por lo cual vale la pena mencionar sus características principales y ampliar la información.

### 3.1 Lombriz californiana

El nombre común es lombriz californiana pero el nombre científico es *Eisenia fétida*. También se le llama comúnmente coqueta roja. Sus principales características son:

- Es de fácil adaptación al cautiverio e implica poco mantenimiento, por lo cual la utilizan para producir compost a nivel industrial o doméstico.
- Es hermafrodita incompleta, o sea que tiene ambos sexos, pero necesita aparearse para reproducirse.
- En cautiverio tiene una vida media de 15 años.
- No aguanta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos.
- Necesita aunque sea un grado mínimo de humedad del 20% en el medio en donde vive para tener movilidad.
- Avanza excavando en el terreno a medida que come, depositando sus deyecciones.
- Mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 milímetro de diámetro, y pesa hasta aproximadamente 1,4 gramos.
- Puede llegar a producir hasta 1,300 lombrices al año.
- En su vida adulta pesa aproximadamente 1 gramo, come equivalente a su peso diariamente.

La lombriz californiana cuenta con distintas características como las que se mencionaron anteriormente, pero para que cumpla con todas estas características y poder llegar a tener todos los beneficios, hay que conocer la manera en la que se crían. A continuación se mencionarán las distintas condiciones de crianza de la misma.

### **3.2 Crianza**

Para la crianza de la lombriz californiana en el ámbito a nivel industrial se utilizan lechos de lombrices donde se pueden contabilizar más de 100.000 lombrices en condiciones óptimas por cada 2 m<sup>2</sup> de terreno.

En cuanto a la alimentación, a medida que ingieran los desechos habrá que ir añadiendo alimento y así quedarán desechos orgánicos, y el té de lombriz. La parte inferior del contenedor donde se almacenen las lombrices debe permitir drenar o debe tener agujeros para evitar inundaciones que acaben ahogando las lombrices, ya que necesitan un hábitat húmedo pero sin encharcamientos.

La alimentación adecuada de las lombrices se basa en residuos orgánicos domésticos, del jardín o del campo, residuos orgánicos industriales o estiércol. Se reproducen con facilidad, tienen que tener humedad adecuada y alimento suficiente y se duplicará cada tres meses la población, si no

se aumenta el tamaño de la zona en donde están, dejan de reproducirse. La zona perfecta es un lugar resguardado de temperaturas muy altas o muy bajas, sin vientos fuertes, con sombra, húmedo y alejado de posibles depredadores.

Al recibir información con las características principales de la lombriz californiana y de su crianza, se procede a describir el ciclo de vida de la misma, con esto, se concluye con la información primordial de la lombriz.

Hay pasos que se deben seguir para la elaboración de lombricompost, luego de entender la crianza, a continuación se muestran una serie de pasos fundamentales.

## Pasos para la elaboración de lombricompost



Figura 1  
 Diagrama de pasos para lombricompostero  
 Fuente: Propia

### 3.3 Ciclo de vida

La lombriz californiana, se reproduce una vez por semana por fecundación cruzada, de la fecundación resultan 2 cocones o huevos. Cada uno de los cocones, contiene de 2 a 4 lombrices, los cocones son abandonados por los progenitores. Las lombrices se reproducen prácticamente durante todo el año. Permanecen en el huevo entre 14 y 44 días (23 días de media) dependiendo de la temperatura. Las lombrices en el interior del cocón se nutren de las secreciones albuminoideas que contienen hasta su nacimiento.

Las lombrices son de desarrollo directo naciendo de los cocones, animales que son parecidos a sus progenitores, con los mismos hábitos alimentarios y similar dieta. Las lombrices recién nacidas, son transparentes y de pocos milímetros de longitud pero al cabo de 50-65 días ya miden de 2 a 3 cm. Alcanzan la capacidad para reproducirse cuando estos ejemplares posean clitelo.

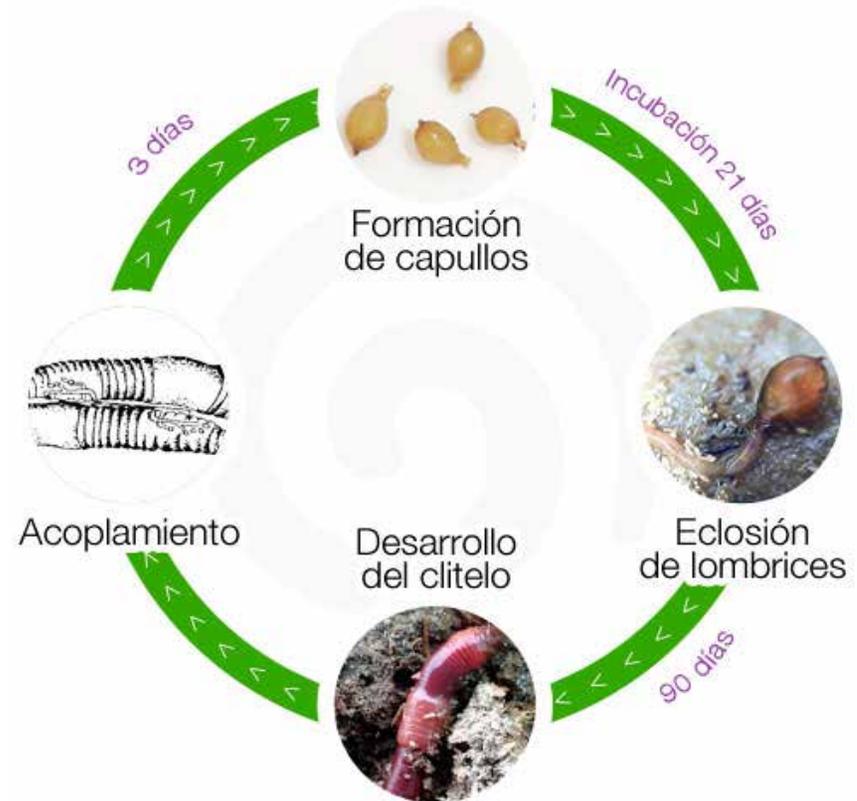


Figura 2  
 Ciclo de vida de Lombriz Roja Californiana  
 Fuente: <https://goo.gl/9KRaxS>

La evolución de las lombrices californianas es la siguiente:

1. Cocones o huevos: capullos
2. Juveniles: lombrices transparentes
3. Subadultos: lombrices pigmentados carentes de clitelo.
4. Adultos: lombrices que poseen clitelo.

### 3.4 Lombricomposteras

Una lombricompostera es un espacio en donde se introduce la lombriz roja, también llamada “lombriz californiana” (*Eisrnia fetida*). Para que este espacio funcione se crean las condiciones óptimas para que se desarrollen las lombrices, y así estas pueden elaborar un humus/abono de excelente calidad para las cosechas de plantas, frutas y verduras.

El lombricompostaje es una técnica de transformación de material orgánico que son el resultado de la actividad de lombrices que utilizan el sustrato orgánico como fuente de energía y nutrientes.

#### 3.4.1 Realización de un lombricompostero

Lo más común para realizar la técnica de lombricompostaje es en pilas, que son montones de residuos de diferente composición colocados en capas superpuestas.

Las características para realizar una pila son las siguientes:

- El tamaño la pila deberá realizarse de acuerdo a la cantidad de lombricompost que se desea obtener, hay tamaños domésticos e industriales, pero en el caso de la

altura deberá ser menor de 1,00 m en ambos casos, ya que el peso del material puede afectar a las lombrices.

- El terreno debe estar en un lugar sombreado y protegido. El sol hace que las lombrices mueran en menos de una hora y el lugar debe tener acceso al agua para regar y mantener la humedad en la tierra.

- Las pilas deben consistir en una o varias capas de material orgánico de 8 a 15 cms. de espesor.

- La humedad en las capas debe permanecer y ser controlada durante el proceso, el estado óptimo es ni muy mojado para que las lombrices no se ahoguen, ni muy seco porque pierden movilidad.

- La temperatura no debe superar los 70 °C, cuando esto sucede se debe rehumedecer el material orgánico para regularla.

- En el mantenimiento en los primeros días es mejor remover cada 15 días el material orgánico, luego en aproximadamente 30 días dependiendo del estado de la pila.

Observar soluciones existentes (Páginas 38-41) para ver ejemplos físicos.



# ACTORES INVOLUCRADOS

## Cliente

Para este proyecto se tomó como cliente a Finca La Loma, la cual se encuentra en la Ciudad de Guatemala en el municipio de Villa Canales. Cuenta con una temperatura entre 25°C y 27°C. Tiene una altitud de 1,250 metros sobre el nivel del mar, por lo cual es ideal para distintas cosechas. Actualmente, se dedica principalmente a la siembra del café. En la propiedad se siembran aproximadamente 30 manzanas. La cosecha, da frutos dos veces al año, en noviembre y en febrero. El café que proviene de las cosechas se vende maduro en el mercado nacional. Este es el pilar económico principal en la finca.

Para mantener las cosechas de café sanas y evitar enfermedades, este tiene cuidados especiales. Entre los cuidados especiales está el abono, el cual se aplica cada 21 días en las 30 manzanas. El abono que utilizan actualmente se produce en La Loma, se llama lombricompost. El lombricompost se empezó a trabajar en las pilas en donde se secaba el café anteriormente, por lo cual es un espacio improvisado. Es más conveniente utilizar este abono natural que uno químico, ya que la materia prima para alimentar a las lombrices proviene del excremento del ganado que crían, por lo cual no genera costos altos para los clientes. El ganado es el segundo pilar económico más importante de la finca.

La materia prima no tiene costo alguno, los costos que se dan en el proceso son los sueldos que se le pagan a los trabajadores por trabajar el lombricompost de aproximadamente Q1300.00 al mes, ya que trabajan cinco

personas con un sueldo de Q86.90 durante tres días al mes. El método que utilizan actualmente los usuarios es sostener un poco de abono en la palma de la mano y seleccionar lombriz por lombriz para dejar el abono por un lado y las lombrices por el otro, para así repetir el proceso con nuevo excremento de vaca introduciendo nuevamente las lombrices a este y crear así un ciclo.

El cliente no tiene personas que se dediquen específicamente al lombricompostaje, Los trabajadores dejan a un lado sus tareas para realizarlo cada 21 días, esto significa que una vez al mes tienen que dejar sus tareas a un lado y dedicarse al lombricompostaje.

El lombricompost se ha convertido en algo fundamental en el cultivo del café de Finca la Loma, ya que ha fortalecido las hojas de las plantas y si estas no están fortalecidas o se caen, la planta tratará de renovarla o repararla antes de dar frutos y esto dará una cosecha muy pobre.

A continuación, se presenta un diagrama con las características principales del cliente, algunas de ellas mencionadas anteriormente.

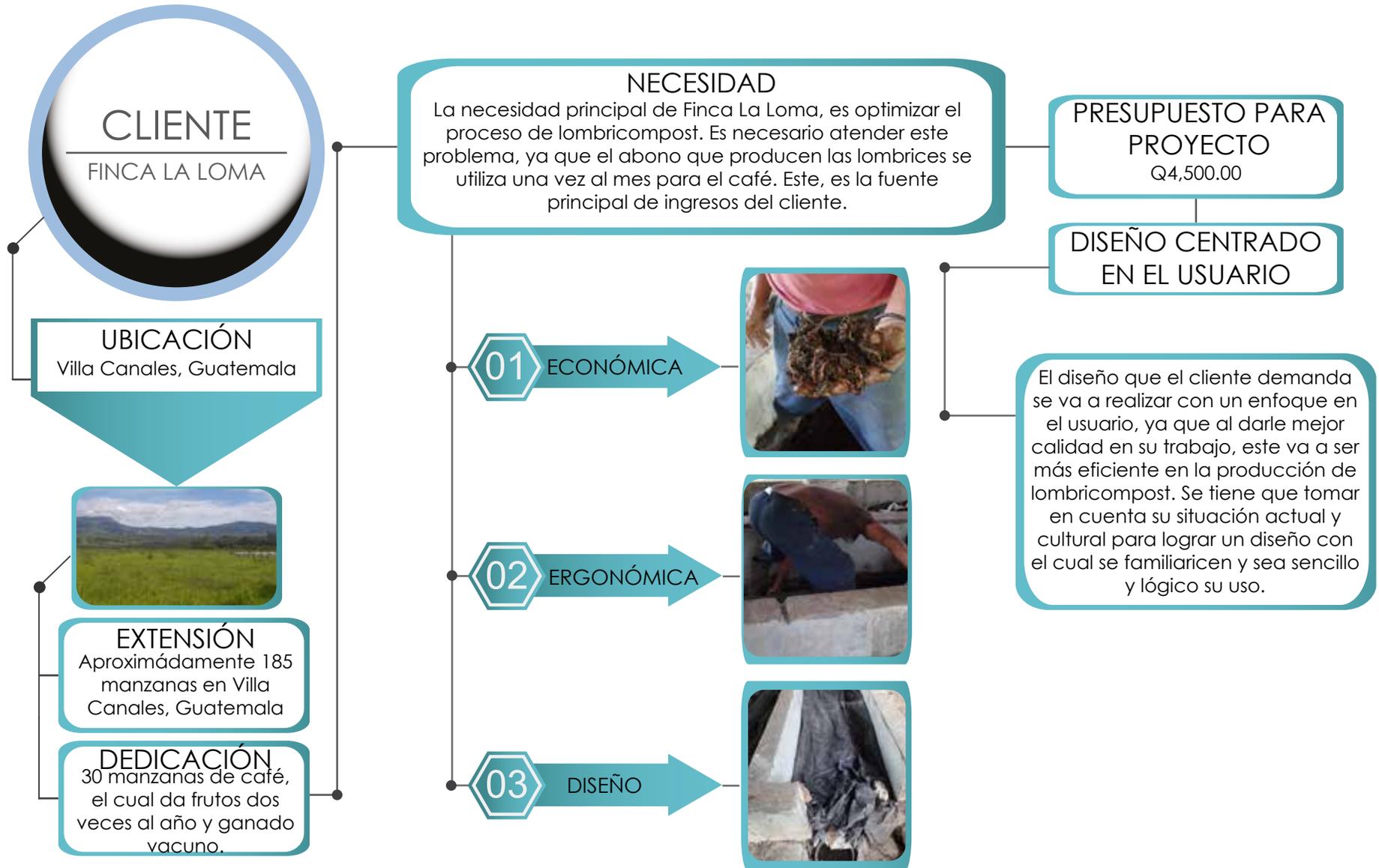


Figura 3  
Diagrama de características del cliente  
Fuente: Propia

## SITUACIÓN ACTUAL

La actividad más importante de Finca La Loma, es la producción de café como se mencionó anteriormente. Para tener una buena cosecha se necesitan cuidados especiales, como por ejemplo, un abono eficiente para el crecimiento constante. El abono más efectivo y que se utiliza actualmente es el lombricompost. Es una fuente rica en nutrientes para el café y lo ayuda a crecer con más fortaleza.

El proceso para obtener el lombricompost se realiza adentro de la finca y es trabajado por cinco usuarios distintos. Al realizar este proceso surgen algunos problemas que suelen atrasar el proceso y volverlo largo y difícil para el usuario. Esto hace que el rendimiento baje y los costos suban.

A continuación, se muestra el proceso a través de un diagrama paso por paso. Para este diagrama se utilizó la Figura 1 de la página 21, que se mostró anteriormente con cada uno de los pasos. Si el paso tiene una imagen, implica que es una dificultad para el usuario. Si hay un cheque verde, significa que es un acierto y no necesita rediseño.

### Análisis del proceso para la elaboración de lombricompost

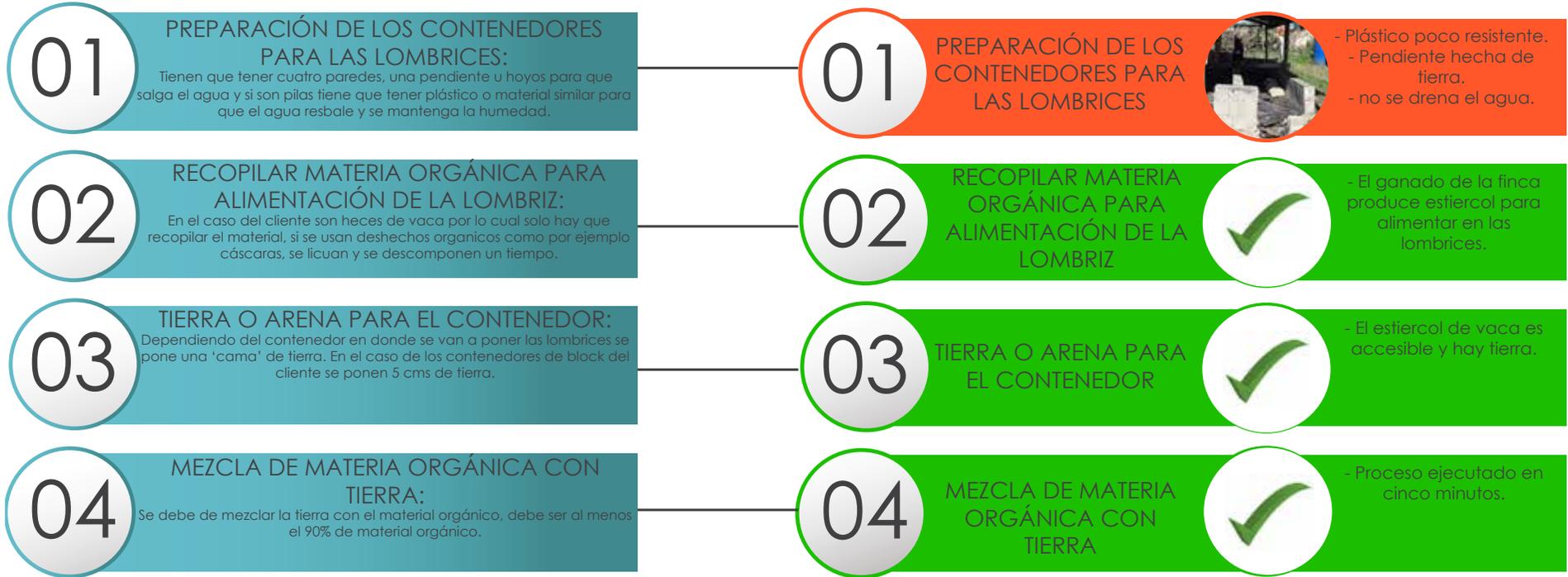


Figura 4  
Diagrama de preparación del lombricompost  
Fuente: Propia

### Análisis del proceso para la elaboración de lombricompost



Figura 5  
Diagrama de preparación del lombricompost  
Fuente: Propia

El diagrama anterior muestra necesidades latentes que finca La Loma debe mejorar para poder tener un proceso adecuado de cada paso en el lombricompostaje.

Por esta razón, el diseño toma un papel fundamental

para solucionar los problemas que se mencionaron anteriormente.

A continuación se muestran imágenes del sistema de lombricompostaje antes del rediseño.



El lombricompostero lo realizaron en una pila para el secado de café, esto hace que no cumpla su función desde un principio.

Imagen 9  
 Sistema actual  
 Fuente: Propia



La pendiente para que el agua salga al contenedor y las lombrices no se ahoguen la realizan los trabajadores con tierra, por lo cual se destruye fácilmente.

Imagen 10  
 Sistema actual  
 Fuente: Propia



Utilizan nylon para conservar la humedad. Este tiene varios agujeros y esto hace que no la conserve del todo. Se rasga cuando los trabajadores trabajan de manera brusca en él.

Imagen 11  
 Sistema actual  
 Fuente: Propia



Ponen palos y piedras encima del nylon, ya que con el viento este se mueve y si las lombrices no están cubiertas pierden la humedad para moverse y están expuestas al ambiente.

Imagen 12  
 Sistema actual  
 Fuente: Propia

Con la información recibida de el diagrama del proceso, a continuación se muestra una tabla en donde se describe la actividad que realiza el usuario y cuanto tiempo tarda en terminar cada paso del proceso.

Paso No.	Descripción de acción o situación	Tiempo/paso	Tipo de usuario involucrado	Detección de problemas
1  Imagen 13 Acción o situación Fuente: Propia	inclinarse y llenar el puño de tierra	1 minuto	5 usuarios de finca La Loma	La postura en la que se realiza es incorrecta
2  Imagen 14 Acción o situación Fuente: Propia	Teniendo la tierra en el puño, con la otra mano seleccionan lombriz por lombriz para separarlas del abono que ya está realizado	Cada selección tarda 5 minutos aproximadamente. Lo repiten durante 5 horas, 12 veces por hora.	5 usuarios de finca La Loma	Es un proceso lento y manual lo cual afecta económicamente a Finca La Loma.
3  Imagen 15 Acción o situación Fuente: Propia	Colocar el abono en una plancha de concreto para que se seque	1 minuto	5 usuarios de finca La Loma	No hay detección de problemas
<b>No total de pasos:</b>  3		<b>Tiempo total de actividad:</b>  21 horas		

Tabla 1  
 Análisis de secuencia de uso  
 Fuente: Elaboración propia

## NECESIDAD

La necesidad de este proyecto surge por la falta de un sistema eficiente de lombricompostaje en finca La Loma. Luego de conocer la situación actual, se detectaron tres necesidades principales para desarrollar este proyecto:

- Rediseño del sistema actual de lombricompostaje en La Loma para así mejorar el proceso y reducir el tiempo. Esto ayudará económicamente al cliente.
- Encontrar una forma más sencilla de depurar las lombrices del abono.
- Hacer un sistema funcional para eliminar el contacto constante de los usuarios con el estiércol o abono, para evitar enfermedades y darles una mejor calidad de vida.
- Centrar el diseño en el usuario y adaptarlo a su trabajo, ya que actualmente se fatiga por la posición y la cantidad de tiempo en el que se realiza el proceso. Esto es una mejora fundamental por realizar.

Por lo tanto estos son los puntos que deben ser considerados para buscar mejorar las condiciones y el

espacio de trabajo de los usuarios que realizan el proceso.

El objetivo final no solo es mejorar el entorno en donde trabajan los usuarios sino también brindarles una mejor calidad de vida y darles un espacio en donde se sientan a gusto. Esto los hace más eficientes, lo cual beneficia también al cliente ya que realizan su trabajo más rápido y se disminuyen los costos.



Imagen 16  
Espacio actual de lombricompostaje en Finca La Loma  
Fuente: Propia

## Usuarios

Los usuarios en el área de lombricompostaje son solamente cinco. Todos ellos viven en finca La Loma o a menos de 1 km. de la misma.

Son personas que se dedican a trabajos en el campo como el corte de café. Su nivel educativo normalmente es hasta el sexto grado primaria. Todos los usuarios son del género masculino y son los pilares económicos del hogar. Su nivel socioeconómico es de Nivel Popular D2. Estas personas están entre los rangos de edad entre los 48 y los 65 años.

Los rasgos culturales que comparten las personas que realizan el trabajo de lombricompostaje son similares. Su lengua es el español y hablan en un lenguaje coloquial, generalmente trabajan desde los 13 años por lo cual su educación llega hasta sexto grado, contraen matrimonio entre los 15 y 20 años; esto les da la necesidad de trabajar desde una edad temprana. Generalmente, las personas que trabajan en el campo son los hombres y las mujeres son amas de casa, solamente trabajan cuando hay cosechas de café recogiendo para ayudar al hogar.

A continuación se presenta un diagrama con características del usuario. También se toman en cuenta las medidas de cada uno de ellos para realizar el proyecto con una base ergonómica, para que los trabajadores tengan un mejor desempeño durante el trabajo de lombricompostaje.

No siempre son los mismos usuarios, actualmente estas cinco personas lo realizan y todas tienen medidas similares, pero puede ser que otras personas diferentes realicen el trabajo así que se tiene que adaptar a ellos.

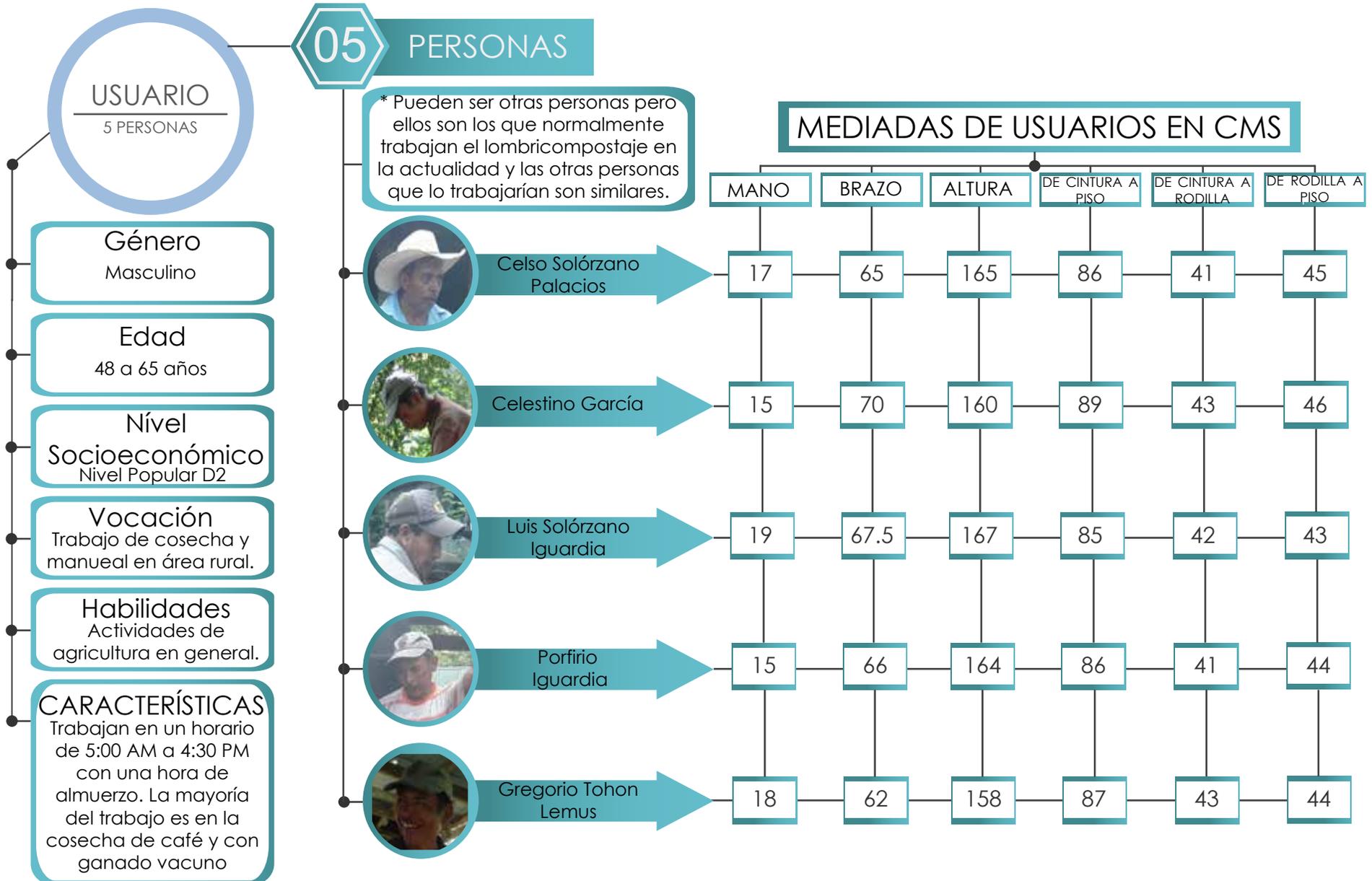


Figura 6  
Personal lombricompost, diagrama de usuario  
Fuente: Propia

Este diagrama se realiza con el fin de conocer su situación frente al problema y poder mejorar la situación actual y las condiciones en las que este trabaja.

Al conocer las características principales del usuario se realiza un mapa de empatía del usuario en relación con el proceso de lombricompostaje en Finca La Loma.



Figura 7  
Diagrama de empatía  
Fuente: Propia

El usuario necesita que el proceso sea más eficiente. Actualmente, realiza mucho trabajo manual y no está en las condiciones más óptimas. Este es de suma importancia y se quiere mejorar tanto su situación actual en el trabajo, como su calidad de vida en general.

El prototipo debe ser tanto funcional como ergonómico para lograr suplir las necesidades actuales. Esto va a cambiar la manera en la que trabaja el usuario radicalmente e incluso la manera en la que vive, ya que se va a tardar menos tiempo, con menos esfuerzo y en una manera más amigable según el ambiente en el que lo manejan actualmente. Lo más importante es que su calidad de vida mejore al tener un trabajo en el que no perjudica su salud y se adapta a este en distintos aspectos como el ergonómico, funcional e incluso cultural.

Otra necesidad importante es crear una solución más higienica ya que actualmente, usan las manos para la selección de lombrices y el contacto por tanto tiempo con el estiercol puede llegar a causar enfermedades y bacterias que son resistentes ante los antibioticos como E. coli.

## Análisis de soluciones existentes

Las soluciones existentes que se presentarán a continuación son los métodos y formas que se utilizan en la actualidad para el proceso de lombricompost tanto en hogares como a nivel industrial.

Para contar con un análisis más profundo, se tomaron en cuenta los aspectos positivos, negativos, interesantes y una breve descripción del objeto. A continuación se presentan las tablas con las soluciones.

ALTERNATIVAS	DESCRIPCIÓN	POSITIVO	INTERESANTE	NEGATIVO
 <p>Imagen 17 Fuente: <a href="https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cocqueta_Modulos">https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cocqueta_Modulos</a></p>	<p>Pila rectangular de block para lombrices, contiene un desagüe de PVC en la parte inferior. Techo de lámina con estructura de madera. Las dimensiones son de 1*2*1.20 m aproximadamente.</p> <p><b>Q2,000.00-Q2,500.00</b></p>	<p>Protege a las lombrices del sol con el techo de lámina, el block es un material que resiste más de 10 años y aguanta distintos climas. Caben más de 200 libras de tierra por su extensión y tiene un desagüe para drenar el agua.</p>	<p>El block es un material interesante ya que es resistente y fuerte en exteriores.</p>	<p>La estructura de madera para el techo de lámina puede podrirse y se puede perder la sombra. El usuario no tiene acceso fácil para realizar el trabajo por las paredes de block.</p>
 <p>Imagen 18 Fuente: <a href="https://fertilizantes.wordpress.com/">https://fertilizantes.wordpress.com/</a></p>	<p>Contenedores de bambú en forma rectangular con cuatro patas cada una. En un contenedor la tierra con lombrices y en la otra el abono. Las dimensiones son de 1*4*0.50 m aproximadamente.</p> <p><b>Q1,000.00-1,200.00</b></p>	<p>El bambú es un material que puede llegar a resistir tanta fuerza como el acero, separar a las lombrices en más de un contenedor puede dar una porción de tierra para que lo trabaje cada persona y las patas pueden dar una altura adecuada.</p>	<p>Los módulos son una manera de cuantificar la cantidad de tierra que puede trabajar cada persona dedicada a la selección de lombrices.</p>	<p>La selección de las lombrices es lenta ya que se tiene que sacar una por una y el bambú en exteriores después de 5 años se puede podrir.</p>
 <p>Imagen 19 Fuente: <a href="http://www.unhuertoenmibalcon.com/blog/2014/06/como-hacer-compost-con-lombrices-vermicompost-humus-de-lombriz/">http://www.unhuertoenmibalcon.com/blog/2014/06/como-hacer-compost-con-lombrices-vermicompost-humus-de-lombriz/</a></p>	<p>Caja rectangular de pino con cuatro divisiones. Contiene un surtidor en la parte inferior. La caja contiene cuatro patas de pino tratado. Las dimensiones aproximadas son de 0.50*0.70*1 m.</p> <p><b>Q1,000.00-Q2,000.00</b></p>	<p>Es una manera más ordenada de realizar la lombricultura ya que por pisos se coloca la comida, los deshechos y las lombrices. El surtidor esta en buena posición ya que todos los deshechos líquidos que caen van hacia abajo.</p>	<p>La manera en que se organizan los elementos para el lombricompostaje es más organizada. El usuario tiene un entendimiento mejor del procedimiento.</p>	<p>La madera se pudre sin acabados cuando tiene contacto con elementos líquidos y no se puede obtener una gran cantidad de producto en un contenedor tan pequeño.</p>

Tabla 2  
 Alternativas existentes  
 Fuente: Propia

ALTERNATIVAS	DESCRIPCIÓN	POSITIVO	INTERESANTE	NEGATIVO
 <p>Imagen 20 Fuente: <a href="http://lombricultura-alternativa.blogspot.com/2012/09/cole-gio-centroamerica.html?view=snap-shot">http://lombricultura-alternativa.blogspot.com/2012/09/cole-gio-centroamerica.html?view=snap-shot</a></p>	<p>Contenedor cilíndrico de plástico azul cortado a la mitad, cubierto por cedazo con una estructura cuadrada de madera. Estructura de madera en forma de cruz para soporte de contenedor cilíndrico.</p> <p>Dimensiones aproximadas de 1*1.20*1.20 m.</p> <p><b>Q900.00-Q1,000.00</b></p>	<p>El plástico mantiene la humedad que las lombrices necesitan para tener movilidad. La estructura de madera le da una altura que puede ayudar a la posición del usuario y el cedazo protege a las lombrices de otros animales.</p>	<p>El uso de diferentes materiales para realizar la propuesta y el cedazo es una buena opción para proteger a las lombrices. Se puede adaptar una altura al hacer las patas para que sea ergonómico para el usuario.</p>	<p>Si no tiene ningún acabado o no es madera tratada se puede pudrir si está en el exterior. Hay que usar varios contenedores ya que las cantidades de tierra que pueden tener adentro son pocas (50 lbs aprox.)</p>
 <p>Imagen 21 Fuente: <a href="http://consienteverde.blogspot.com/">http://consienteverde.blogspot.com/</a></p>	<p>Contenedor cilíndrico de plástico azul cortado a la mitad. Estructura de block para soporte de cilindro. Dimensiones de 1*1.20*.50 m aproximadamente.</p> <p><b>Q450.00</b></p>	<p>El plástico mantiene la humedad que las lombrices necesitan para tener movilidad. El block se conserva en cualquier clima sin arruinarse y el agujero que tiene abajo dreña el agua de las lombrices.</p>	<p>El block es resistente y una base sólida y estable. El plástico reemplaza al nylon para mantener la humedad.</p>	<p>La estructura es muy baja y eso es dañino para el usuario por su posición, no tiene nada que cubra la parte de arriba por lo cual las lombrices no tienen protección.</p>
 <p>Imagen 22 Fuente: <a href="https://www.verslaterre.fr/pg-49-mn-1-ssmn-18-ssmn-24-titre-Decouvrezie.html">https://www.verslaterre.fr/pg-49-mn-1-ssmn-18-ssmn-24-titre-Decouvrezie.html</a></p>	<p>Estructura plástica con módulos cuadrados en forma de caja alineadas una encima de la otra. Patas de plástico en la estructura inferior. Las dimensiones aproximadas son de 0.50*0.70*1 m.</p> <p><b>Q400.00</b></p>	<p>Es una forma más organizada de realizar el lombricompostaje, el plástico mantiene la humedad para la movilidad de las lombrices y es fácil de usar.</p>	<p>Es intuitivo y fácil de usar por su diseño. El usuario puede comprenderlo sin necesidad de que le enseñen cómo.</p>	<p>Es un objeto casero y no le caben grandes cantidades de tierra.</p>

Tabla 3  
 Alternativas existentes  
 Fuente: Propia

ALTERNATIVAS	DESCRIPCIÓN	POSITIVO	INTERESANTE	NEGATIVO
 <p>imagen 23 Fuente: <a href="http://lesjardiniersdelahautevienne.e-monsite.com/pages/-fich-es-conseils/lombricompostage.html">http://lesjardiniersdelahautevienne.e-monsite.com/pages/-fich-es-conseils/lombricompostage.html</a></p>	<p>Estructura formada por galones de plástico de pintura, en el galón inferior hay un surtidor de plástico colocado. Dimensiones aproximadas de 0.50*0.50*1 m. <b>Q100.00</b></p>	<p>Se reciclan los contenedores y se le da otro uso productivo, el plástico mantiene la humedad y es una manera organizada para el lombricompostaje.</p>	<p>La reutilización de materiales. Es pequeño y se puede poner en cualquier superficie para que el usuario lo ponga a la altura que desee.</p>	<p>No se le pueden poner grandes cantidades de tierra.</p>
 <p>Imagen 24 Fuente: <a href="http://www.eco-worms.com/eco-worms/gamme-eco-worms/eco-worms-4-tamis/">http://www.eco-worms.com/eco-worms/gamme-eco-worms/eco-worms-4-tamis/</a></p>	<p>ECO WORMS 4 TAMIZ Contenedor de acero inoxidable en forma de cilindro con surtidor en parte inferior y base de plástico. Dimensiones aproximadas de 0.50*0.50*0.80 m. <b>Q950.00</b></p>	<p>El acero inoxidable resiste las condiciones de la humedad, tiene una forma sofisticada. El usuario lo puede poner en cualquier superficie para adaptarlo a su altura ideal.</p>	<p>Es un objeto estético y personalizado por el color celeste, realizado con materiales de alta calidad y es funcional.</p>	<p>Los materiales son más costosos, el objeto es casero, por lo cual no puede retener mucha tierra y no es intuitivo si se mira solo la parte exterior. No se le pueden poner grandes cantidades de tierra.</p>
 <p>Imagen 25 Fuente: <a href="https://ar.pinterest.com/pin/353180795756330187/">https://ar.pinterest.com/pin/353180795756330187/</a></p>	<p>Composta LBF Estructura plástica formada con diferentes módulos en forma de caja, penúltimo módulo en la parte inferior contiene surtidor. Las dimensiones aproximadas son de 0.50*0.70*1 m. <b>\$3,499.00</b></p>	<p>Forma más organizada de hacer lombricompostaje, el plástico retiene la humedad para la movilidad de las lombrices y el surtidor está ubicado hasta abajo por lo cual los residuos líquidos pueden salir fácilmente.</p>	<p>Es organizado e intuitivo en su uso.</p>	<p>No puede retener una cantidad muy grande de tierra ya que es casero.</p>

Tabla 4  
 Alternativas existentes  
 Fuente: Propia

ALTERNATIVAS	DESCRIPCIÓN	POSITIVO	INTERESANTE	NEGATIVO
 <p>Imagen 26 Fuente: <a href="http://organicsa.net/abonos-lombricompost.html">http://organicsa.net/abonos-lombricompost.html</a></p>	<p>Pila rectangular de madera, con patas de madera y recubrimiento de nylon en el interior. Dimensiones aproximadas de 1*1.80*1.30 m.</p> <p><b>Q350-00-Q400.00</b></p>	<p>La altura hace que el usuario trabaje en una posición adecuada, el nylon mantiene la humedad de las lombrices y puede retener hasta 100 lbs de tierra. En la imagen se puede notar que la altura es adecuada para el usuario.</p>	<p>Las medida de la altura.</p>	<p>La madera de la pila si no tiene ningún tratamiento o acabado puede podrirse, si no se trata con cuidados especiales el nylon se puede romper.</p>
 <p>Imagen 27 Fuente: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=4MaKYPopNsk">https://www.youtube.com/watch?v=4MaKYPopNsk</a></p>	<p>Llantas ordenadas una sobre otra en filas. La medida aproximada de cada llanta es de 78*18.5*78 m.</p> <p><b>Las llantas usadas por unidad cuestan Q150-00-Q200.00</b></p>	<p>El caucho aguanta la humedad y una llanta puede ser una medida específica de tierra.</p>	<p>El caucho es un material que se usa poco en lombricompostaje por lo cual es interesante y por otro lado las llantas son un objeto reciclado.</p>	<p>Las llantas no estan cubiertas por lo cual las lombrices no están protegidas, no tienen un sistema de drenajes por lo cual el agua puede que las ahogue porque están en el exterior y el sol puede matar a las lombrices.</p>
 <p>imagen 28 Fuente: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=4MaKYPopNsk">https://www.youtube.com/watch?v=4MaKYPopNsk</a></p>	<p>Contenedor cilíndrico de plástico azul, montado en estructura de bambú con una extensión de PVC que tiene en un extremo un surtidor y en el otro el contenedor cilíndrico. Dimensiones aproximadas de 1*1.20*1.20 m.</p> <p><b>Q500.00</b></p>	<p>El plástico retiene la humedad para la movilidad de las lombrices, la estructura de bambú le puede dar una altura adecuada para que el usuario trabaje y tiene un sistema de drenajes para el agua que sobra.</p>	<p>Es un diseño más desarrollado que se penso para tener los elementos adecuados como el material, la altura y los drenajes.</p>	<p>El bambú puede podrirse si no tiene algún tratamiento.</p>

Tabla 5

Análisis de propuestas existentes

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones derivadas del análisis de soluciones existentes

En las propuestas existentes se muestra el ámbito del lombricompost y se analizaron anteriormente para así tomar en cuenta los siguientes puntos:

- La mayoría de opciones utilizan pisos como separadores entre tierra y abono, esto hace eficiente el proceso ya que separa a las lombrices del producto que se quiere obtener y le toma menos tiempo el proceso al usuario.
- Más del 90 % de las opciones tienen cubierta la parte superior para que las lombrices estén protegidas del sol, es un paso importante para tomar en cuenta porque si son expuestas al sol mueren rápidamente.
- Las opciones industriales tienen compartimentos más grandes en cuanto al área. Cuando el área es mayor las lombrices se reproducen en una masa más grande ya que son capaces de controlar su población.
- La mayoría de las formas que utilizan son figuras geométricas simples como por ejemplo cubos, cilindros y sus variaciones, de ser más complicadas, el mantenimiento se

complica y esto puede hacer perder tiempo a los trabajadores de lombricompostaje.

- Algunos prototipos toman en cuenta la altura del usuario para que sea un prototipo más ergonómico.



## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Loma es una finca que se ubica en el municipio de Villa Canales a 22 km. de la Ciudad de Guatemala. Debido a su altura de más de 1,000 mts. sobre el nivel del mar y por su ubicación, el café es la actividad principal. Los frutos se producen fácilmente y se venden en el mercado nacional. Las cosechas principales se dan en febrero y noviembre, por esta razón los propietarios tienen que darle un cuidado especial durante todo el año al café, para así lograr llegar a cubrir los costos de la finca. Mientras más frutos haya, habrá más capital para manejar la finca. El café se vende por peso en libras.



Imagen 29  
Café de finca La Loma  
Fuente: Propia

Uno de los cuidados más importantes que se le da al café, es abonarlo mínimo una vez al mes, para que así las hojas crezcan con fortaleza. El abono que se usa principalmente desde hace cinco años, es el lombricompost.

Este se produce cuando se colocan lombrices californianas junto con distintos tipos de materia orgánica en un espacio para que estas se alimenten. El abono se produce en el momento en el que las lombrices producen desechos después de comerse esta materia. El producto que se obtiene del proceso tiene muchos nutrientes para fortalecer cosechas y plantas. El lombricompost es un abono más económico para la finca a diferencia del químico, y la planta tiene mejor calidad al utilizarlo. Para ellos producir este abono tiene un costo más bajo, ya que la materia orgánica que se coloca en el espacio junto con las lombrices, proviene del estiércol del ganado, que es la segunda actividad más importante de finca La Loma.



Imagen 30  
ganado de finca La Loma  
Fuente: Propia

El espacio en el que se trabaja el lombricompostaje está en el interior de finca La Loma. Este consiste en varias pilas que fueron construidas para el secado del café como función original, pero luego dejaron de secar café allí, para luego llenarlas de material orgánico y lombrices y así producir el lombricompost. Esto convirtió un espacio de secado de café en varios lombricomposterios, por lo cual es un espacio improvisado para esta actividad y por su diseño inadecuado ha llegado a causar algunos problemas para los usuarios cuando se dedican a esta actividad.



Imagen 31  
 Lombricompostero de Finca La Loma  
 Fuente: Propia

Algunos de los problemas principales de los espacios que utilizan como lombricomposterios es que estos necesitan una pendiente para que no haya exceso de agua, ya que hay que regar el material orgánico constantemente para que las

lombrices se muevan gracias a la humedad, y así se puedan alimentar. Pero al regar el espacio deben tener una pendiente que se mantenga firme ya que no se puede tener exceso de agua en el espacio porque estas se ahogan. Por esta razón, en el caso de finca La Loma, los empleados han optado por improvisar una pendiente con lodo que se coloca debajo de un Nylon y se deshace constantemente. Lamentablemente, esto hace que las lombrices mueran porque se generan lagunas de agua a lo largo de la pila.

Otro factor importante que está fallando para conservar la humedad, es envolver las lombrices y el material orgánico en algún material y esto también ayuda a que no estén expuestas, ya que otros animales, como insectos o gallinas, pueden alimentarse de ellas. En el caso de estos lombricomposterios el material que utilizan es el Nylon. Esto



Imagen 32  
 Nylon y contenedor de lombricompostera  
 Fuente: Propia

ha sido ineficiente, ya que el material no resiste mucha fuerza y al manipularlo se rompe o se generan agujeros y por estas causas tienen que cambiarlo constantemente (una vez cada tres meses aproximadamente).

Otra de las dificultades principales se deriva de la extensión del área del lombricompostero. Al tener un área de varios metros de largo las lombrices se reproducen en grandes cantidades ya que ellas son capaces de controlar su población según el espacio en el que se colocan y en esta gran extensión hay lombrices de tamaños pequeños y grandes e incluso una gran cantidad de huevos. Esto se convierte en un problema por la forma en la que los usuarios obtienen el abono. Para obtener abono, los usuarios esperan durante 21 días para que las lombrices se alimenten del estiércol, para así formar el abono que se forma de los desechos de lo que comieron anteriormente, pero cuando el abono ya se ha realizado por ellas, los trabajadores de la finca necesitan extraerlo de las pilas para así utilizarlo en las siembras de café. Este proceso se vuelve muy largo y tedioso ya que para reutilizar las lombrices, los trabajadores tienen que depurarlas del abono para repetir el ciclo y que así produzcan más en un nuevo estiércol. El proceso que utilizan los trabajadores para lograr esto, es colocando en su puño una cantidad del abono que quieren depurar y sacan lombriz por lombriz con

la otra mano para separarlas y colocarlas en un contenedor, al haber lombrices pequeñas y huevos este proceso les lleva tres días aproximadamente a cinco trabajadores. Se utiliza esta cantidad de personas ya que si son menos, se tardan más tiempo en terminar este proceso.

Los clientes que en este caso son los propietarios de finca La Loma, pidieron un rediseño para mejorar este trabajo convirtiendo el proceso en algo más eficiente y rápido ya que



Imagen 33  
Celestino depurando abono  
Fuente: Propia

para ellos tiene un impacto muy fuerte económicamente. El cliente tiene que utilizar a cinco personas y pagarles un sueldo de Q86.90 que es el sueldo mínimo por día y se tardan tres días en terminar el trabajo, llegando a la cantidad de aproximadamente Q.1,300.00 cada vez que lo realizan en

un mes. Si este proceso se realiza cada veintiún días y se realiza aproximadamente 17 veces al año se llega a tener un gasto de aproximadamente Q22,500.00 anualmente. Esto representa un monto significativo para el cliente ya que es una actividad que se debería de realizar en menos tiempo.

Al igual que el cliente, los cinco usuarios también han tenido problemas trabajando en un espacio improvisado durante tanto tiempo. Hay posturas que realizan que son inadecuadas en el momento en el que llenan su puño de tierra lo cual hacen repetitivamente a lo largo del día. Ellos se inclinan constantemente para agarrar el abono y depurarlo de las lombrices. Esta acción les produce fatiga. La postura que puede dañar la espalda es por la flexión del tórax, según

REBA (Rapid Entire Body Assessment), debe tener un límite de inclinación de 60°. Ellos se mantienen en una posición que alcanza esa cantidad de grados. Las consecuencias que esto puede llegar a tener en la salud son severas en el futuro de los usuarios.

El cliente no solo quiere cubrir sus intereses económicos, también quiere mejorar la calidad de vida del usuario. Al enfocarse en el usuario el trabajo sería más sencillo y así habrían mejoras de calidad de vida y ayudaría tanto al usuario como al cliente según sus necesidades. Las cinco personas que realizan el proceso, también son perjudicadas en otros aspectos ya que dejan de hacer tareas de la finca para realizar este trabajo, esto es negativo ya que no hay una persona exclusivamente designada a esta actividad.

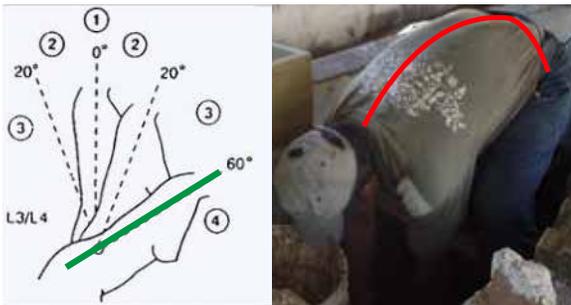


Imagen 34

Posición correcta según REBA

Fuente: <https://goo.gl/ZEDaL9>

Imagen 27

Celestino García con postura inadecuada

Fuente: Propia

La solución que se pretende crear a través del Diseño Industrial, tiene que ser un beneficio tanto para el cliente como para el usuario para mejorar la experiencia en tres pilares principales: ergonómico, funcional y económico.



## III. MARCO LÓGICO

### I. Objetivo general

Optimizar el proceso de lombricompost en finca La Loma.

### II. Objetivos específicos

- Reducir el tiempo de trabajo de más de tres días a una hora de un día como máximo.
- Reducir el número de trabajadores de cinco a dos.
- Mejorar la postura de los trabajadores para evitar lesiones.
- Reducir mínimo un 70 % la inversión en el proceso de lombricompost al año.
- Utilizar materiales como la madera para reemplazar las pendientes de tierra que se utilizan actualmente para eliminar el exceso de agua en los lombricomposteros.



## IV. REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS

Los requerimientos y parámetros fueron planteados a partir del funcionamiento y optimización del proceso actual, y con base en la información obtenida en la investigación

teórica y contextual del tema de lombricompost y abono orgánico, para mejorar la situación del usuario al igual que la situación económica del cliente en cuanto al lombricompostaje.

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALIDACIÓN
Reducir el tiempo de trabajo manual en la recolección de lombrices.	La propuesta debe ayudar al usuario a reducir su trabajo manual de tres días a dos horas de un día como máximo.	Medición de tiempos con un cronómetro, entrevistas al usuario. Comprobar que el proceso es más eficiente con un video.
Mejorar la postura del usuario cuando empiece el proceso de recolección de lombrices ya que perjudica la espalda.	El sistema debe tener una altura de 50 a 70 cms. para que el usuario no se tenga que agachar durante el proceso ya que los trabajadores de lombricompost miden de 80 a 90 cms. de la cintura a los pies.	Fotografías de usuario antes y después realizando el proceso, comparación de ambas y observar cambio de postura. Entrevistas al usuario preguntando acerca de su comodidad y si mejora su postura. Comparar con tablas ergonómicas.
Sistema de drenajes más eficiente para lograr que el agua se drene correctamente y las lombrices no mueran ahogadas.	A través de un sistema de tuberías o inclinaciones entre 5° y 15° en el diseño.	Cuando se riega la tierra, analizar si el agua llega al contenedor final sin que se hagan charcos en el sistema y se mueran las lombrices. Tomar video cuando el agua se pone en las lombrices y observar como funciona el sistema y tomarle video.

Tabla 6  
 Planteamiento de Requerimientos, parámetros y validación  
 Fuente: Propia

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALIDACIÓN
Mantener la humedad en la tierra para que las lombrices se puedan movilizar fácilmente.	La propuesta debe utilizar un material que mantenga la humedad y debe rodear todo el sistema. Si las lombrices se pueden movilizar, quiere decir que conserva la humedad. Tiene que haber humedad pero sin que se ahoguen las lombrices.	La humedad se puede medir si las lombrices se movilizan fácilmente. Se evidenciara con videos y fotos.
Producto de mínimo mantenimiento y resistente a ambientes externos y variación de climas como la lluvia.	Piezas lavables y resistentes al agua. Que pueda lavarlos una persona sin recibir ayuda en 30 minutos.	Validarlo limpiándolo y midiendo el tiempo que toma con un cronómetro. Por otro lado, analizar durante un tiempo de tres meses si el acabado y el material se mantienen en buen estado en el exterior donde el prototipo estará colocado.
El diseño debe tener acabados resistentes a exteriores ya que será ubicado en el campo en un área exterior y tendrá que resistir diferentes climas como la humedad y el calor.	Debe tener barniz o pintura para el exterior. Materiales que se conserven a través de acabados como por ejemplo madera, metal, fibra de vidrio, etc.	Esto va a comprobarse usándolo un período de tiempo en exteriores, al menos un mes para ver que funcione. Esto puede validarse a través de una Ficha técnica de material y acabados.
Se debe reducir el número de personas que trabajan lombricompostaje	Se deben utilizar dos personas máximo en vez de cinco.	Comprobar que las personas pueden hacerlo con más eficacia debido al diseño en un día. Este objetivo se logrará si las lombrices están separadas del lombricompost en un plazo de un día con ayuda de dos personas. Comprobar con video.

Tabla 7  
 Planteamiento de Requerimientos, parámetros y validación  
 Fuente: Propia

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALIDACIÓN
El diseño debe acoplarse a las medidas y al espacio que el cliente proporcionó	El espacio mide 3.05x2.70 m <sup>2</sup> por lo cual se deben adaptar contenedores de al menos 1*50 m <sup>2</sup> para que quepa en el espacio que se proporcionó.	Si el diseño cabe en el espacio y las personas pueden movilizarse fácilmente, es un diseño que se trabajó tomando en cuenta las medidas. Comprobar con fotos y medir los espacios para comprobar la funcionalidad.
Los trabajadores no deben cargar un peso que afecte su salud.	En caso de levantar piezas en el sistema, no debe pesar más de 100 lbs entre dos personas.	Pesar el material junto con tierra mojada para comprobar que durante el proceso no van a cargar más peso de lo que aguantan. Comprobar con tablas de esfuerzos. Esto se demostrará a través de contenido audiovisual.
Diseñar un prototipo que pueda reducir el número de días y de personas que lo utilizan.	Los costos actuales son de un aproximado de Q1,300.00 cada 21 días, se pretende reducir esta cifra a Q300.00 cada vez que se realice el proceso.	Hacerle una entrevista al cliente para confirmar que los costos bajaron. Validar con el requerimiento No. 1.
Realizar un diseño sencillo con un manual de uso y ponerlo en práctica.	El proceso debe tener como máximo 5 pasos que tomen menos de 1 hora en total.	Comprobar con video que la usabilidad es sencilla y que lo pueden usar sin ayuda ni instrucciones que nos sean del manual.

Tabla 8  
 Planteamiento de Requerimientos, parámetros y validación  
 Fuente: Propia



## V. CONCEPTUALIZACIÓN

Cuando se comprende el contexto y se analiza para plantear los requerimientos y parámetros para resolver los problemas actuales del cliente y el usuario. A continuación, se aplican herramientas para facilitar el proceso de diseño y llegar a un modelo funcional.

En el proyecto se toman en cuenta un tema que tiene importancia fundamental, este es el Diseño Centrado en el Usuario (DCU). Este tema será aplicado a lo largo de la conceptualización al diseñar para los usuarios que realicen la tarea, haciendolo el factor más importante durante todo el proceso de diseño.

### Parte I - Teoría del Diseño

#### El diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario (DCU), es definido por la Usability Professionals Association (UPA) como un enfoque de diseño en el cual el proceso está dirigido por información sobre el usuario del producto, no es un diseño universal, es un diseño específico. En otras palabras, este proceso está dirigido al diseño de productos que respondan a las necesidades reales

de sus usuarios finales. Esta teoría del diseño demostró una nueva manera de enfocar el diseño, donde la utilidad no está relacionada con el placer de uso, y la necesidad se convertía en algo fundamental para ofrecer nuevas técnicas y métodos de trabajo. Se habla del DCU como un enfoque porque los diseñadores parten de una premisa que condicionará con el usuario ubicado en el centro de toda decisión de diseño, no sólo se diseñan productos, también son experiencias de usuario.

En el caso de este proyecto el diseño del prototipo para optimizar el proceso de lombricompost, es Diseño Centrado en el Usuario porque se pensó en cada uno de los pasos que llevaba a cabo el usuario y como se podía mejorar su condición en el proceso actual. Se tomaron en cuenta las posturas, medidas antropométricas, acciones realizadas, condiciones actuales del usuario y su ergonomía para llegar a un diseño final.

Relación del diseñador con el usuario para lograr un DCU.



Figura 8  
 Relación entre el usuario y el diseñador para la creación de productos  
 Fuente: <https://goo.gl/oapaVR>

En el caso de este proyecto de acuerdo a el entorno de finca La Loma, la actividad que se realiza es el lombricompostaje, el cual se tiene que observar por el diseñador para crear un prototipo con la colaboración y participación del usuario.

El usuario como se mencionaba en actores involucrados, es una persona que vive en el área rural de Villa Canales y tiene una educación promedio de sexto primaria, por lo cual en la conceptualización se debe tomar en cuenta que las personas que manejan el sistema de lombricompost, comprenden procesos simples y con pasos repetitivos. La tecnología y la maquinaria no es su fuerte debido a que en el contexto no se involucran con este tipo de sistemas avanzados.

Para comprender necesidades latentes del usuario durante la producción de lombricompost y la forma en que hay que diseñar para el mismo, se puede empezar por clasificarlas en la pirámide de Abraham Maslow.

A continuación, se muestra una imagen de la pirámide que se divide en necesidades fisiológicas, de seguridad, de asociación, de estima y de autorrealización.

### Pirámide de Maslow



Figura 9  
 Pirámide de Maslow  
 Fuente: <https://goo.gl/imhJk>

Las necesidades principales del usuario en el proceso de lombricompost en finca La Loma según la pirámide de Maslow son:

- **Fisiológicas:**

Lo primero que los trabajadores buscan suplir son las necesidades para poder vivir, alimentarse para tener energía, descansar, eliminar desechos y respirar. Este proyecto debe de estar diseñado para no interferir con ninguna de estas actividades. Por el contrario, debe favorecer estas necesidades para mejorar las condiciones de vida del usuario. La salud es un factor que se debe mejorar para que las necesidades fisiológicas se cumplan.

- Necesidades de seguridad:

Después de satisfacer sus necesidades básicas fisiológicas, se debe tomar en cuenta la seguridad. En el proceso actual, aún no se cumplen, ya que en cuanto a salud el usuario tiene una mala postura que puede llegar a causar problemas como hernias, porque el ángulo de inclinación es mayor a 60° y eso les hace daño por ser un movimiento repetitivo que se realiza por tres días seguidos. Esta es una razón importante para que a través del diseño mejore el proceso para que el usuario se pueda adaptar fácilmente al trabajo y lo realice sin lastimarse. Por otro lado, es positivo el proceso ya que es una forma de empleo, que les da una fuente económica para suplir otras necesidades importantes como por ejemplo: el hogar, alimentación, servicios y el resguardo de quienes viven con ellos.

- Necesidades de pertenencia:

Al suplir las dos necesidades anteriores, a continuación se toma en cuenta la necesidad de pertenencia. Este diseño debe ser realizado en orden para que culturalmente los trabajadores se sientan cómodos e identificados entre sí para trabajar juntos como un equipo y comprender de la misma manera el diseño. Por esta razón, debe tener una lógica que permita que las personas que trabajen en el tengan la misma comprensión y el mismo entendimiento del

proceso, para que no hayan mal entendidos ni complejos de inferioridad.

Como se mencionó anteriormente, las necesidades que se detectaron en relación con el usuario en la pirámide de Maslow, son importantes para adquirir conocimiento para diseñar en torno a las personas que van a utilizar el prototipo.

El diseño centrado en el usuario, es una teoría del diseño importante para este proyecto porque el trabajador es fundamental para que el proceso se lleve a cabo.

Para conocer mejor las necesidades y el entorno del usuario y diseñar para que se adecúe a él, a continuación se tomará en cuenta la Matriz de Necesidades y Satisfactores de Max Neef. Esto es una manera más específica de conocer al usuario y adentrarse en su vida día a día en torno a su situación cultural.

La Matriz consiste en categorías existenciales como el ser, tener, hacer y estar. Estas categorías existenciales se combinan con categorías axiológicas que consisten en subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad. En anexos se mostrará la tabla completa pero a continuación se muestran las

categorías que se tomaron en cuenta para conocer mejor al usuario.

Se muestra del lado derecho encerrado con verde la categoría axiológica que se escogió ya que está directamente relacionada con el rediseño y en la misma fila, encerrada con rojo, la categoría existencial con la que se combina para que el diseño este relacionado directamente con el usuario

## MATRIZ DE NECESIDADES Y SATISFACTORES

NECESIDADES SEGÚN CATEGORÍAS AXIOLÓGICAS	NECESIDADES SEGÚN CATEGORÍAS EXISTENCIALES			
	SER	TENER	HACER	ESTAR
<b>Proteccion</b>	Cuidado, autonomía, adaptabilidad, equilibrio, solidaridad.	Sistemas de seguros, ahorro, seguridad social, sistemas de salud, legislaciones, derechos, familia, trabajo.	Cooperar, prevenir, planificar, cuidar, curar, defender.	Contorno vital, contorno social, morada.

La protección como categoría axiológica se combinó con el tener como categoría existencial, ya que ellos actualmente no tienen protección con el sistema que se utiliza y pueden llegar a tener problemas de salud por la inclinación que hacen durante el trabajo en los lombricomposteros. En el rediseño tendrá que tomar en cuenta su protección a través del objeto para que así obtengan una mejor calidad de vida a través del trabajo.

<b>Entendimiento</b>	Conciencia crítica, receptividad, curiosidad, asombro, disciplina, intuición, racionalidad.	Literatura, maestros, método, políticas educacionales, políticas comunicacionales.	Investigar, estudiar, experimentar, educar, analizar, meditar, interpretar.	Ámbitos de interacción formativa, escuelas, universidades, academias, agrupaciones, comunidades, familias.
----------------------	---	--	---	--

El entendimiento como categoría axiológica se combinó con el tener como categoría existencial, ya que si ellos tienen entendimiento del objeto que fue diseñado, van a tener un método de trabajo que va a ser sencillo según sus alcances y esto se va a tener que tomar en cuenta con el entorno cultural en el que se rodean. Culturalmente ellos no tienen el conocimiento ni entendimiento de muchas tecnologías, esto sirve para diseñar un objeto con el que se sientan identificados, que sea simple, lógico y que su manejo sea manual, ya que generalmente los trabajos que realizan en la actualidad son manejados de esa manera.

# MATRIZ DE NECESIDADES Y SATISFACTORES

NECESIDADES SEGÚN CATEGORÍAS EXISTENCIALES

NECESIDADES SEGÚN CATEGORÍAS AXIOLÓGICAS

SER TENER HACER ESTAR

**Participación**

Adaptabilidad, receptividad, solidaridad, disposición, convicción, entrega, respeto, pasión, humor.

Derechos, responsabilidades, obligaciones, atribuciones, trabajo.

Afiliarse, cooperar, proponer, compartir, discrepar, acatar, dialogar, acordar, opinar.

Ámbitos de interacción participativa: cooperativas, asociaciones, iglesias, comunidades, vecindarios, familias.

La participación como categoría axiológica se combinó con el ser como categoría existencial, Si trabajan dos personas en el prototipo nuevo, ellos se tienen que adaptar a la nueva manera de trabajo y ser receptivos de manera sencilla para lograr cumplir con la tarea de lombricompostaje.

**Identidad**

Pertenencia, coherencia, diferencia, autoestima, asertividad.

Símbolos, lenguaje, hábitos, costumbres, grupos de referencia sexualidad, valores, normas, roles, memoria histórica, trabajo.

Comprometerse, integrarse, confundirse, definirse, conocerse, reconocerse, actualizarse, crecer.

Socio-ritmos, entornos de la cotidianidad, ámbitos de pertenencia, etapas madurativas.

La identidad como categoría axiológica se combinó con el tener como categoría existencial. La identidad es muy importante para ellos ya que son del area rural y no conocen ciertos métodos y tecnologías que muchas personas manejan actualmente en el trabajo y en la vida diaria. Ellos son personas sencillas que generalmente realizan trabajo repetitivos y lógicos. Por esta razón, la forma del prototipo debe ser sencilla y con un proceso de pocos pasos y rápido de comprender para que se identifiquen y trabajen de manera fluida y sin problemas ni falta de entendimiento.

Tabla 10  
Max Neef  
Fuente: Mgtr. Teresa Estrada

La matriz de Max Neef es importante para poder entender al usuario específicamente. Culturalmente los usuarios que utilizan este producto no están acostumbrados a la tecnología ni a formas muy complicadas de realizar un proceso. Ellos tienen restricciones económicas ya que son de un nivel socioeconómico menor a la mayoría de la población. Por esta razón el diseño debe tener lo esencial y ser muy simple para que se pueda manejar con lógica. Se tiene que tomar en cuenta el uso de materias primas que sean encontradas en la localidad y accesibles económicamente. También se tiene que buscar una solución simple, que se adapte al usuario y que cumpla con su función principal.

En conclusión, la teoría del Diseño Centrado en el Usuario se concentra tanto en el usuario como en su situación cultural y laboral; se adapta a la situación actual del proceso de lombricompost que se realiza en Finca La Loma y tiene como meta reducir los riesgos de salud, mejorar la situación del cliente económicamente y adaptarse en el sentido cultural al usuario promoviendo una mejor calidad de vida con la que se sienta identificado.

## Parte II - Conceptos de diseño

Los conceptos de diseño que se utilizarán van directamente relacionados con la función que se le quiere dar al modelo de solución, tomando en cuenta los requisitos y parámetros del proyecto. Por esta razón, se mantendrán tres conceptos fundamentales para este proyecto y son los siguientes: Funcionalidad, estructura y ritmo de producción.

Estos son necesarios y tienen coherencia con el proyecto ya que se busca una producción de lombricompost continua en un prototipo que estructuralmente tenga estabilidad y que sea funcional para el usuario ya que se analizó como trabaja en su entorno.

A continuación, se presentan dos diagramas explicando porque se eligió cada uno de los conceptos, el aporte del concepto en el desarrollo del proyecto y los requerimientos de diseño que se derivan de cada uno de ellos. Por otro lado, se muestra el desarrollo de cada concepto.

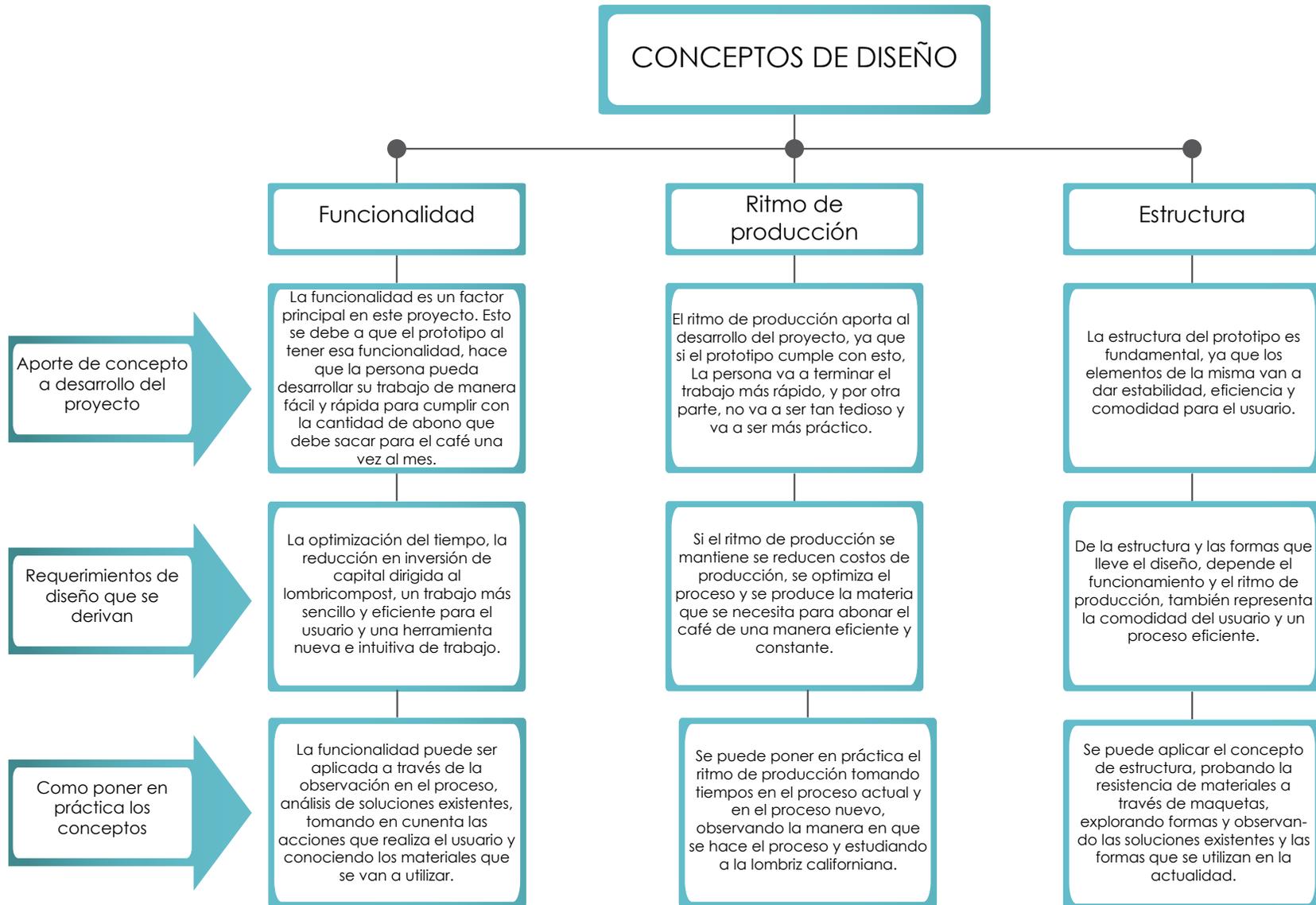


Figura 10  
 Diagrama de los Conceptos de diseño  
 Fuente: Propia

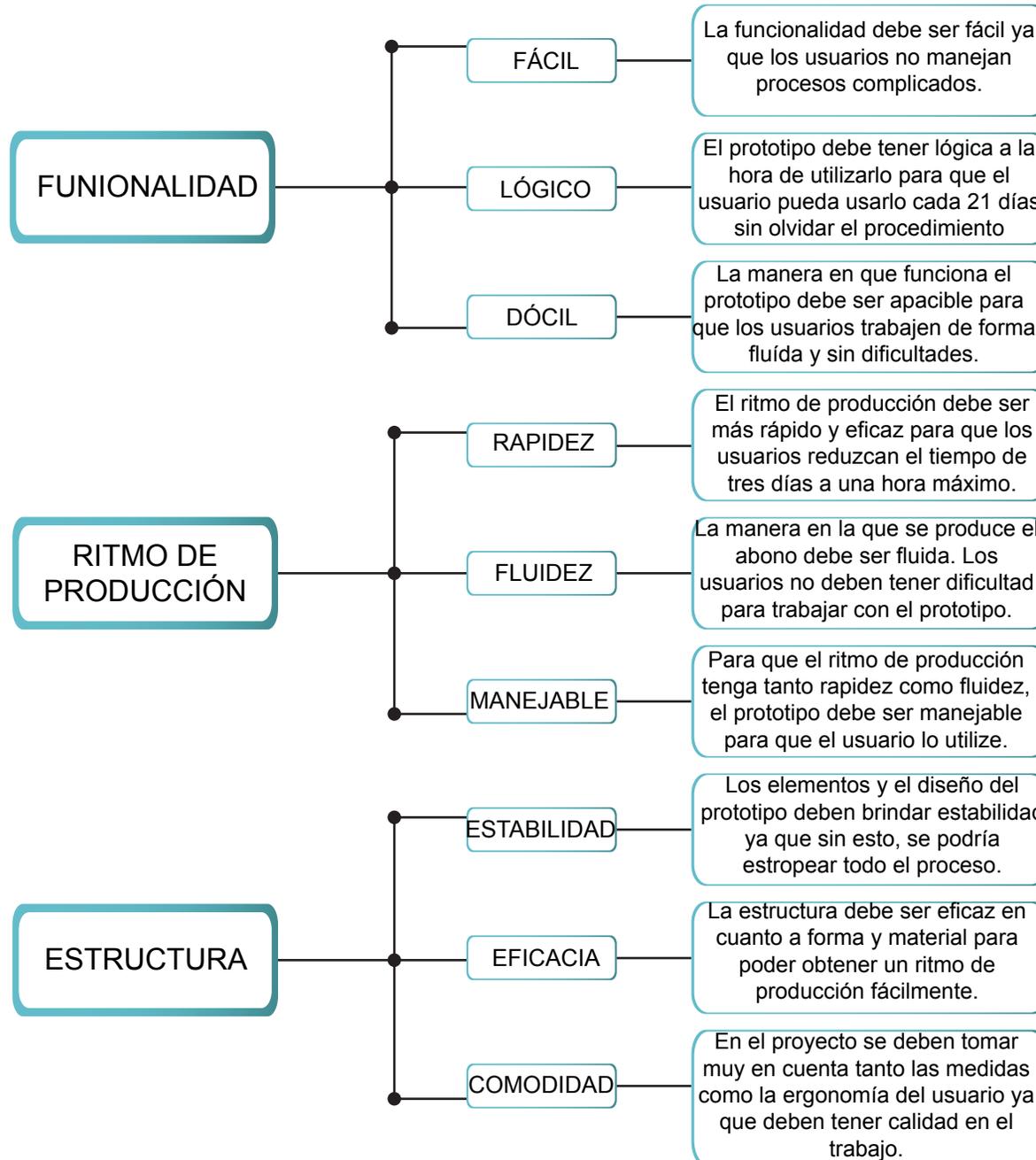


Figura 11  
 Diagrama de los Conceptos de diseño  
 Fuente: Propia

Los conceptos de diseño que serán utilizados para realizar una propuesta de solución ante las necesidades de Finca La Loma que se mencionaron anteriormente, son un pilar importante para tomar en cuenta a la hora de diseñar, ya que son lineamientos que guían al diseñador para poder cumplir con los requerimientos y parámetros.

### **Parte III - Otras herramientas o información técnica para el proyecto**

En el proyecto, deben tomarse en cuenta otras herramientas para que el prototipo final realmente solucione las necesidades del cliente y tenga un diseño que se adecúe al usuario para mejorar el estado actual en el que realiza el proceso de lombricompostaje.

Por esta razón, a continuación se presentan las herramientas que se deben utilizar a la hora de diseñar el prototipo para que este sea eficiente y cumpla con los lineamientos necesarios para llegar a ser una solución ante el problema que afronta actualmente Finca La Loma.

#### **1. Ergonomía**

Según la asociación internacional de ergonomía, la ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos

aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona. Por esta razón, los usuarios que trabajen en el sistema de lombricompostaje, necesitan realizar el proceso con un sistema en donde puedan trabajar más cómodos y sin riesgos de salud por las posturas que realizan en el sistema actual, para esto se aplicará la ergonomía. Por esta razón se tomaron en cuenta las medidas del usuario que se muestran previamente.

Actualmente en finca La Loma usan una postura en la cual pueden sufrir problemas de salud ya que el usuario no tiene el ángulo correcto a la hora de recoger la tierra para empezar el proceso de selección, por esta razón, esta herramienta se utiliza para diseñar o adaptar el lugar de trabajo al usuario para evitar problemas de salud y aumentar la eficiencia. Se tienen que tomar en cuenta las medidas del usuario y la posición en la que trabaja para mejorar sus condiciones durante el proceso y reportar beneficios evidentes para cada trabajador. Si no se toma en cuenta la ergonomía probablemente el diseño será mal concebido, y con esto, los trabajadores sufrirán de incomodidad, fatiga o problemas de salud. Algunos problemas comunes a causa de la falta de ergonomía son: lesiones que se desarrollan lentamente, bursitis, tendinitis y tensión entre otros.

En el análisis de la ergonomía que se aplicará como herramienta en este proyecto, el método REBA se tiene que tomar en cuenta, ya que este indica cuáles son las posturas correctas del usuario y cuáles son los limitantes del cuerpo humano ante un trabajo.

### 1.1 REBA (rapid entire body assessment)

El método evalúa posturas individuales o secuencias de posturas. Entre las posturas que se evalúan están las de mayor carga postural por su duración, por su frecuencia o porque presentan mayor desviación. En el caso de los usuarios que se dedican al lombricompostaje hay que tomar en cuenta la flexión torácica ya que se agachan constantemente para recoger la tierra y seleccionar las lombrices.

Para determinar si la posición del usuario es errónea durante una acción, se observará el ciclo de trabajo y se determinará la postura para evaluarla.

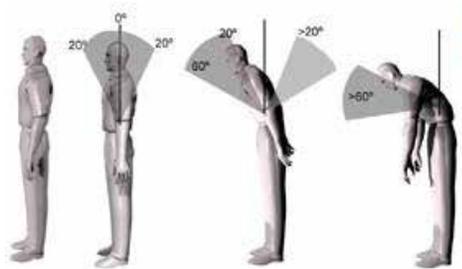


Figura 12  
 Límite de inclinación torácica REBA  
 Fuente: <https://goo.gl/gYzPGP>



Imagen 35  
 Postura de Celestino García durante el proceso  
 Fuente propia

A simple vista se puede observar que la posición excede el ángulo de la flexión torácica correcta. El usuario llega a inclinar su cuerpo a más de 60° (se inclina más de 180° que excede el doble de lo permitido). En el diseño, la posición se debe corregir para que el usuario no llegue a tener problemas de salud y para que trabaje en mejores condiciones.

Otro factor importante y a tomar en cuenta en la ergonomía es el peso que los usuarios pueden cargar. El peso máximo para los labores de carga es de 25 kilogramos para los hombres y de 20 kilogramos para las mujeres. De la manera que lo realizaban anterior a este proyecto no cargan

nada pesado, solo la tierra en las manos que no pesa más de 2 kilogramos, pero si se quiere hacer un prototipo en el que se cargue peso, se debe de tener en cuenta este factor ya que el peso afecta tanto a la espalda como a las rodillas ya que pueden sufrir de lesiones. Se puede cargar más peso, pero no de forma repetitiva y durante poco tiempo. Otra cosa a tomar en cuenta es que si se llega al peso máximo los trabajadores no deben tener alturas muy grandes para el levantamiento del objeto. Se puede decir que la evaluación REBA, es una herramienta que evalúa la posición del cuerpo completo. Este se divide en dos grupos. El grupo A abarca el cuello el tronco y las piernas y el grupo B las extremidades superiores.

Para evaluar bien las fallas del sistema actual y mejorarlo se toma en cuenta la “REBA Employee Assessment Worksheet”, El análisis de esta herramienta consiste en asignar una puntuación a cada zona del cuerpo que se evalúa para obtener un valor global del Grupo A y B y mediante el método de tablas asociadas, obtener una puntuación final.

La puntuación final obtenida indica el riesgo de la postura evaluada. Siendo 1, sin riesgo; 2-3, bajo riesgo con posibilidad de cambios necesarios; 4-7 riesgo medio con necesidad de mayor investigación y realizar cambios pronto;

8-10, riesgo alto, se necesita una investigación y realizar cambios; 11+ riesgo muy alto, se debe hacer un cambio inmediatamente.

En este proyecto el resultado obtenido de la sumatoria en el sistema original de la finca fue de 14, indicando un alto riesgo en la evaluación (ver anexos). Posteriormente se evaluará nuevamente la postura, pero esta vez con el modelo solución para comparar los resultados (ver anexos).



# REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name:

Date:

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position

Neck Score

Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

### Step 2: Locate Trunk Position

Trunk Score

Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

### Step 3: Legs

Leg Score

### Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, Locate score in Table A

Posture Score A

### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force / Load Score

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A

### Scoring

- 1 = Negligible Risk
- 2-3 = Low Risk. Change may be needed.
- 4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
- 8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
- 11+ = Very High Risk. Implement Change

## Scores

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Table B		Lower Arm					
		1			2		
Upper Arm Score	Wrist	1	2	3	1	2	3
	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9	

Table C		Score B											
Score A	Score B												
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table C Score + Activity Score = REBA Score

## B. Arm and Wrist Analysis

### Step 7: Locate Upper Arm Position:

Upper Arm Score

Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

### Step 8: Locate Lower Arm Position:

Lower Arm Score

### Step 9: Locate Wrist Position:

Wrist Score

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B

### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid rang power grip, **good: +0**  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, **fair: +1**  
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**  
No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable: +3**

Coupling Score

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B

### Step 13: Activity Score

- +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
- +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
- +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

## 2. Antropometría

La antropometría es el estudio de las medidas del cuerpo humano y sus proporciones, estas varían en cada individuo dependiendo de su edad, sexo, raza, nivel socioeconómico, entre otros. Por esta razón, a continuación se explica cómo se aplica, para luego comprender porque es importante en el proyecto.

La antropometría estructural; se encarga de las medidas de cabeza, troncos, y extremidades en posiciones estándar. La funcional toma medidas mientras el tiempo está en movimiento. La antropometría y la ergonomía se complementan, ya que la ergonomía se encarga de adecuar los productos y las áreas de trabajo al usuario lo cual es fundamental en los resultados de la ciencia de la antropometría. La ergonomía utiliza técnicas de la antropometría para adaptar el ambiente de trabajo al ser humano.

En el proyecto hay que estudiar partes del cuerpo de los cinco usuarios, como por ejemplo los brazos y las piernas para poder realizar el diseño correctamente y por otro lado, utilizar las medidas para realizar un diseño funcional y adaptarlo al cuerpo de los trabajadores, de manera que sea un proceso más cómodo que el que se utiliza actualmente y sin problemas al realizar las acciones.

A continuación, se muestra una tabla con los percentiles que hay que tomar en cuenta para realizar una estación de trabajo desde el punto de vista antropométrico. En el caso de Finca La Loma, para el área de trabajo de lombricompostaje se tiene que tomar en cuenta el percentil 5, ya que los trabajadores tienen medidas más pequeñas que el hombre promedio.

DIMENSIONES FUNCIONALES DEL CUERPO DE HOMBRES Y MUJERES ADULTOS, EN PULGADAS Y CENTIMETROS, SEGUN EDAD, SEXO Y SELECCION DE PERCENTILES													
		A		B		C		D		E		F	
		pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
95	HOMBRES	38.3	97,3	46.1	117,1	51.6	131,1	35.0	88,9	39.0	86,4	88.5	224,8
	MUJERES	36.3	92,2	49.0	124,5	49.1	124,7	31.7	80,5	38.0	96,5	84.0	213,4
5	HOMBRES	32.4	82,3	39.4	100,1	59.0	149,9	29.7	75,4	29.0	73,7	76.8	195,1
	MUJERES	29.9	75,9	34.0	86,4	55.2	140,2	26.6	67,6	27.0	68,6	72.9	185,2

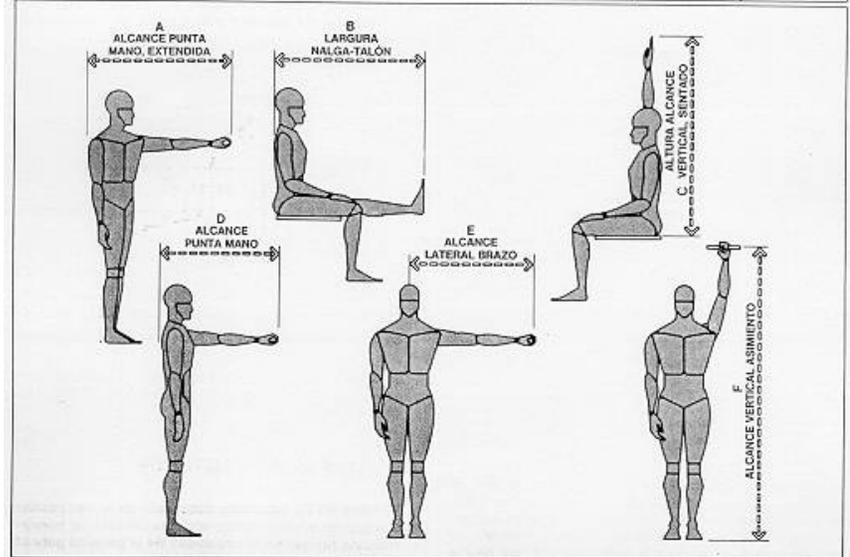
  


Figura 14  
Tabla antropométrica  
Fuente: <https://goo.gl/78Y>

La antropometría es importante para el proyecto, ya que como muestra esta tabla, marca los límites del usuario y hasta donde son sus alcances de trabajo según sus medidas.

Con esta conclusión, después de mostrar las medidas que puede alcanzar cada usuario a continuación se muestra una imagen con los alcances adecuados y hasta donde puede llegar el usuario en un área de trabajo.

A continuación, se muestra una imagen de un usuario en un área de trabajo. Esta imagen es importante y se tomará en cuenta para el proyecto para que el usuario este en una condición ideal a la hora de trabajar el lombricompostaje.

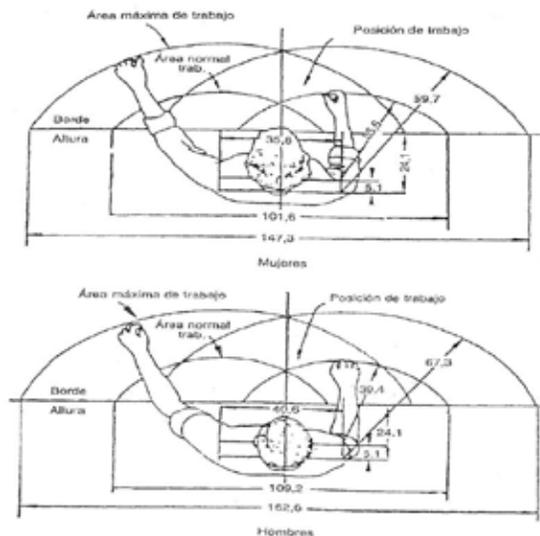


Figura 15  
 Área de trabajo con medidas antropométricas  
 Fuente: <https://goo.gl/ht9Ro5>

## Parte IV - Materiales y procesos

Para crear un modelo de solución final que sea funcional, hay que realizar una exploración de materiales para poder crear un prototipo funcional y resistente para el proceso que se tiene que llevar a cabo

En el caso de este proyecto se tiene que tomar en cuenta el precio, ya que en mano de obra y en materiales el límite económico es de Q4,500.00, la resistencia para que el prototipo pueda permanecer en el área exterior, los acabados para proteger al material, que el material sea seguro para el usuario y la facilidad para replicar el prototipo utilizando el material.

Con estas condiciones respecto al uso del material, a continuación se realizó una tabla con los materiales que se contemplaron y si cumplen con cada uno de los requisitos que se menciono anteriormente.

La tabla de materiales que se presenta a continuación es para la estructura del prototipo



Sí cumple



No cumple

Material	Precio	Resistencia	Seguridad	Acabados	Producción	Mano de Obra
					MANUAL  SEMI INDUSTRIAL  INDUSTRIAL 	
Madera	El pino tratado tiene un precio accesible, es fácil de conseguir y se adapta al presupuesto. Son Q10.00-Q15.00 por pie tablar aprox. dependiendo del tamaño de la madera. Esta pasa por un tratamiento.	Es un material firme y fuerte dependiendo del grosor que se compre. En caso de que se abra un agujero es fácil cambiar piezas o se puede poner masilla plástica especial para madera.	Si este material se lija correctamente, y se toman en cuenta las esquinas filosas a la hora de lijar para que queden redondeadas, es seguro.	Se le puede aplicar pintura, barniz, sellador, entre otros productos para protegerla. También se puede prolongar su duración con tratamientos (pino tratado).	Es fácil producir un prototipo de madera ya que se puede hacer una réplica con las herramientas de carpintería fácilmente. 	La mano de obra es accesible y fácil de encontrar a alguien que realice el oficio.
Fibra de vidrio	El precio de la fibra de vidrio es relativamente alto en comparación con otros materiales como la madera. El galón de resina cuesta entre Q140.00-Q150.00. La manta se vende por yarda y cuesta entre Q50.00 y Q100.00.	Es un material muy resistente y puede llegar a tener cualquier forma de manera más sencilla. Cuando se daña se compone con más fibra de vidrio y resina.	Si la fibra es cubierta de manera correcta con la resina, es un material seguro, de lo contrario corta.	La fibra de vidrio es resistente a la mayoría de climas y por otro lado se le pueden aplicar acabados como la pintura.	No lo puede producir cualquier persona, se necesita una persona más especializada y que maneje el material. 	No hay muchas personas que elaboren fibra de vidrio, esto hace que la producción sea más costosa.
Acero Inoxidable	Es un material que por tener la característica de ser inoxidable, es más costoso que la madera. Un inconveniente es que las láminas lisas las venden en grandes cantidades como por ejemplo 6 m. y tienen costos de Q800.00 hasta Q1000.00	El acero inoxidable resiste climas extremos y es un material difícil de romper por su solidez. Es más difícil de reparar pero no se daña fácilmente; a veces se puede reparar con soldadura o haciendo de nuevo la pieza.	Si se rompe alguna pieza puede llegar a ser un material que corta. Puede causar enfermedades como el tétano.	Es un material que no se oxida e incluso se le pueden agregar acabados como la pintura.	Se pueden mandar a hacer con un herrero, son accesibles y hay muchas personas que realizan el oficio. 	Hay muchas personas que realizan el oficio por lo cual es sencillo encontrar a alguien que maneje el material.

Tabla 11  
Materiales para estructura de prototipo  
Fuente: Elaboración propia

La tabla de materiales que se presenta a continuación es para los herrajes.



Sí cumple



No cumple

Material	Precio	Resistencia	Seguridad	Durabilidad	Producción	Mano de Obra
					MANUAL  SEMI INDUSTRIAL  INDUSTRIAL 	
Tornillo	El tornillo de 1 1/2" (el que se usa generalmente para estos proyectos) tiene un valor muy accesible ya que vale Q0.25 aprox. Es el tornillo negro de cabeza plana.	Es resistente por su estructura, soporta peso y no se dobla fácilmente.	Con la punta puede lastimar al usuario si este no lo maneja bien, lo bueno es que tiene un poco de grosor y eso no permite que atraviese la piel o haya un accidente grave.	Por la forma de rosca mantiene las piezas que se unan juntas y por ser tornillo negro difícilmente se oxida.	Se colocan fácilmente con desarmador o barreno por una persona. 	Los puede colocar alguien que conozca de carpintería.
Clavo	El precio del clavo de 1 1/2" puede llegar a ser más barato que el tornillo ya que vale de Q10.00-Q20.00 aprox., es barato y accesible.	Se dobla rápidamente cuando se le aplica mucha fuerza o mucho peso. Con el golpe de un martillo se puede torcer fácilmente.	Con la punta puede lastimar al usuario si este no lo maneja bien, Es relativamente delgado y puede atravesar la piel.	Es una estructura recta cilíndrica con una cabeza y por esa razón puede que no sostenga las piezas fácilmente, se rompa o se oxide.	Se colocan con martillo por una persona. 	Los puede colocar alguien que conozca de carpintería.

Tabla 12  
 Materiales para conservar la humedad en el prototipo  
 Fuente: Elaboración propia

La tabla de materiales que se presenta a continuación es para el material que conserva la humedad.



Sí cumple



No cumple

Material	Precio	Resistencia	Seguridad	Durabilidad	Producción MANUAL  SEMI INDUSTRIAL  INDUSTRIAL 	Mano de Obra
Nylon	El nylon en general tiene un precio accesible, es fácil de conseguir y se adapta al presupuesto. El precio es de Q18.00-Q20.00 por yarda aprox. (Nylon grueso).	Se rasga fácilmente cuando se tensa y es fácil abrirle agujeros con objetos punzantes.	Es un material que no le hace daño al usuario.	Hay que cambiarlo constantemente porque no tiene resistencia suficiente.	Cualquier persona lo puede cortar fácilmente con tijeras o navajas. 	No es necesario contratar a alguien ya que cualquier persona puede cortarlo con tijeras a la medida que desee.
Lona vinílica	El precio de la lona vinílica es más alto que el del nylon pero aún así el presupuesto es suficiente. El costo de la yarda de la lona vinílica es de Q37.00-Q40.00 aprox.	Resiste ante la tensión y no se rompe fácilmente con objetos punzantes.	Es un material que no le hace daño al usuario.	No hay que cambiarlo, y puede durar de 2 a 5 años si se usa constantemente, por otro lado, resiste distintos climas y tiene suficiente resistencia.	.Es fácil de producir y de manipular con tijeras o navaja y un hilo plástico que se consigue en peleterías. Se necesita máquina para coserlo. 	Un costurero lo puede manipular con máquina de coser fácilmente.

Tabla 13  
Materiales para conservar la humedad en el prototipo  
Fuente: Propia

Con estas tablas se concluye que el material que se adecúa más a las necesidades del proyecto es la madera de manera estructural, los tornillos para los herrajes y en cuanto a humedad el mejor material es la lona vinílica. Estos materiales cumplen con la mayor cantidad de requisitos que se tienen que tomar en cuenta a la hora de realizar la solución final.



# PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

## Parte I - Primera evolución de conceptos

En esta etapa de conceptualización se exploraron las formas que podía llegar a tener el prototipo según su función, y como a través de la forma se podría optimizar el proceso para mejorar el que se utiliza actualmente. Esto se logra a través del bocetaje para plasmar las ideas principales y evolucionarlas para llegar a una conclusión.

Por otro lado, a través del análisis y la investigación se logró concluir que las lombrices se mueven al encontrar comida. Por esta razón, en esta etapa también se explora la posibilidad de que se muevan las lombrices a través de un cedazo de 1/4" con un prototipo que se explicara en un diagrama para optimizar el tiempo y la cantidad de personas que realizan esta actividad.

A continuación se muestran los tres bocetos más relevantes de esta etapa. A partir de estos, hubo una evolución para llegar a la segunda parte de conceptualización.

# PROPUESTA PRELIMINAR

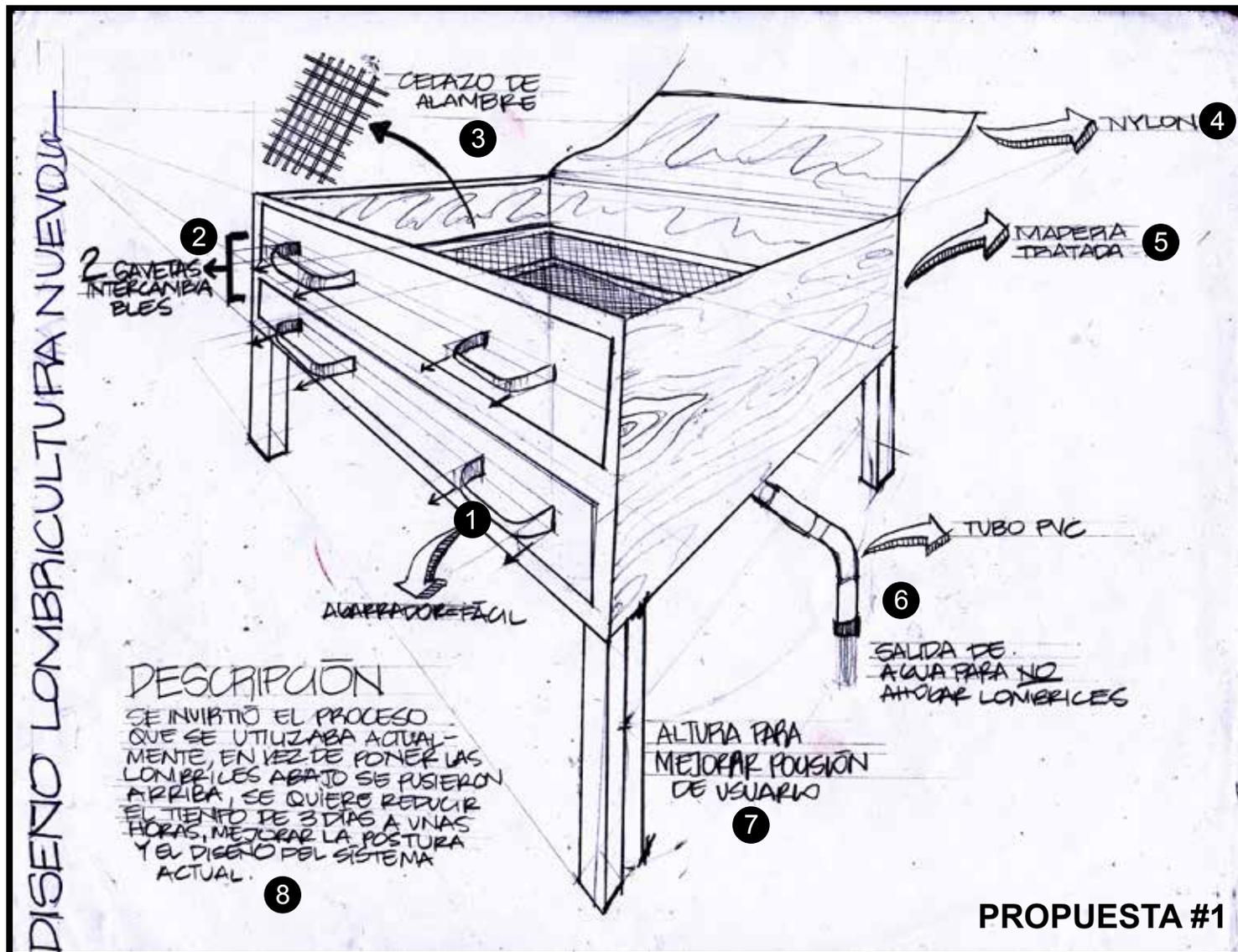


Imagen 36  
Bocetaje preliminar  
Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

### 1. Agarradores

Se colocaron dos agarradores en cada gaveta para que fuera fácil intercambiarlas.

### 2. Gavetas intercambiables

Las gavetas pueden intercambiarse para realizar el proceso. Cuando las lombrices terminan de alimentarse en la gaveta de arriba, se les coloca alimento en la gaveta de abajo para que se trasladen. Esto se realiza ya que al terminar de alimentarse en la gaveta de arriba el abono queda listo y al trasladarse para alimentarse en la gaveta de abajo, se evita el proceso de selección ya que ellas se mueven voluntariamente.

### 3. Cedazo de alambre

El cedazo de alambre se coloca en la parte inferior de cada gaveta. Se coloca allí para que las lombrices pasen a través de él a la hora de trasladarse para alimentarse. Esto es útil para que el abono de arriba no se mezcle con el alimento de abajo.

### 4. Nylon

Se coloca nylon al rededor de las gavetas para

conservar la humedad, esto es necesario porque le da movilidad a las lombrices.

### 5. Madera tratada

Se utiliza este material ya que resiste diferentes climas y es económico.

### 6. Salida de agua

Se colocó una salida de agua, ya que es necesaria para que el agua no se quede en las gavetas porque las lombrices se ahogan.

### 7. Altura

Se colocan patas con una altura favorable para el usuario en el prototipo, para crear un diseño ergonómico y arreglar la postura del mismo.

### 8. Descripción

“Se invirtió el proceso que se utilizaba actualmente. En vez de poner las lombrices abajo, se pusieron arriba. Se quiere reducir el tiempo de 3 días a unas horas, mejorar la postura del usuario y el diseño del sistema actual.”

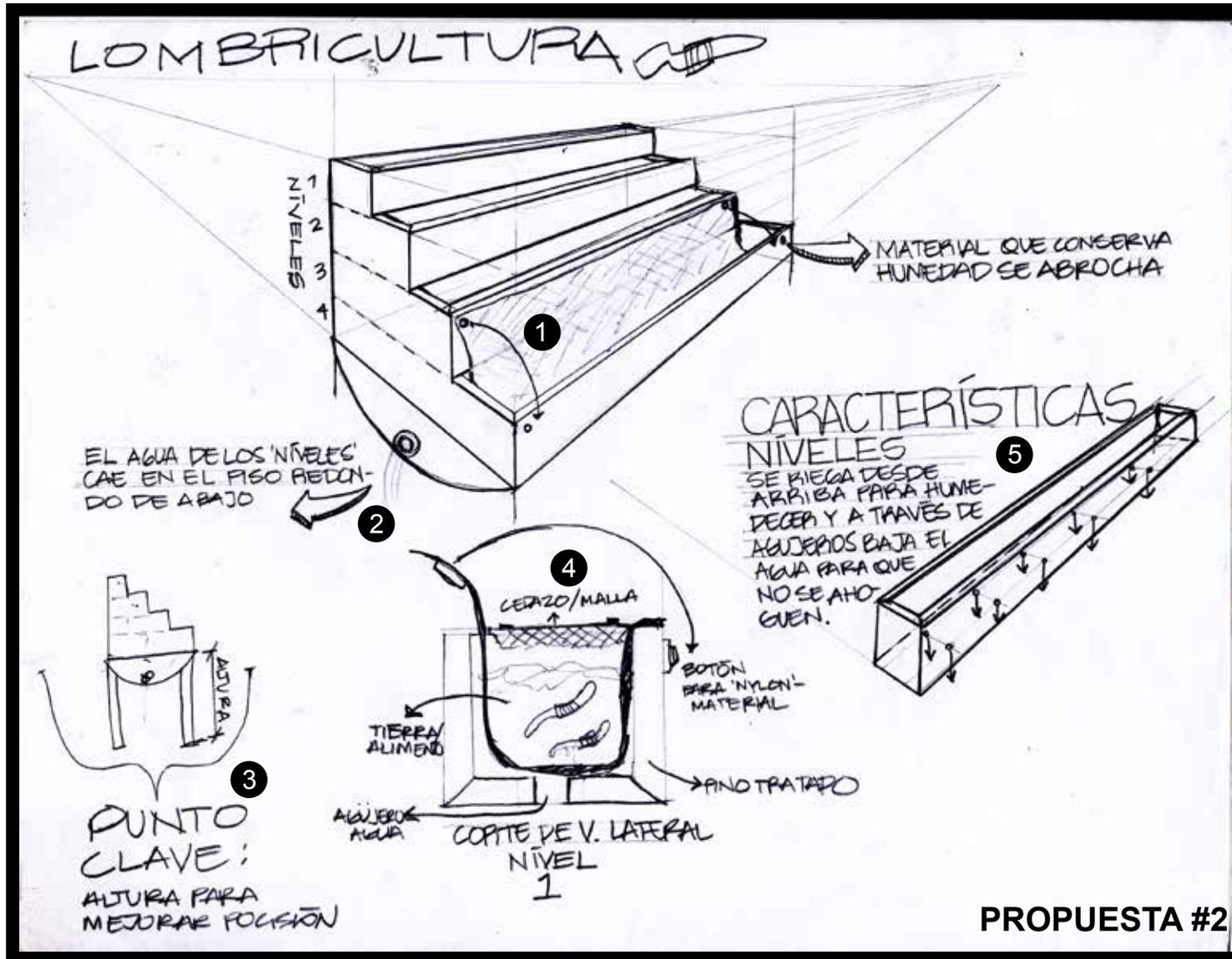


Imagen 37  
Bocetaje preliminar  
Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

cada compartimento el agua pasa al nivel inferior para que las lombrices no se ahoguen pero sí conserven la humedad.

### 1. Material que conserva la humedad se abrocha

El material que está al rededor de cada compartimento se abrocha para conservar la humendad.

### 2. Salida de agua

El exceso de agua de los “niveles” cae en la parte inferior, que es la mitad de un cilindro y el agua sale a través de un agujero.

### 3. Altura

Se le pusieron patas con una altura favorable para el usuario. Esto va a mejorar su postura.

### 4. Compartimentos

Están realizados de pino tratado para que la madera se conserve en buen estado. Por otro lado tienen agujeros abajo para que el agua salga fácilmente y las lombrices no se ahoguen. En la parte superior, cuentan con un cedazo metálico para dividir el abono y la comida.

### 5. Características de “niveles”

Se coloca agua en el nivel superior para humedecer la tierra y a través de los agujeros en la parte inferior de

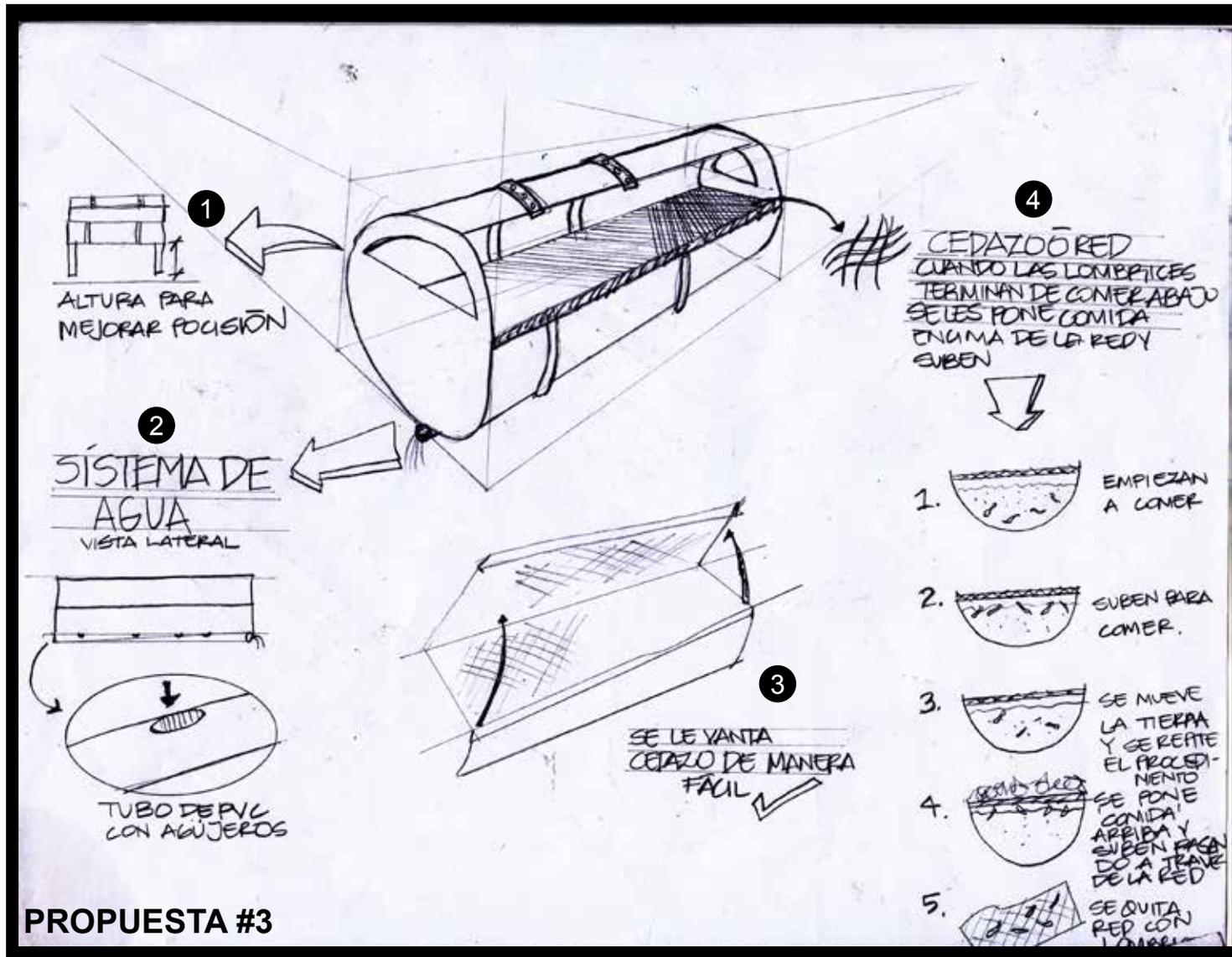


Imagen 38  
Bocetaje preliminar  
Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

### 1. Altura

Se le colocaron patas para mejorar la posición del usuario y crear un diseño ergonómico.

### 2. Sistema de Agua

El diseño se realizó en forma cilíndrica con un tubo de PVC en la parte inferior con agujeros para que el agua cayera a través de uno de los extremos.

### 3. Sistema de cedazo o red:

- Primer paso

Se colocan las lombrices y el alimento juntos y luego se les pone cedazo arriba.

- Segundo paso

Cuando las lombrices terminan el alimento y se convierte en abono, se les coloca comida arriba del cedazo.

- Tercer paso:

Las lombrices se trasladan a través del cedazo a la parte superior, y comienzan a alimentarse del nuevo material orgánico.

- Cuarto paso

Ya que las lombrices están arriba se quita el cedazo y se puede sacar el abono que quedo en la parte inferior sin lombrices.

Como se mencionó anteriormente, mientras se realizaba el bocetaje preliminar, aleatoriamente se realizó un proceso en el que se hicieron pruebas para confirmar que las lombrices al terminar con la comida y convertir la tierra en abono con un proceso digestivo, pasaban a través de un cedazo de 1/4" en busca de comida.

Si las lombrices se movilizan solas con un incentivo como la comida y pasan a través del cedazo, el proceso actual podría ser más fácil de realizar, ya que el proceso de selección se eliminaría, esto optimizaría el tiempo.

A continuación, se muestra un diagrama con una serie de pasos del proceso que se realizó para comprobar la teoría de la comida.

## Secuencia del lombricompost



1

Imagen 33  
Fuente: Propia

Se prepara una mezcla de material orgánico (frutas, verduras y cáscaras) para alimentar a las lombrices, y se coloca en una caja de tomate que esta cubierta por un nylon.



2

Imagen 34  
Fuente: Propia

Encima de la comida, se coloca un marco que se fabricó con un cedazo de 1/4" enmedio.



3

Imagen 35  
Fuente: Propia

Encima del cedazo se coloca la tierra que las lombrices ya han convertido en abono con las lombrices en ella. Ya no les queda comida por lo cual se espera que bajen a través del cedazo para alimentarse.



4

Imagen 36  
Fuente: Propia

Se cierra el nylon que cubre la caja en el interior para mantener la humedad y se espera una semana para analizar si en el transcurso de esos siete días bajan las lombrices a través del cedazo.



5

Imagen 37  
Fuente: Propia

Al abrir el nylon después de una semana, se puede observar y comprobar que las lombrices pasaron a través del cedazo para alimentarse, ya que no queda ninguna arriba. Esto significa que como parte de la conceptualización se puede utilizar el cedazo para eliminar el proceso de selección de lombrices manual.

Figura 16  
Bocetaje preliminar  
Fuente: Propia

Finalizando esta etapa se puede concluir que el bocetaje es similar en los tres bocetos ya que tiene la misma función, por lo cual hay que evolucionar uno de los bocetos con la forma que cumpla de mejor manera con los requisitos y parámetros.

Por otro lado, un gran avance en el proyecto fue la prueba del cedazo, ya que se quiere optimizar el tiempo y el proceso de selección es el más largo para el usuario. Al lograr que las lombrices tengan un incentivo, como es la comida para moverse, se puede diseñar un prototipo en donde las lombrices se separen del abono en busca de comida y así, puedan sacarlas más fácilmente de la tierra.

## **Parte II - Segunda evolución de conceptos**

En esta etapa de conceptualización se analizan las formas que se bocetaron anteriormente para desarrollarlas y mejorarlas.

A través de este análisis se quiere llegar a establecer la forma en la cual se va a desarrollar el boceto tomando en cuenta principalmente la función.

La forma debe ser básica y fácil para poder reproducir el modelo si el cliente aumenta su cantidad de café y necesita

más abono, debe ser simple, pero al mismo tiempo funcional y económica. Hay que tomar en cuenta las teorías del diseño que se mencionaron al principio de la conceptualización, la Innovación Frugal es fundamental en lo que se acaba de mencionar, ya que necesita ser un objeto construido con materiales económicos, pero que al mismo tiempo cumpla con los requisitos y parámetros para satisfacer la necesidad latente que tiene actualmente Finca La Loma.

En el diseño también es fundamental que el usuario mejore su postura, ya que si no se trata ese tema se pueden dar problemas de salud posteriormente. Por otro lado, si el usuario está cómodo trabaja con más eficiencia y se vuelve un proceso menos pesado.

Por estas razones, a continuación se presentan los bocetos que se realizaron en la segunda etapa. después de un análisis de forma y funcionalidad se decidió desarrollar la forma de la Figura 52, esto se debe a que se verificó que tenía una manera más práctica de mover las lombrices intercambiando las gavetas, una salida de agua, patas que le dan altura al prototipo y esto lo hace más ergonómico y se toma en cuenta el nylon para que se conserve la humedad en la tierra y las lombrices puedan tener movilidad. Cumple con más requisitos que las otras dos propuestas.

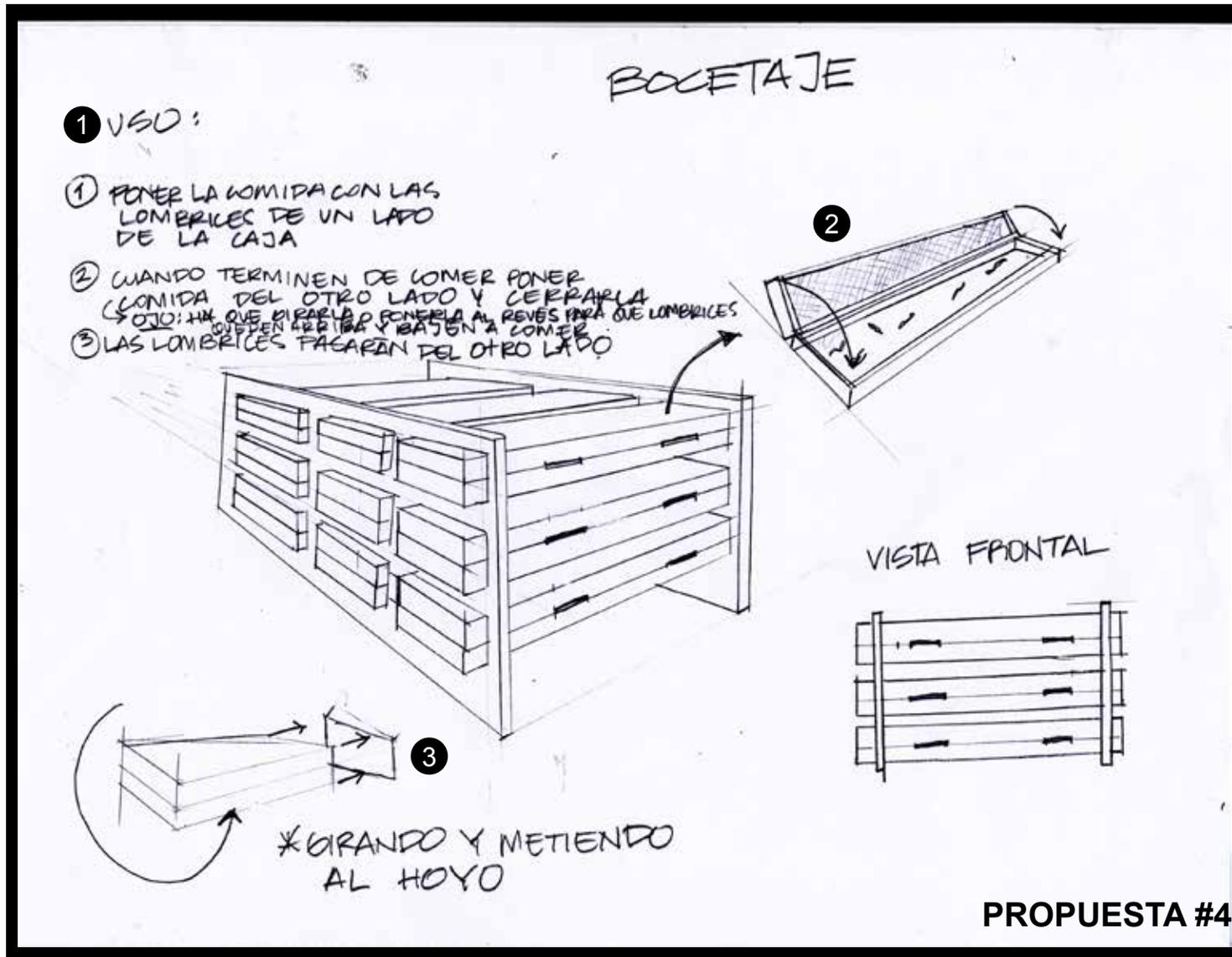


Imagen 39  
 Bocetaje de evolución de conceptos  
 Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

### 1. Uso

Cada módulo consiste en una caja partida por la mitad, unida por bisagras y con un cedazo metálico en medio.

- Primer paso: Poner alimento y lombrices en una de las mitades de la caja.
- Segundo paso: Cuando las lombrices terminan de comer, y la materia orgánica ya se haya convertido en abono, colocar alimento en la otra mitad de la caja (siempre dejando el cedazo en el medio).
- Tercer paso: Al trasladarse las lombrices del lado del abono hacia el del alimento, sacar el abono que está libre de lombrices para utilizarlo.

### 2. Módulo

Como se menciono anteriormente, consiste en una caja de madera que esta cortada por la mitad y vacía por dentro. Se une con bisagras para poder abrirla y cerrarla y en el medio tiene un cedazo para dividir el alimento del abono.

### 3. Sistema

En el primer paso, el alimento esta en la mirad inferior de la caja. En el segundo paso, cuando las lombrices ya estan

alimentadas y tienen que trasladarse a la otra mitad, se pone alimento en la otra mitad y se gira de modo que el abono (que anteriormente era el primer alimento) quede en la parte superior y el alimento nuevo en la parte inferior para que las lombrices se trasladen y se movilizen hacia abajo.

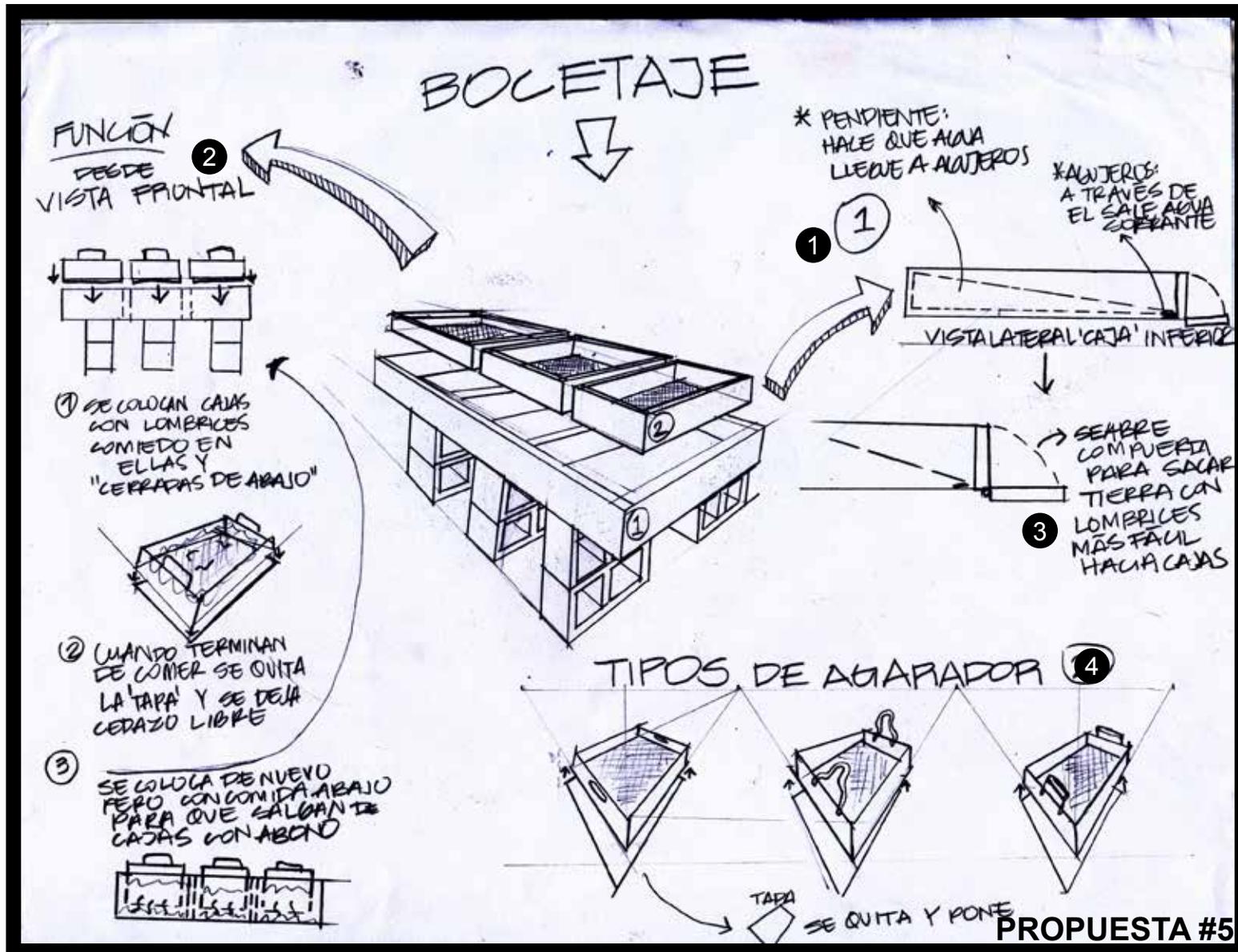


Imagen 40  
Bocetaje de evolución de conceptos  
Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

### 1. Pendiente

Se muestra una vista lateral de una pendiente adentro de la caja para que el agua salga por un agujero en la parte frontal y así, se elimine el exceso de agua.

### 2. Función

- Primer paso

Se colocan en la base tres cajas o contenedores con alimento y lombrices con una “tapa” abajo.

- Segundo paso

Cuando las lombrices terminan el alimento, convirtiendolo en abono, se quita la “tapa” de abajo y queda el cedazo en la parte inferior sin obstruir.

- Tercer paso

Se coloca alimento en la base que son contenedores cuadrados y luego se colocan las cajas que tienen las lombrices y el abono encima. Las lombrices se trasladan a la caja de abajo en busca de alimento a través del cedazo y el abono se puede utilizar inmediatamente ya que no tiene lombrices en él.

### 3. Compuerta

El prototipo tiene en la parte frontal una compuerta para sacar más fácilmente la tierra de la base.

### 4. Agarradores

Diseño de distintos tipos de agarradores para la comodidad del usuario.

De las dos propuesta que se desarrollaron en esta etapa, la propuesta de la página 86, se mostró con elementos que se quieren desarrollar ya que se observa que tienen características que son funcionales, entre estas características están:

- Las patas de block: es un material resistente y firme que puede llegar a ser una buena opción para el exterior y no se arruina, por lo cual no se tiene que cambiar.
- La pendiente en la base: hace que el agua caiga fácilmente en un contenedor para evitar que las lombrices se ahoguen.
- Las cajas para poner lombrices: es más fácil meter a las lombrices en cajas con cedazo para poderlas separar fácilmente las lombrices del abono.
- La compuerta frontal para sacar la tierra: es fácil de sacar arrastrandola hacia afuera.
- Facilita a los usuarios sujetar las cajas con agarradores.

### **Parte III - Otras evoluciones**

Fueron necesarias más transformaciones para llegar a una conclusión final, el siguiente bocetaje se basará en el desarrollo de la figura de la Página 81, por ello se desarrollaron dos propuestas más.

La primera propuesta se realizó tomando en cuenta el nylon porque se necesita conservar la humedad. Por otro lado, la idea de las gavetas regresó nuevamente con el fin de crear un método más práctico para intercambiar la comida y el abono de las lombrices y así lograr un método más rápido, fácil e higiénico.

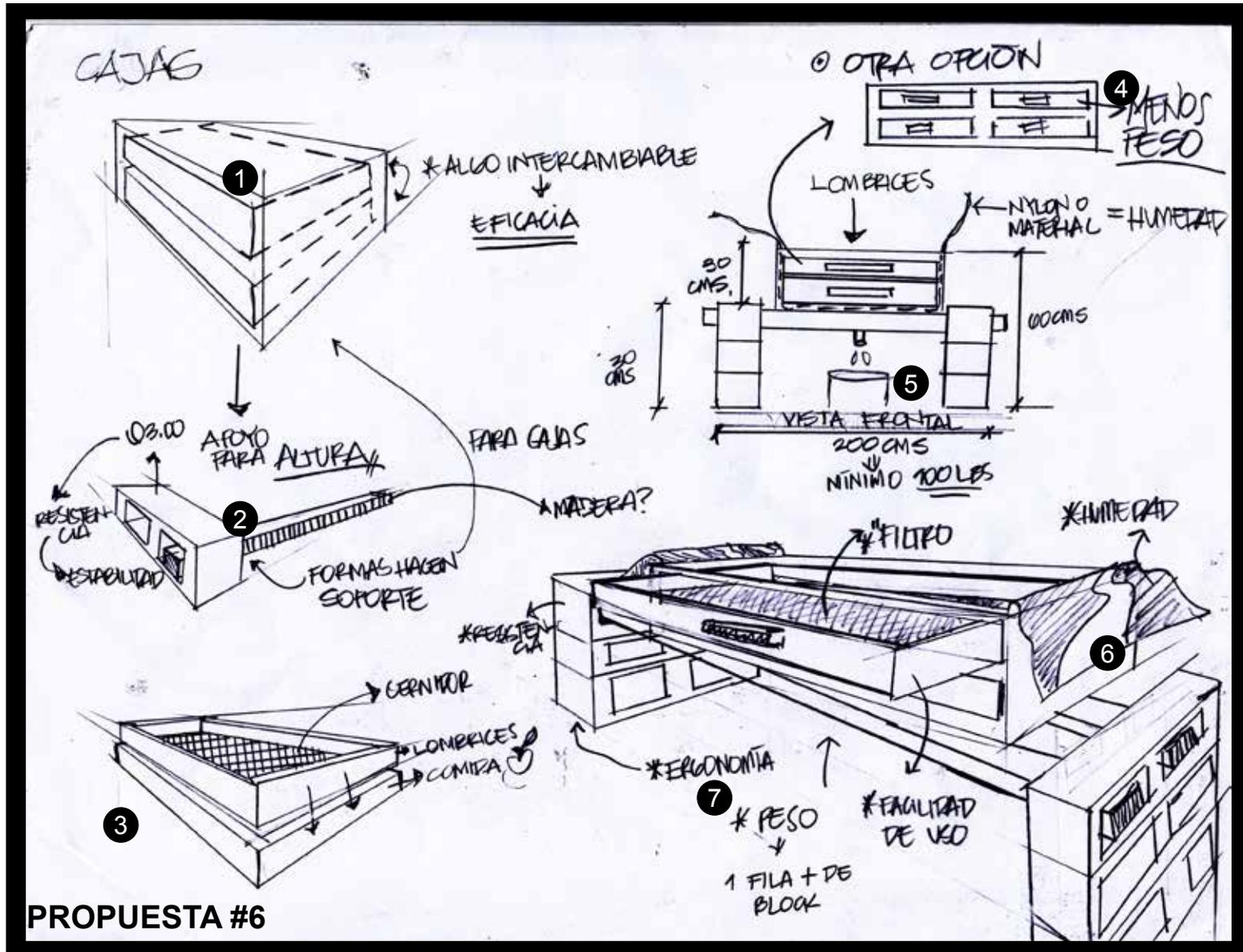


Imagen 41  
Bocetaje de otras evoluciones  
Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

### 1. Gavetas Intercambiables

Las gavetas se pueden intercambiar en la base de la parte superior a la inferior y viceversa para que el proceso sea más eficaz.

### 2. Block y soportes

Se pusieron blocks en vez de patas ya que es un material económico y en los agujeros de el mismo se pueden poner troncos de madera para soportar la base.

### 3. Cedazo de metal

Se coloca en la base de las dos cajas o contenedores cedazo de metal ya que se comprobó que las lombrices pasan a través de el para alimentarse y cambiarse de contenedor.

### 4. Otra opción

En vez de tener dos gavetas grandes, se pueden hacer cuatro gavetas más pequeñas para que el usuario tenga que operar con menos peso y no tenga problemas de salud en el futuro.

### 5. Salida de agua con tubo PVC

Se agregó un sistema de drenajes de tubo PVC en la parte

inferior de la base para eliminar el exceso de agua y que caiga en un recipiente.

### 6. Nylon

El nylon se pone al rededor de las gavetas para que se conserve la humedad, ya que es necesaria para la movilidad de las lombrices en la tierra.

### 7. Ergonomía

Los block apilados dan cierta altura a la base que hace que esta sea ergonómica para los usuarios.

Se eliminaron las gavetas por el peso que representaban para el usuario, por otro lado, sin rieles es casi imposible deslizarlas hacia afuera para hacer el intercambio por el peso que tienen de tierra. Otro cambio importante fue hacer módulos más pequeños para los contenedores de lombrices para que el usuario pudiera levantarla fácilmente, son más módulos pero les cabe la misma cantidad ya que se necesitan 100 libras de abono cada mes. Por último se quitaron los bloques de madera que pasaban a través de los blocks para soportar las gavetas y se convirtió en una base entera ya que eso le da más estabilidad.

### Evolución de propuesta

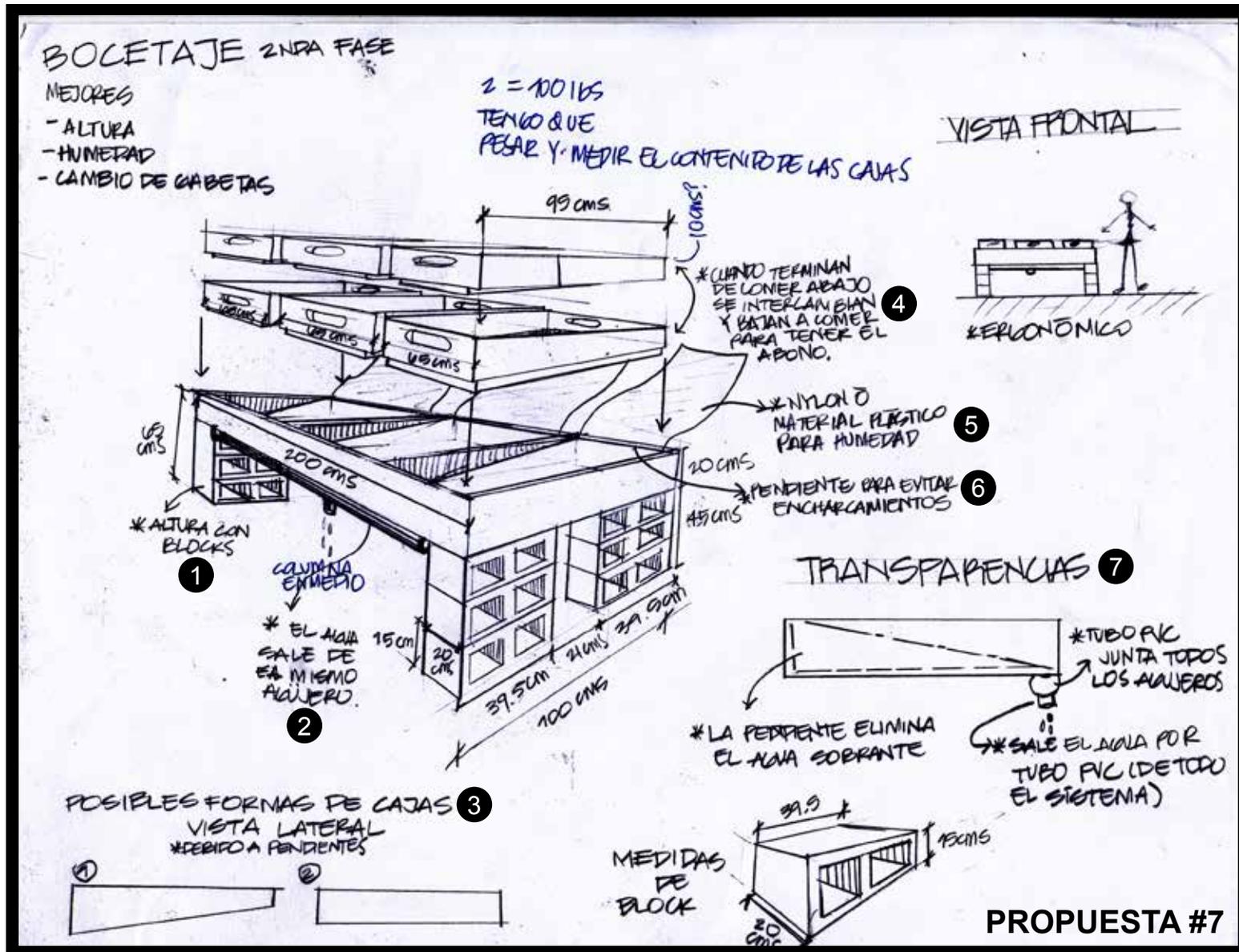


Imagen 42  
Bocetaje de otras evoluciones  
Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

### 1. Blocks

Proporcionan altura para que sea un diseño ergonómico a favor del usuario.

### 2. Sistema de drenajes

El agua de los tres compartimentos sale por el mismo agujero.

### 3. Pendiente

Distintos diseños de la base para que tenga pendiente y el exceso de agua salga correctamente.

### 4. Cajas

Cajas intercambiables para facilidad a la hora de hacer el proceso de lombricompost y sacar el abono.

### 5. Nylon o material plástico

El nylon o material plástico se pone al rededor de las gavetas para que se conserve la humedad, ya que es necesaria para la movilidad de las lombrices en la tierra.

### 6. Pendiente

Es para evitar encharcamientos que matarían a las lombrices.

### 7. Transparencia de la pendiente

La pendiente interna en la base elimina el agua sobrante y por su inclinación la dirige a un tubo de PVC el cual elimina el agua del sistema.

Cuando se diseño la última propuesta con medidas, surgieron dudas acerca de los tamaños de los contenedores o cajas. Para saber si el tamaño era el adecuado, se realizó un prototipo de prueba de la caja con las medidas del boceto y luego se le puso en el interior la cantidad de tierra que se usaría durante el proceso para verificar que el usuario no tuviera que levantar más de la cuenta. (Los trabajadores no deben operar cargas mayores de 25 kilogramos.)

A continuación, se muestra el proceso para realizar la caja con las medidas del boceto.

## Prototipo preliminar de contenedor

1. Se midieron y se cortaron las piezas en el tamaño que indicaba el boceto.

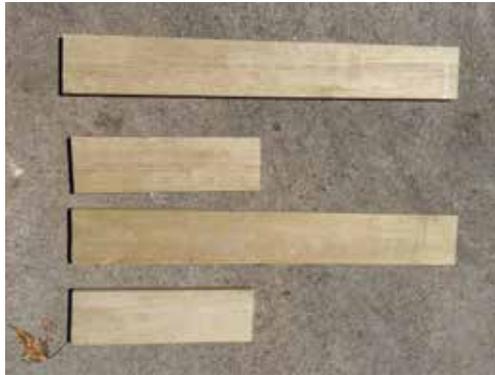


Imagen 43  
Piezas de prototipo preliminar  
Fuente: Propia

2. Con una escuadra se unen las piezas y se atornillan para formar un rectángulo.



Imagen 44  
Unión de piezas de prototipo preliminar  
Fuente: Propia



Imagen 45  
Ensamblaje de piezas de prototipo preliminar  
Fuente: Propia



Imagen 46  
Rectángulo unido, prototipo preliminar  
Fuente: Propia

3. Al terminar el rectángulo, se realiza el mismo proceso para colocar otro cuadrado más pequeño en el interior del contenedor.



Imagen 47  
Rectángulo interior, prototipo preliminar  
Fuente: Propia

4. Cuando se termina la estructura del contenedor, se coloca el cedazo en la parte inferior.



Imagen 48  
Cedazo colocado en la caja, prototipo preliminar  
Fuente: Propia

Al terminar con el contenedor se realizó una prueba con distintos tipos de agarradores para saber cual era el más cómodo y práctico para el proceso.

A continuación se presenta una tabla con los distintos tipos de agarradores que se probó el prototipo con los aspectos positivos y negativos de cada uno de ellos.

Agarrador	Positivo	Negativo
 Imagen 49 Fuente propia	Es un agarrador económico de Q10.00 y fácil de colocar	Cuando se agarra y la caja tiene mucho peso, lastima al usuario
 Imagen 50 Fuente propia	Es un agarrador que puede girarse hacia arriba o hacia abajo	Se utiliza para maleta y la cuerina que tiene al rededor se rompe fácilmente
 Imagen 51 Fuente propia	Es cómodo, ergonómico, económico (15.00) y fácil de colocar	No tiene aspectos negativos
 Imagen 52 Fuente propia	Puede girar hacia arriba y hacia abajo y es ergonómico	No se puede atornillar porque no tiene agujeros por lo cual su instalación es complicada

Tabla 14  
Prueba de agarradores para prototipo final  
Fuente: Propia

En conclusión, de acuerdo a la Tabla 6, el agarrador que mejor se adapta al prototipo se presenta a continuación:



Imagen 53  
Agarrador de prototipo  
Fuente: Propia

Cuando se le colocaron los agarradores a la caja y se analizó el tamaño, se llegó a la conclusión de que debían reducirse las medidas de 5 a 8 cms. de largo aproximadamente.

Con la información que se recopiló a través de las pruebas y los prototipos se diseñó nuevamente, y se modificaron algunas formas, esto con el fin de mejorar la funcionalidad del prototipo final.

## Parte IV - Proceso de evaluación de propuestas

El proceso anterior fue necesario porque luego de hacer varias pruebas con el diseño anterior de la última propuesta, se hizo una evaluación y se modificaron las medidas, porque con el prototipo de la caja preliminar se pudo notar que debía ser más pequeño.

Se realizó una nueva propuesta con modificaciones en las medidas y en algunas formas. Entre ellas esta por ejemplo la parte frontal y posterior de la base tiene una forma para que los agarradores se puedan agarrar fácilmente.

A continuación, se presenta el boceto final.

### Bocetaje final

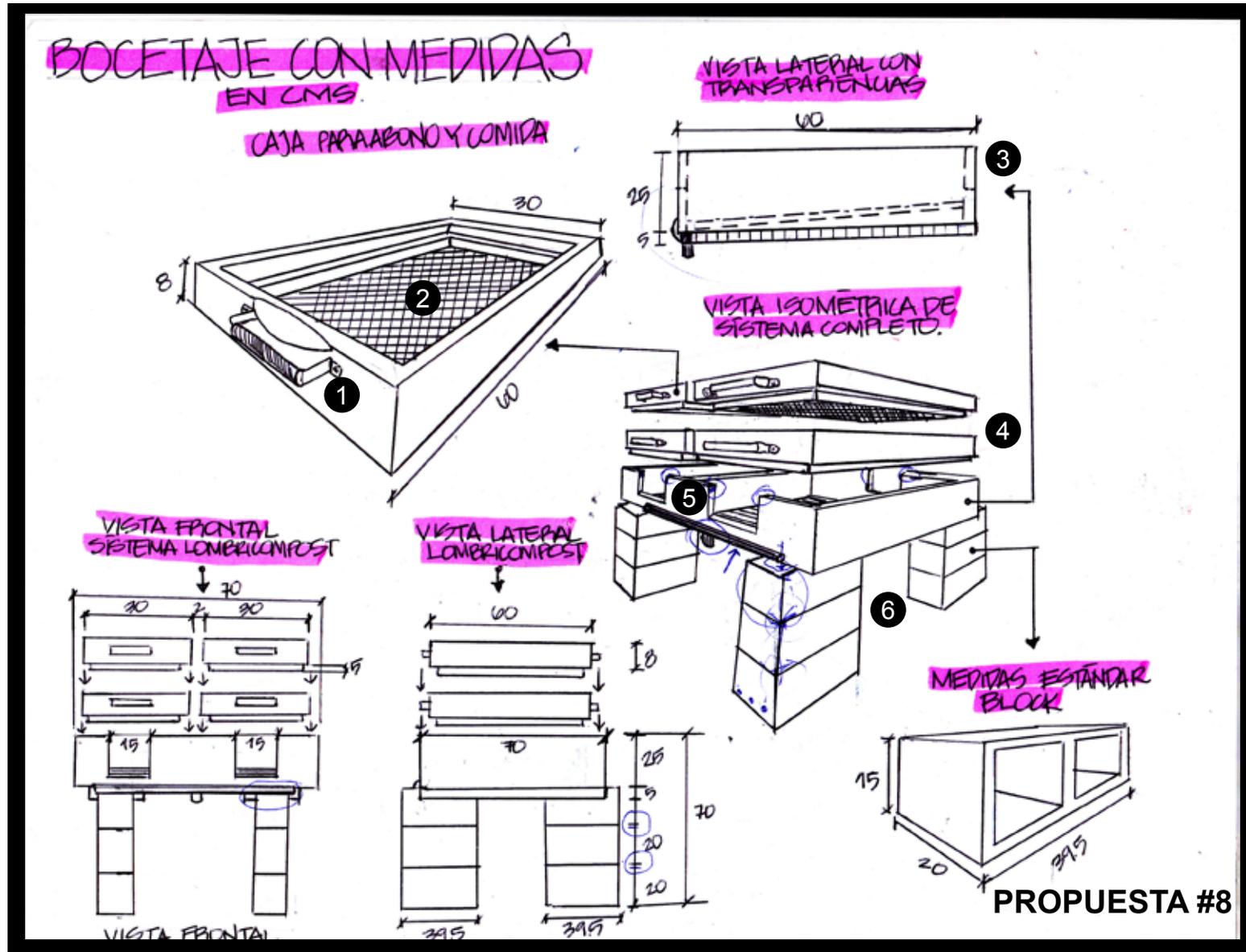


Imagen 54  
Boceto final  
Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

### 1. Agarradores

El uso de agarradores, permite que el usuario tenga una manera más cómoda de trasladar la caja de un lugar a otro.

### 2. Cedazo metálico

El cedazo metálico es una pieza clave en el diseño, ya que es una división entre el abono y el alimento y es lo que separa en los dos módulos a las lombrices.

### 3. Pendiente

Es necesario tener una pendiente ya que esta ayuda a eliminar el exceso de agua para que las lombrices no se ahoguen y solo mantener humedo el ambiente.

### 4. Módulos intercambiables

Los módulos o cajas son intercambiables, ya que al terminar de comer en una caja las lombrices realizan el abono y para no tener que seleccionarlas se les coloca alimento en la caja de abajo para que se transporten y se alimenten en otro módulo. Esto hace que la caja de arriba se quede sin lombrices y que puedan sacar el abono en unos minutos.

### 5. Forma de la base

En la base hay formas en la parte frontal y posterior que permite colocar fácilmente las cajas sin tener problemas con los agarradores, ya que hay un espacio para cada uno de ellos.

### 6. Blocks

Los blocks le dan altura al prototipo para que el usuario mejore su posición y no tenga problemas de salud en un futuro.

Con el nuevo bocetaje realizado se decidió realizar una maqueta de cartón escala 1:1 para analizar que el tamaño fuera el correcto y luego, con las cajas de la maqueta se midió el peso que podían soportar de tierra para verificar que no fuera una carga excesiva para el usuario durante el proceso.

A continuación, se muestran fotos de la maqueta escala 1:1, en un ambiente con naturaleza parecido en el que se va a colocar el prototipo real.



Imagen 55  
Maqueta escala 1:1  
Fuente: Propia

Se realizaron 6 blocks para analizar si la altura era suficiente, la base en donde se colocaban las dos cajas y las dos cajas.

Luego de confirmar que el nuevo tamaño del prototipo era el adecuado, se realizó una prueba para medir cuanto tierra mojada cabía en la caja para analizar si un usuario podía cargarla sin forzar el cuerpo.



Imagen 56  
Cajas de maqueta escala 1:1 con cedazo  
Fuente: Propia

Estos fueron los pasos que se siguieron para realizar las pruebas:

1. Se llenaron bolsas Ziploc con tierra mojada, cada una de esas bolsas se pesó en una balanza.



Imagen 57  
 Bolsas en pesa  
 Fuente: Propia

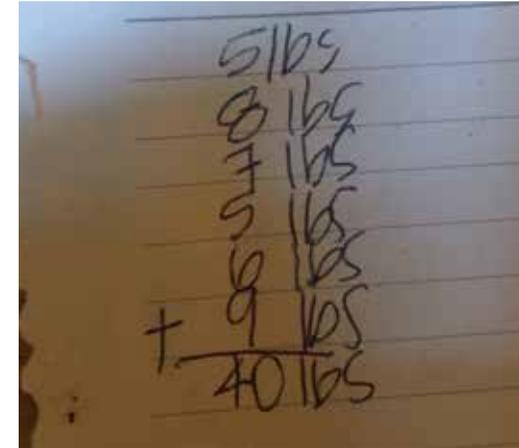


Imagen 59  
 Sumatoria  
 Fuente: Propia

2. Al tener el peso de cada bolsa, se colocaron en la caja hasta llenarla.



Imagen 58  
 Bolsas adentro de la caja  
 Fuente: Propia

3. Por último, se pesó la caja con las bolsas adentro, y se realizó una sumatoria del peso de todas las bolsas que estaban en el interior.

La capacidad máxima en peso de la caja fue de 40 lbs. sin tomar en cuenta la madera. La tierra estaba hasta la orilla de la caja y por lo general solo se ponen de 5 a 8 cms. de alto de tierra, por lo tanto es la mitad de la capacidad que se colocó para la prueba en la caja, en total serían de 20 a 25 lbs. Este es un peso razonable para que una persona lo pueda cargar.

Las pruebas que se realizaron fueron elaboradas para determinar si se tenían que realizar cambios en cuanto a la altura y al tamaño de los contenedores.

Cuando se concluyeron estas pruebas, se realizó un prototipo preliminar con las medidas del boceto.

El prototipo fue realizado en una secuencia de pasos que se presenta a continuación:

1. Se cortaron las tablas de madera con sierra ingletadora con las medidas que indicaba el boceto final.



Imagen 60  
Piezas cortadas  
Fuente: Popia

2. Se unieron las piezas de los contenedores con una escuadra para que quedaran rectángulos rectos.



Imagen 61  
Piezas unidas por escuadra  
Fuente: Propia

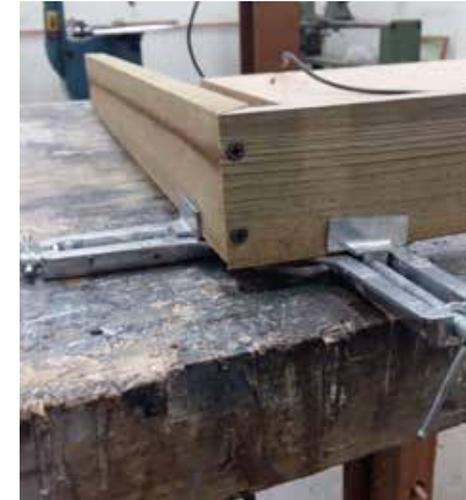


Imagen 62  
Piezas con uniones unidas por escuadra  
Fuente: Propia

3. Al terminar los dos rectángulos, en cada uno de ellos se puso un cuadrado interno, el cual ayuda a que un contenedor encaje con el otro.



Imagen 63  
Contenedores encajados  
Fuente: Propia



Imagen 64  
Interior de contenedores encajados  
Fuente: Propia

4. Se colocan los agarradores en la parte frontal y posterior de cada uno de los contenedores.



Imagen 65  
Agarrador para contenedores  
Fuente: Propia

5. Se mide y coloca el cedazo en la parte inferior de el marco de madera.



Imagen 66  
Cedazo cortado listo para colocar  
Fuente: Propia



Imagen 67  
Cedazo colocado en los dos contenedores  
Fuente: Propia

6. Al terminar los contenedores, se procede a trabajar en la base. Como primer paso, se cortan las tablas de la partefrontal y posterior, para que los agarradores puedan ser agarrados de manera más sencilla.



Imagen 68  
 Primeros cortes en parte frontal de base  
 Fuente: Propia

7. Cuando se concluyen los cortes se unen los cuatro lados laterales de la base para formar un rectángulo.



Imagen 69  
 Rectángulo de base con contenedores adentro  
 Fuente: Propia

8. Se coloca un fondo para la base que se coloca en la parte inferior para que esta soporte los contenedores. Luego se coloca en medio un separador.



Imagen 70  
 Base con maderas de fondo  
 Fuente: Propia

9. Por último, se ponen los contenedores adentro de la pase y esta se coloca encima de 12 blocks. Son cuatro patas con tres blocks en cada pata.

Al terminar el prototipo, se lleva a Finca La Loma para utilizarlo y observar si el usuario lo acepta. Con esto, se podrá observar si el prototipo necesita nuevos cambios, si sirve el cedazo, si la postura mejora, si la forma y los materiales son los correctos, si las medidas están bien y si el usuario se siente cómodo utilizándolo.

Al observar el prototipo preliminar siendo utilizado en finca La Loma se realizó un diagrama. En este diagrama se analiza la aceptación del usuario y por otro lado se analizan los requerimientos para verificar que se cumplan, si no se cumplen se le realizarán cambios al boceto final.

REQUERIMIENTO	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	¿CÓMO CUMPLE?
Reducir el tiempo en la recolección de lombrices			Con el cedazo, las lombrices no tienen que ser recolectadas, ellas se mueven solas. La recolección de tres días ahora es de 1 hora.
Mejorar la postura del usuario			La postura del usuario se mejoró notablemente debido a la altura que se le dio al prototipo. Anteriormente, era en el nivel del suelo.
Medidas funcionales en el prototipo			Algunas de las medidas en la base no se calcularon bien ya que cuesta agarrar los agarradores debido a la pieza frontal de la base.
Sistema de drenajes más eficiente			El agua cae a través de los agujeros que están en el piso de la base
Ergonomía en el diseño			Las patas de block no funcionaron ya que el usuario no consideró que era cómodo colocarse al frente para trabajar el proceso.
Mantener la humedad en el sistema			El nylon se rompe fácilmente y se vuela con el viento, por lo cual le colocan palos encima.
Reducir el número de personas que trabajan en compost			Se redujo el número de cinco usuarios a uno. Esto se debe a que se elimina el proceso de selección.
El diseño debe acoplarse a las medidas del área del lombricompostero			El sistema sí cupo en el área de lombricompostaje en Finca La Loma.

Figura 17  
Base con maderas de fondo  
Fuente: Propia

En el modelo se notaron aciertos y fallas. Se probó durante una semana para analizar si funcionaba. Bajo observación se pudieron tomar ciertas conclusiones.

A continuación se evaluarán en los siguientes puntos los aciertos y las fallas que tuvo este prototipo de prueba:

### **Aciertos**

- Las lombrices pasaron a través de el cedazo por lo cual solo quedo el abono arriba y no tuvieron que hacer el proceso de selección.
- El material fue resistente.
- El nylon mantuvo la humedad.
- La base fue estable.
- Se tardaron 15 minutos realizando el proceso en el prototipo.
- La altura mejora la postura de los trabajadores.

### **Fallas**

- El block quitaba un espacio significativo, por esta razón el prototipo perdía ergonomía
- Los agarradores topaban con la madera y esto causaba una dificultad para agarrar el contenido
- Si no se ponía una pieza encima, el nylon no se mantenía encima de la tierra.

### **Modificaciones en el bocetaje final**

Al evaluar el prototipo preliminar del bocetaje final con el cliente, se llegó a la conclusión que se necesitaban mejorar las fallas que habían surgido durante el proceso.

Un cambio significativo que el cliente decidió hacer, fue que el prototipo a pesar de cumplir con las expectativas, quería que lo manejaran dos personas y que su tamaño fuera mayor, para que hubiera más capacidad de tierra en cada prototipo y se pudieran almacenar en el 50 lbs. de abono. Basta con producir dos prototipos para satisfacer la demanda de abono una vez al mes que son 100 lbs.

La diferencia con el siguiente diseño es que no lo maneja un usuario, lo manejan dos. Esto incrementa el valor ya que se les tiene que pagar a dos personas Q86.90 al mes, pero trabajan más rápido y bajan los costos ya que en el modelo anterior se tenían que hacer cuatro o cinco prototipos iguales y en este caso dos.

En el diseño del siguiente prototipo se corrigieron y modificaron las fallas del boceto anterior, también se aumento el tamaño para que lo utilizaran dos personas, pero sigue cumpliendo los mismos requerimientos y funciona de la misma manera.

Con estos cambios, a continuación se presenta el boceto final modificado.

**Bocetaje final**

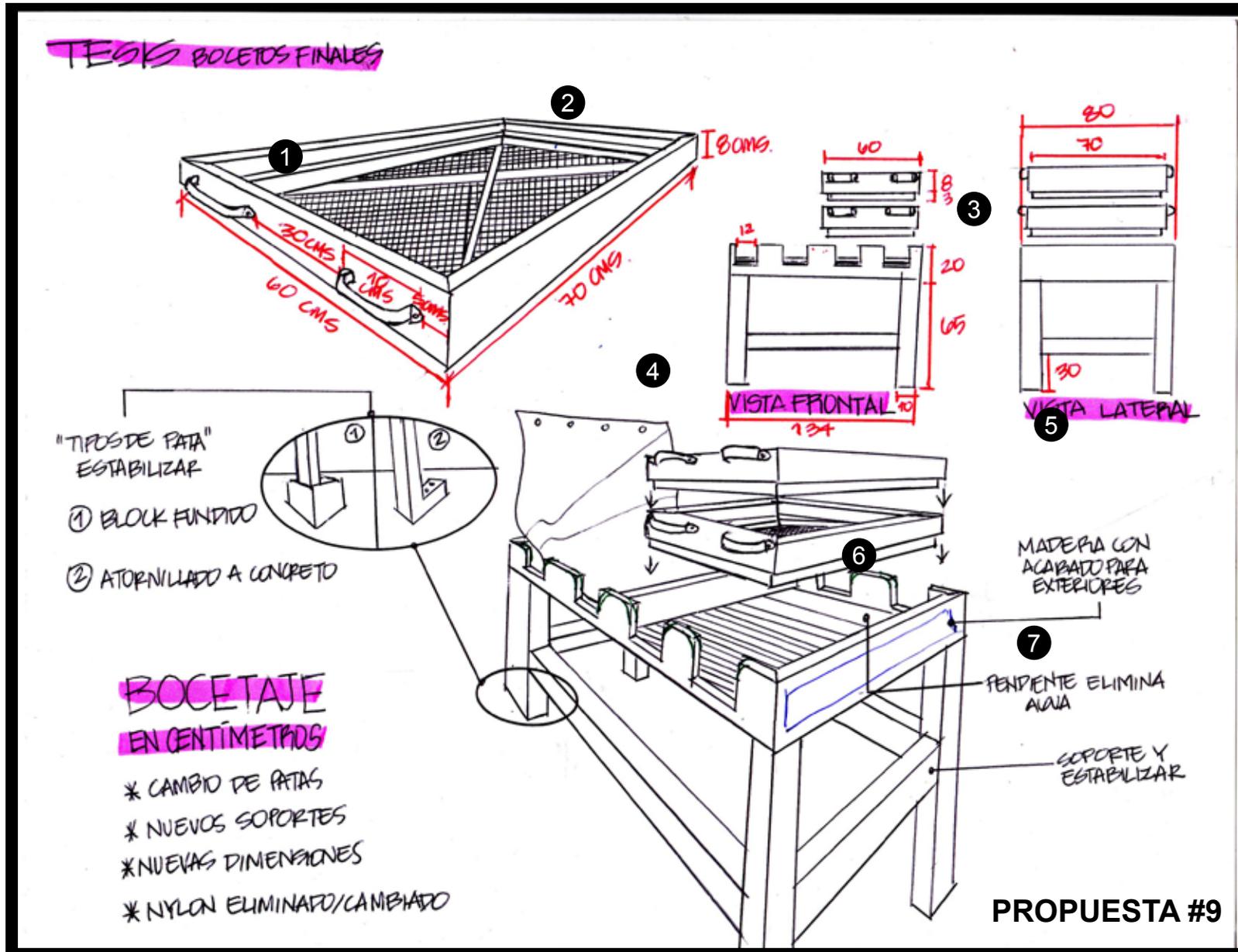


Imagen 71  
Bocetaje final  
Fuente: Propia

## Descripción de propuesta

### 1. Agarradores

Es un prototipo para dos usuarios, el uso de agarradores permite que se tenga una manera más cómoda de trasladar la caja. Se coloca una mano en cada agarrador, hay cuatro para dos usuarios.

### 2. Cedazo metálico

En este caso se colocó una cruz de madera en el cedazo para que este no se tuerza. El cedazo metálico divide el abono y el alimento, separando en dos módulos a las lombrices.

### 3. Formas frontal y posterior de base

En la base hay formas en la parte frontal y posterior que permiten colocar fácilmente las cajas sin tener problemas con los agarradores, ya que hay un espacio para cada uno de ellos. Esto ayuda a que el usuario tenga más comodidad y no se lastime las manos.

### 4. Lona vinílica

Es un material más duradero que el nylon porque no se tiene que estar cambiando. Se le colocan broches para que permanezca en el mismo lugar y no se vuele con el aire.

### 5. Módulos intercambiables

Los módulos o cajas son intercambiables, ya que al terminar de comer en una caja las lombrices realizan el abono y para no tener que seleccionarlas se les coloca alimento en la caja de abajo para que se transporten y se alimenten en otro módulo. Esto hace que la caja de arriba se quede sin lombrices y que puedan sacar el abono en unos minutos.

### 6. Forma de la base

La base está dividida en dos para poder colocar las cajas e intercambiarlas fácilmente sin ponerlas en el piso.

### 6. Patas

Las patas le dan altura al prototipo para que el usuario mejore su posición y no tenga problemas de salud en un futuro. Por otro lado las frontales son menos largas que las traseras para tener una pendiente ya que esta ayuda a eliminar el exceso de agua para que las lombrices no se ahoguen y solo mantener húmedo el ambiente.

A manera de conclusión, se cambiaron más patas para volverlas más ergonómicas, se eliminó el nylon y fue sustituido por lona vinílica, para expulsar el agua se hizo una perforación entre la pieza frontal de la base y el piso. Ahora se puede continuar con la materialización del modelo final.



## VI. MATERIALIZACIÓN

### Modelo de solución

Lombrifast es una modelo de solución ante una problemática que se da en algunos casos en los composteros. Este prototipo es más eficiente ya que el proceso se puede realizar en un tiempo máximo de 30 minutos para extraer 50 lbs. de abono. El nombre del prototipo está compuesto con una unión de las palabras “Lombriz” y “Fast” para formar “Lombrifast”, ya que las lombrices se depuran rápidamente del abono sin necesidad de utilizar las manos.

Este consiste en una base, dos contenedores y una manta vinílica elaborada a la medida. Es una solución que optimiza todo el proceso de lombricompost en Finca La Loma, pero también se puede usar en otros establecimientos. Por otro lado, tiene una forma lógica para que los usuarios puedan aprender rápidamente el proceso y que se adapte culturalmente a ellos porque son personas que viven en un área rural en el municipio de Villa Canales.

Se pueden notar beneficios cómo:

- Diseño

Es un diseño elaborado con materiales como el pino tratado y barniz de poliuretano para que pueda colocarse en la interperie. La forma que se le dió al diseño tenía como finalidad ser simple y fácil de manejar. Es un sistema que se logra manipular con tan solo un par de pasos y está hecho a la medida según la altura y alcance de los usuarios.



Imagen 72  
 Forma simple de prototipo final  
 Fuente: Propia

- Ergonomía

Es un diseño centrado en el usuario ya que tiene una altura que fue adaptada según las medidas que fueron tomadas a los cinco usuarios de finca La Loma. Esto implica que el usuario tiene una buena posición y durante el proceso no hace

mucho esfuerzo ya que las distancias son cortas y el proceso es rápido.

- Optimización de tiempo

Se logró un tiempo de menos de media hora para cumplir con el proceso de lombricompostaje debido a la utilización de cedazos, ya que se estudió el comportamiento de las lombrices durante la conceptualización y se llegó a la conclusión que, al quedarse ellas sin alimento en el contenedor superior, se transportan a través de un cedazo para poder comer en otro contenedor que está en el inferior, ya que se les pone nuevo alimento y esto las motiva a transportarse. Cuando ocurre este proceso la parte superior queda con el abono sin lombrices listo para utilizar en el café.

- Dos usuarios

No se necesitan más de dos usuarios para el proceso para completar el proceso del prototipo. Las dos personas solo tienen el trabajo de levantar los contenedores y moverlos a través del modelo para lograr concluir con el proceso cada 21 días. El tiempo que toma desarrollar el nuevo proceso es media hora como máximo. Por otro lado, el prototipo se logró adaptar a las medidas y la comodidad del usuario tomando en cuenta sus sugerencias y sus comentarios para así lograr que fuera más cómodo y que les diera gusto trabajar con él.

- Gastos y economía

A través del modelo de solución fue evidente este aspecto. Es requisito pagarle un sueldo mínimo diario a los usuarios que lo utilicen. El total a pagar cada 21 días con el nuevo prototipo es de Q173.80, que equivale a dos sueldos mínimos. Otra cifra importante es la cantidad que cuesta anualmente si se realiza el proceso 17 veces al año. La cifra es de casi Q3,000.00. Es una cifra significativa ya que para finca La Loma es un monto costoso.

- Humedad

La manta vinílica es un material que se utilizó para conservar la humedad. Esto trajo ventajas ya que la manta vinílica puede coserse para tener la forma deseada y es resistente ya que puede durar varios años sin arruinarse. Aguanta la humedad y el calor y esto garantiza que el material es resistente y manipulable.

- Adaptable a los espacios.

El prototipo se adapta fácilmente a los espacios ya que no mide más de 2 metros de ancho, por lo cual es fácil de colocar e incluso se puede transportar de un lugar a otro si se utilizan dos personas. A continuación se muestran imágenes de los prototipos en los espacios que el cliente proporcionó en finca La Loma.



Imagen 73  
Prototipo materializado  
Fuente: Propia



Imagen 75  
Prototipo materializado  
Fuente: Propia



Imagen 74  
Prototipo materializado  
Fuente: Propia



Imagen 76  
Prototipo materializado  
Fuente: Propia

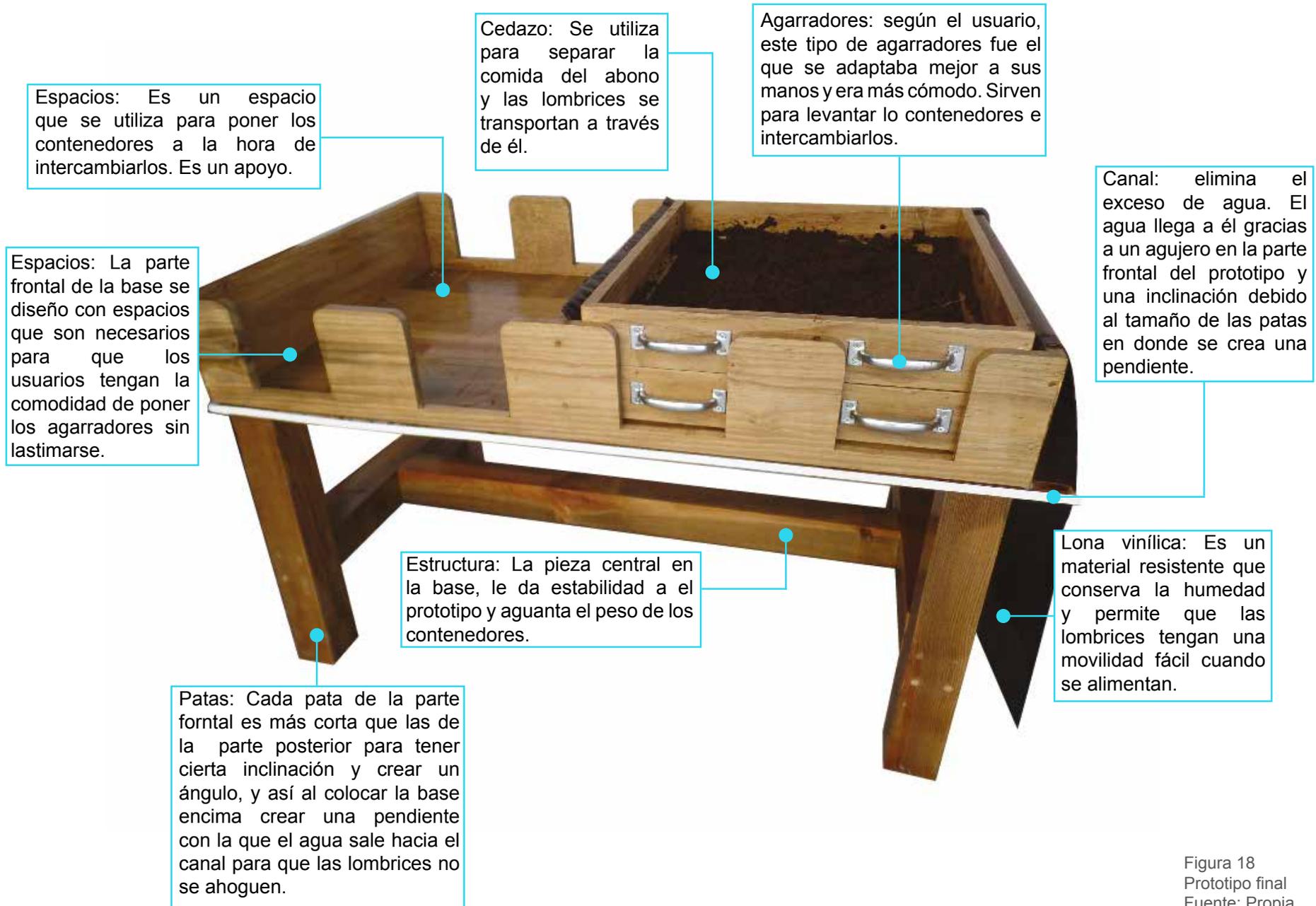


Figura 18  
 Prototipo final  
 Fuente: Propia

## Fotografías prototipo final



Figura 19  
Logotipo final  
Fuente: Propia



El prototipo tiene un canal plástico que hace que el exceso de agua llegue hacia un contenedor para que las lombrices no se ahoguen y mueran.

Imagen 77  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia



La altura del usuario se tomó en cuenta para que tuviera un trabajo más placentero y rápido y así mejorar su calidad de vida.

Imagen 78  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia



Hay dos espacios en el prototipo para poder apoyar los dos módulos, cuando se esta poniendo la tierra con lombrices en ellos y para poder cambiarlos de lugar sin que el usuario se incline o haga una posición que lo perjudique.

Imagen 79  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia

Figura 20  
 Prototipo final  
 Fuente: Propia



El cedazo de metal se puso en cada una de las cajas ya que en la conceptualización se comprobó que las lombrices pasaban a través de él para alimentarse en el siguiente módulo y así dejar el abono libre de lombrices y listo para utilizar.

Imagen 80  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia



El prototipo tiene dos agarradores de cada lado para que dos personas puedan agarrarlos y así mover las cajas con el peso distribuido para no lastimarse a la hora de realizar el trabajo por cargar mucho peso.

Imagen 81  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia



El nylon fue reemplazado por la manta de vinilo para evitar que se rompiera y porque este material es reutilizable. Por otro lado, se pueden coser broches para que no se mueva con el aire; al nylon le ponían piedras encima y otros objetos para evitar ese movimiento.

Imagen 82  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia

Figura 21  
 Prototipo final  
 Fuente: Propia



Los usuarios comprendieron fácilmente como utilizar el prototipo y lo analizaron. Los favoreció en la altura y en la rapidez en la que se realiza el proceso.

Imagen 83  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia



Prototipo con lombrices adentro alimentándose y cubierto con manta vinílica en el espacio que le corresponde en Finca La Loma.

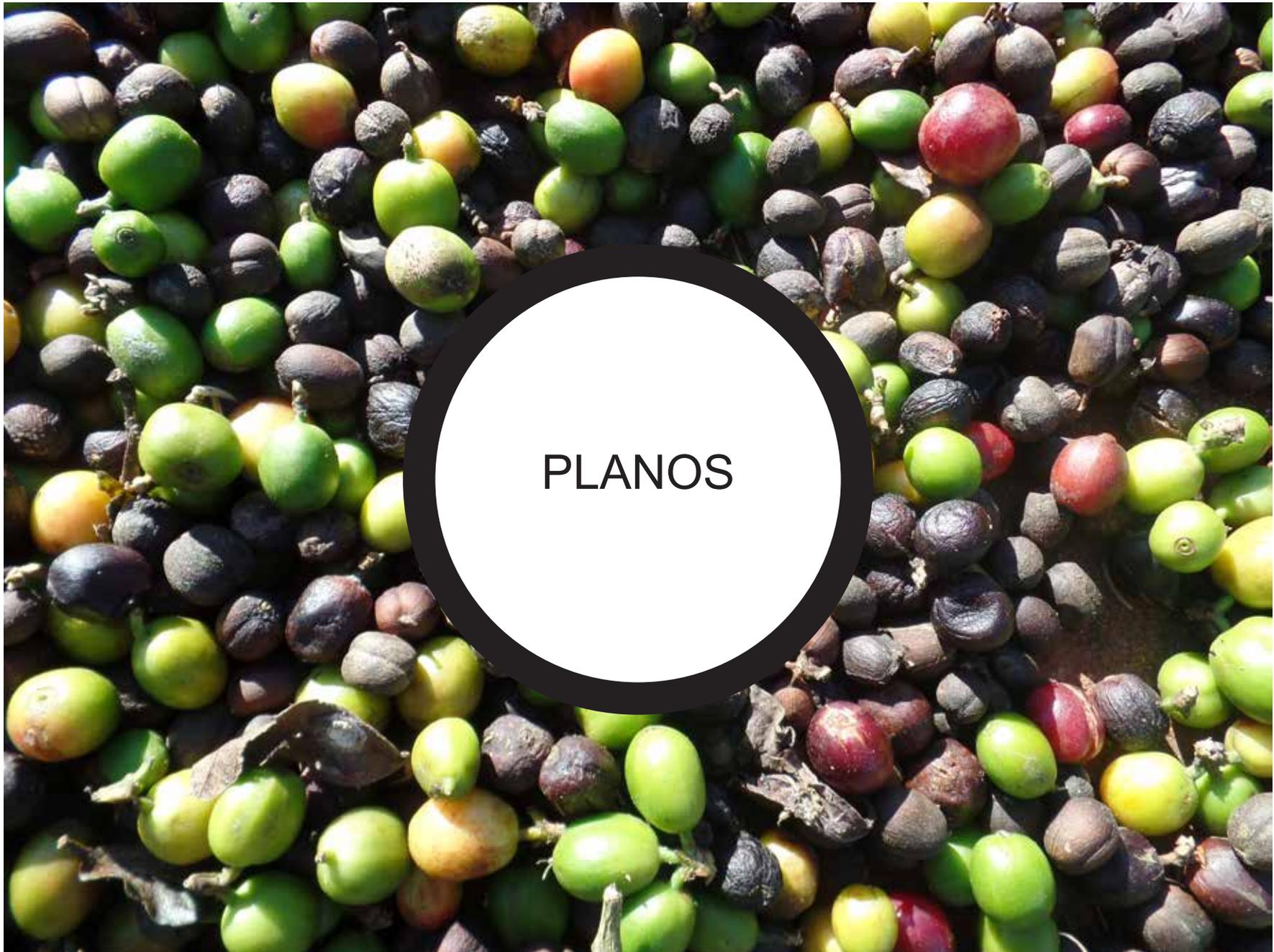
Imagen 84  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia



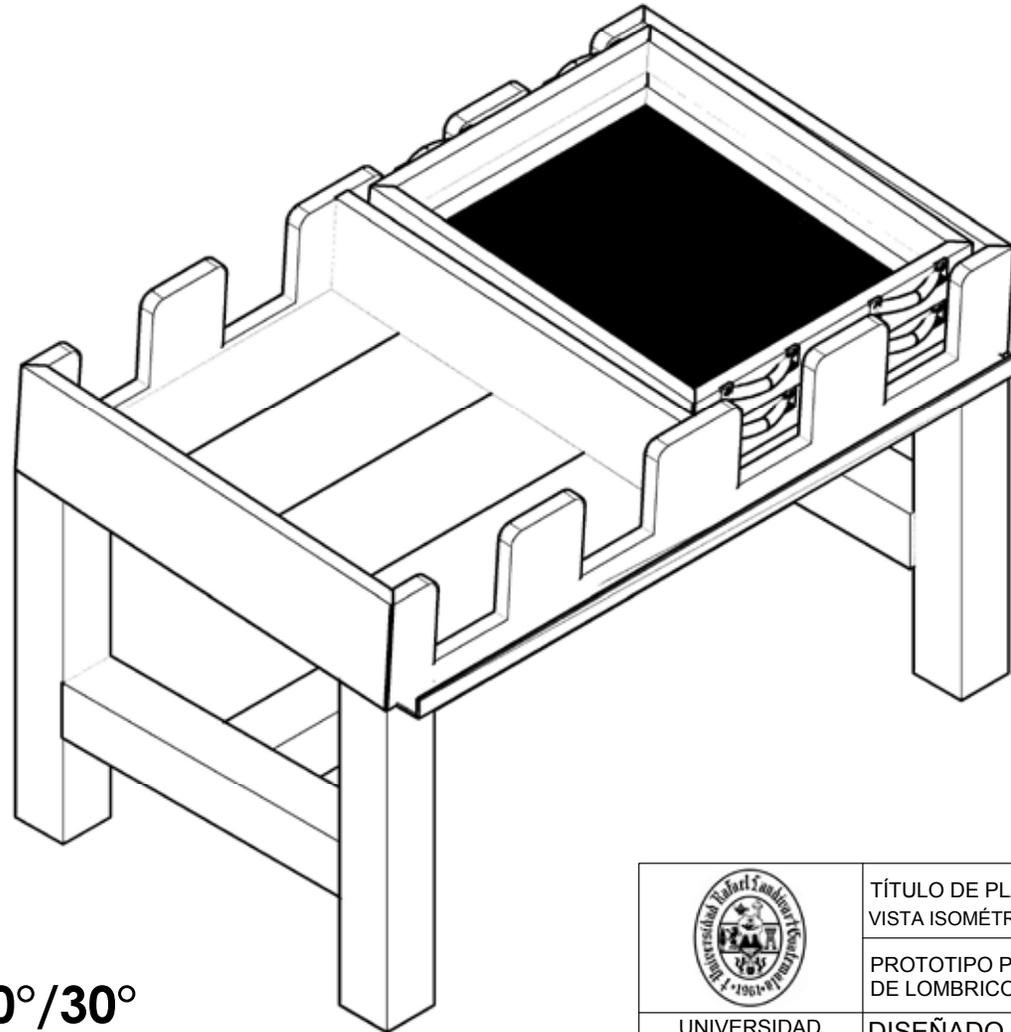
Usuario preparando el proceso de lombricompost con cada módulo en un compartimento y la manta vinílica abierta. Lo favorecen la altura y la eficiencia del proceso actual.

Imagen 85  
 Prototipo materializado  
 Fuente: Propia

Figura 22  
 Prototipo final  
 Fuente: Propia



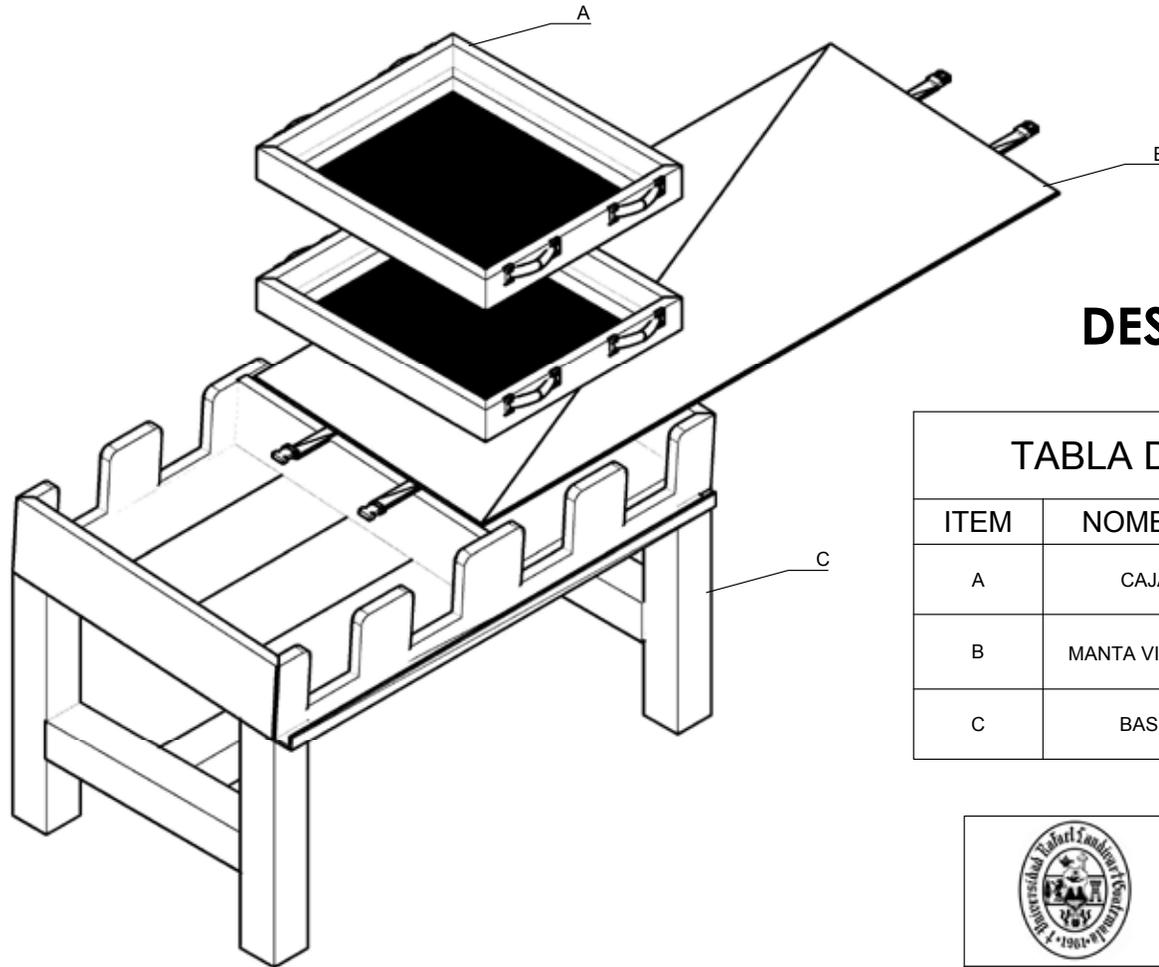
## VII. PLANOS Y PATRONAJE



**ISOMÉTRICA 30°/30°**

ESCALA 1:7

	TÍTULO DE PLANO: VISTA ISOMÉTRICA GENERAL		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:7	PLANO: 1/29



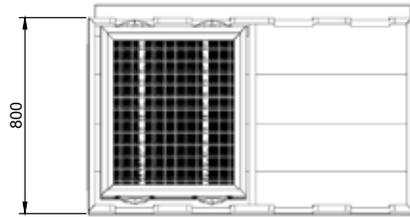
## DESPIECE GENERAL

ESCALA 1:10

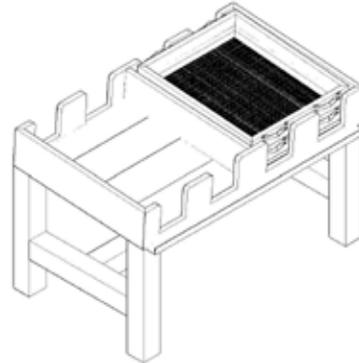
### TABLA DE DESPIECE GENERAL

ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	CAJA	DETALLES EN PLANO	2
B	MANTA VINÍLICA	DETALLES EN PLANO	1
C	BASE	DETALLES EN PLANO	1

	TÍTULO DE PLANO: DESPIECE GENERAL		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 2/29

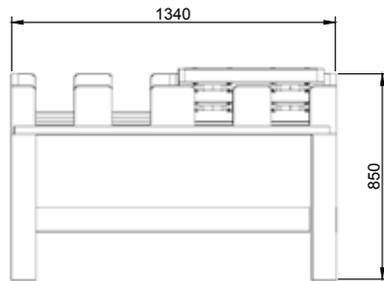


VISTA SUPERIOR

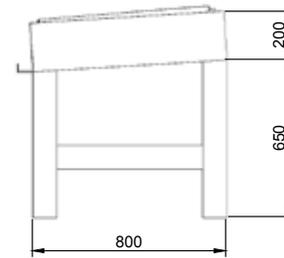


## VISTAS GENERALES

ESCALA 1:20



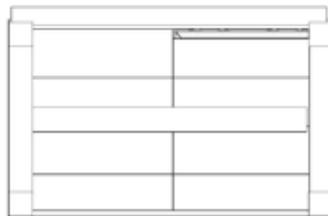
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL  
DERECHA

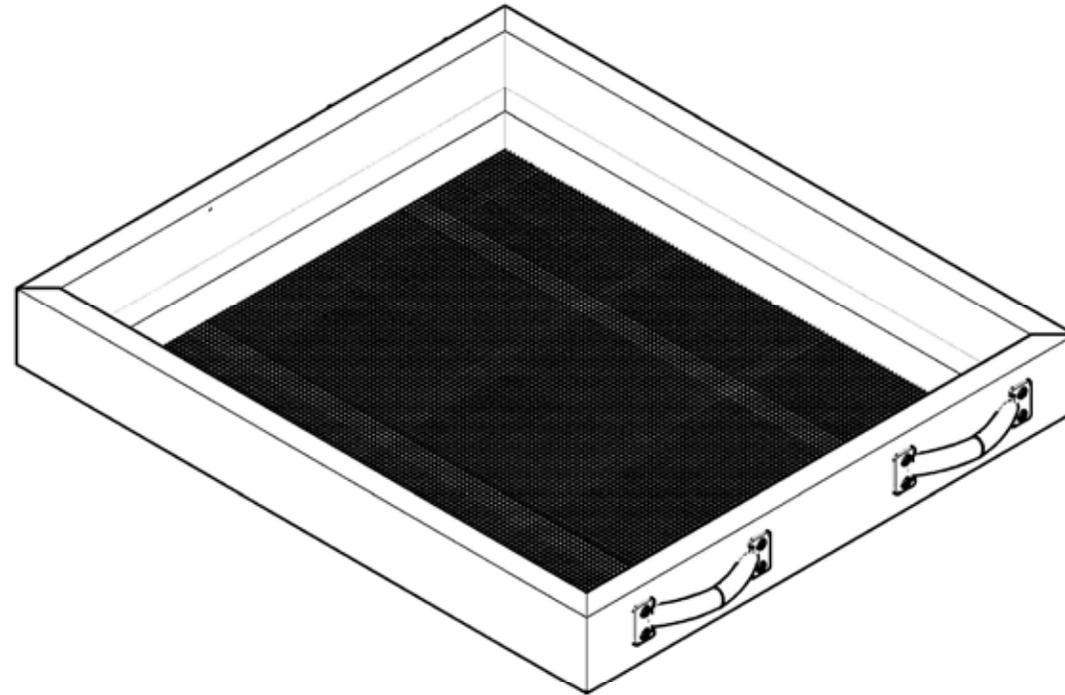


VISTA POSTERIOR



VISTA INFERIOR

	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES GENERALES		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:19	PLANO: 3/29



**ISOMÉTRICA 30°/30°  
ITEM A**

ESCALA 1:4

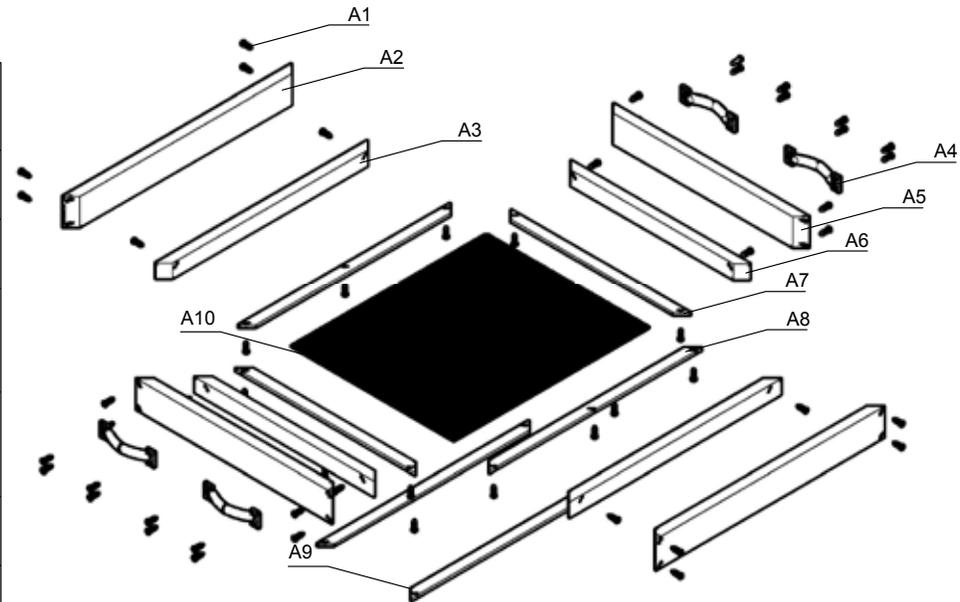
	TÍTULO DE PLANO: VISTA ISOMÉTRICA ITEM A		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL <small>PROYECTO DE GRADO</small>	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:4	PLANO: 4/29

## DESPIECE ITEM A

ESCALA 1:10

### TABLA DE DESPIECE

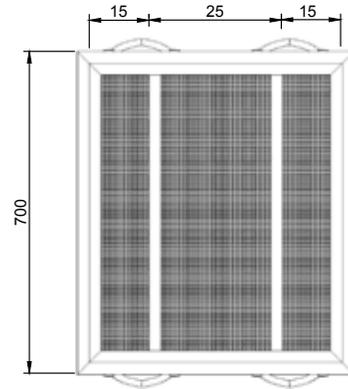
ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A1	TORNILLO	TORNILLO 1 $\frac{1}{4}$ "	44
A2	PIEZA LATERAL EXTERNA	PARED LATERAL EXTERNA DE PINO TRATADO 1"	2
A3	PIEZA LATERAL INTERNA	PIEZA LATERAL INTERNA DE PINO TRATADO 1"	2
A4	AGARRADOR	AGARRADOR DE ACERO 10 CMS.	4
A5	PIEZA FRONTAL O POSTERIOR EXTERNA	PARED FRONTAL O POSTERIOR EXTERNA DE PINO TRATADO 1"	2
A6	PIEZA FRONTAL O POSTERIOR INTERNA	PIEZA FRONTAL Y POSTERIOR INTERNA DE PINO TRATADO 1"	2
A7	TOPE DE CEDAZO FRONTAL O POSTERIOR	TOPE INFERIOR DE CEDAZO DE PINO TRATADO	2
A8	TOPE DE CEDAZO LATERAL	TOPE INFERIOR DE CEDAZO DE PINO TRATADO	2
A9	SOPORTE INFERIOR DE CEDAZO	SOPORTE INFERIOR DE PINO TRATADO	2
A10	CEDAZO	CEDAZO DE ACERO DE 1 $\frac{1}{4}$ "	1



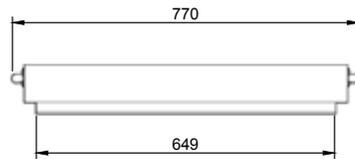
	TÍTULO DE PLANO: DESPIECE DE ITEM A		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 5/29

## VISTAS GENERALES - ITEM A

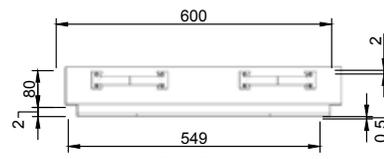
ESCALA 1:10



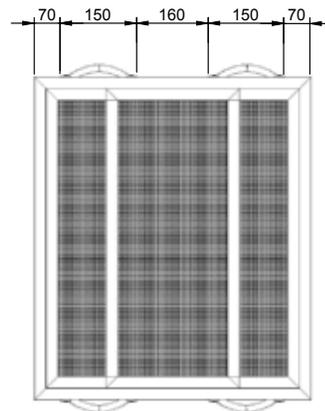
VISTA SUPERIOR



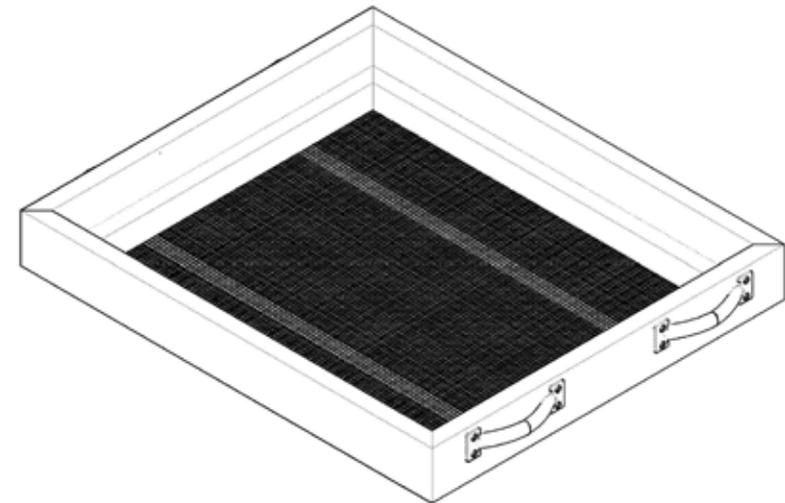
VISTA LATERAL  
IZQUIERDA



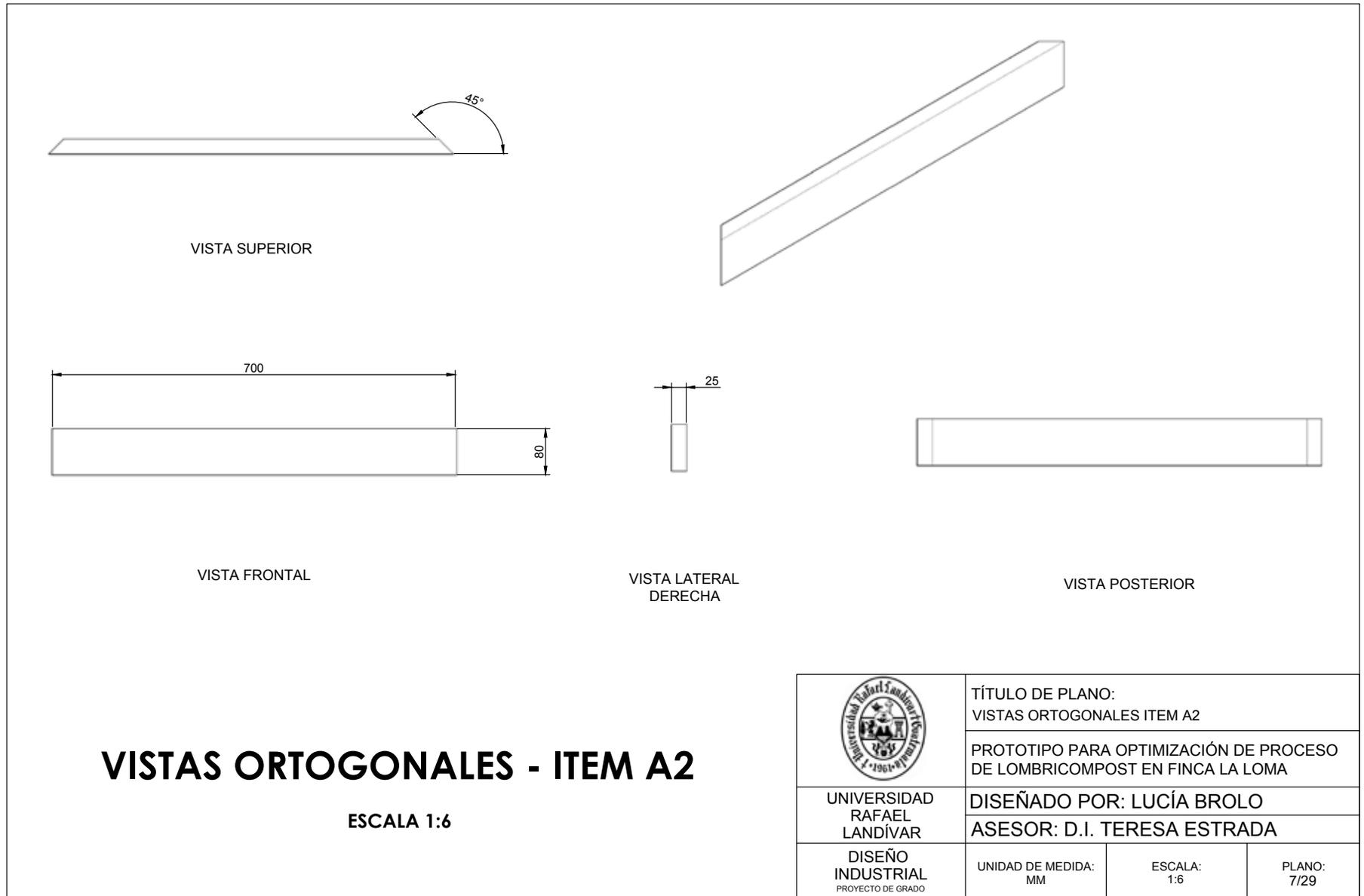
VISTA FRONTAL

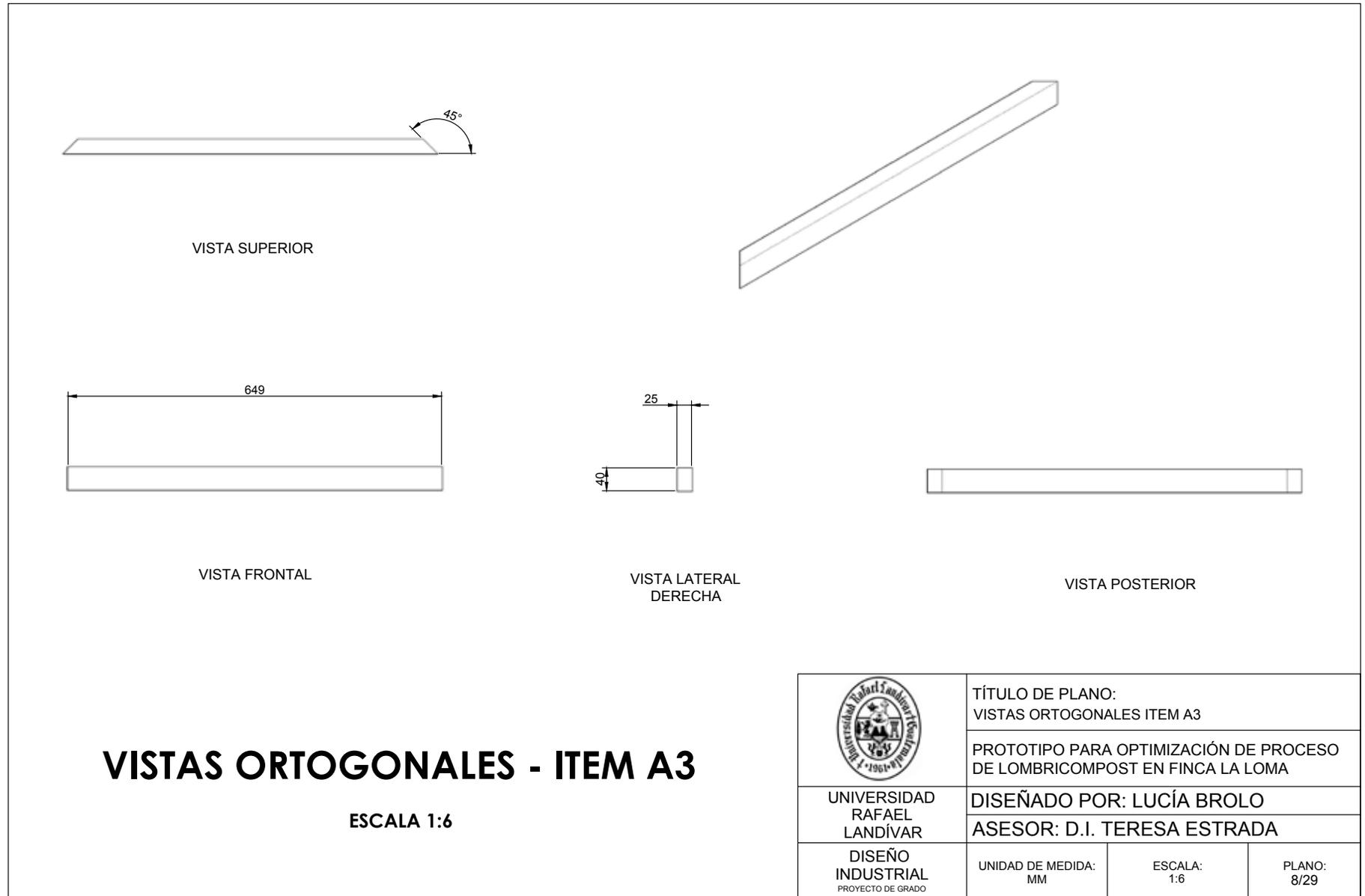


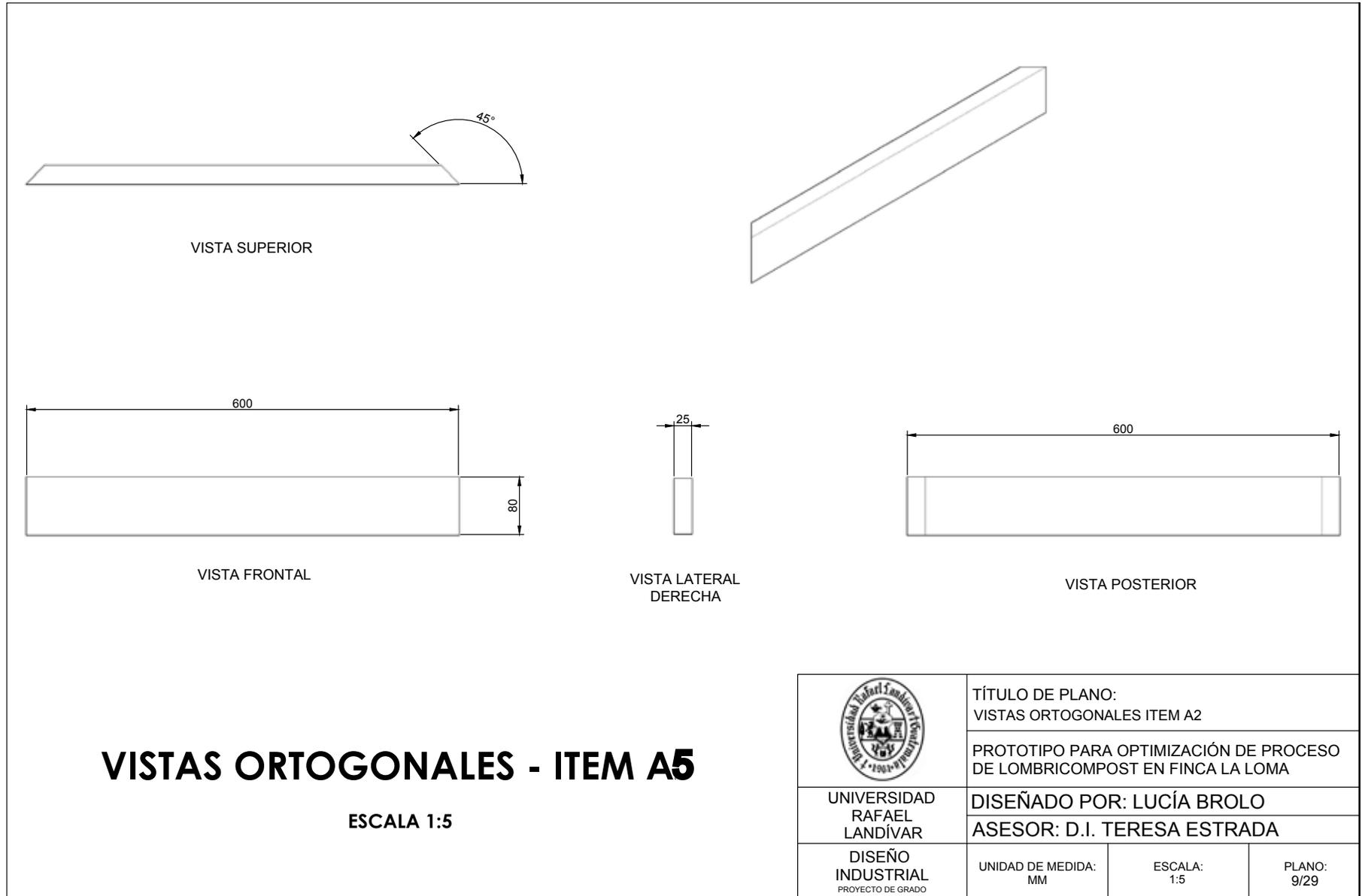
VISTA INFERIOR

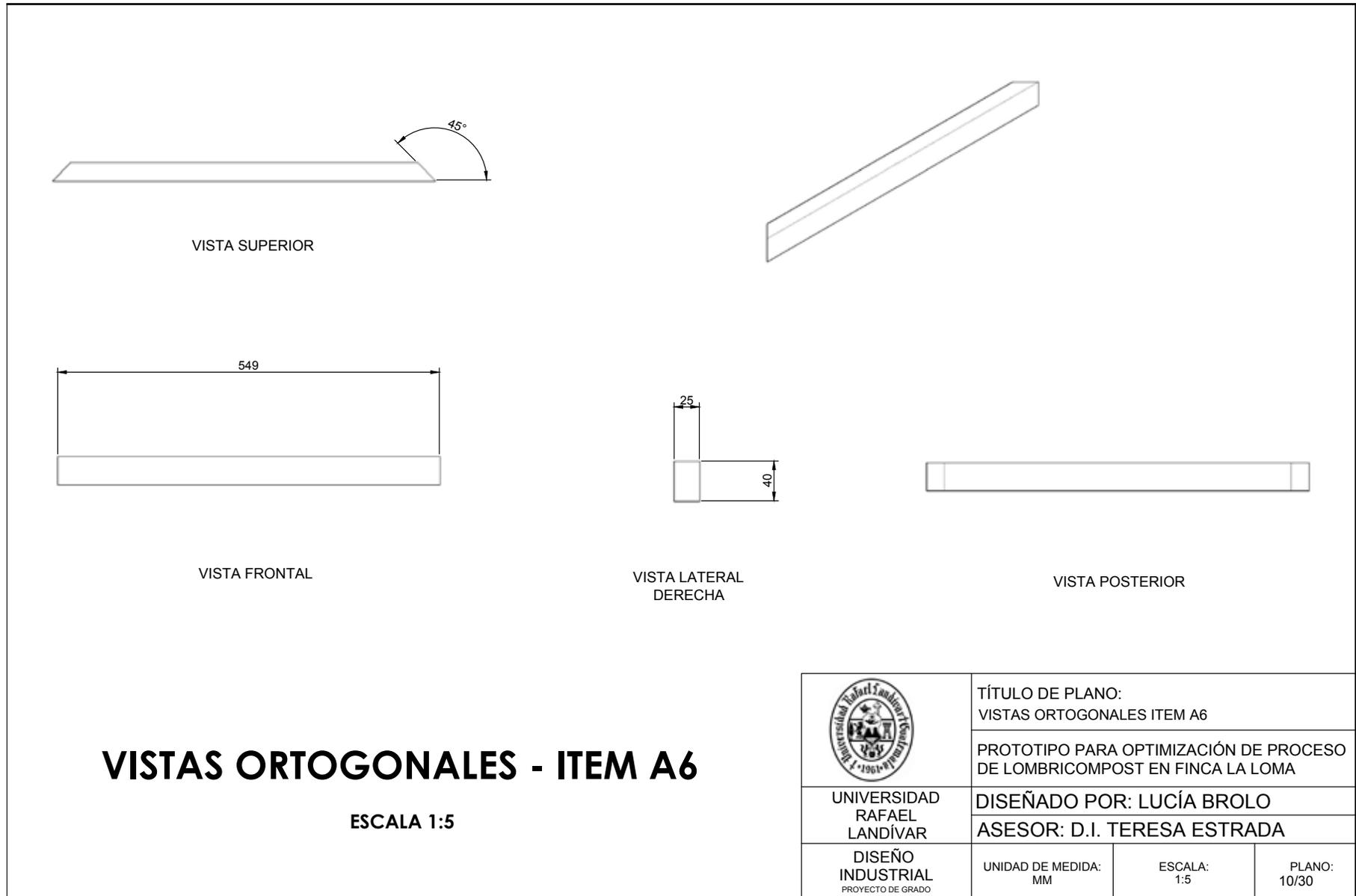


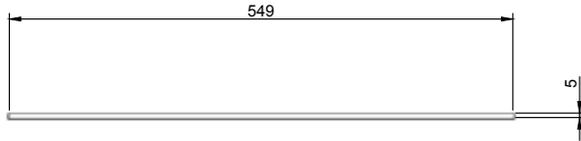
	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM A		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 6/29











VISTA SUPERIOR



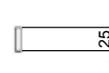
VISTA FRONTAL



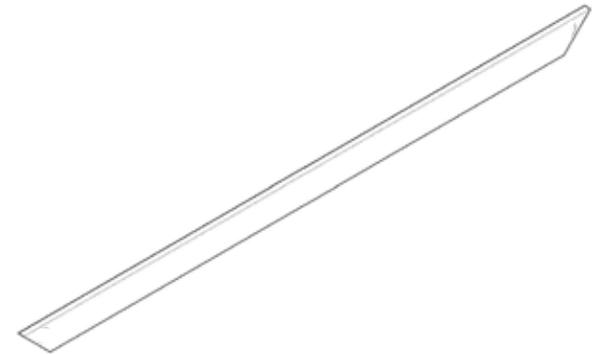
VISTA INFERIOR

## VISTAS ORTOGONALES - ITEM A7

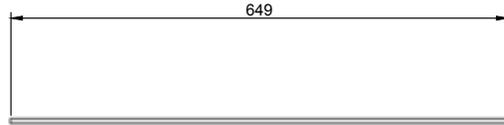
ESCALA 1:5



VISTA LATERAL DERECHA



	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM A7		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:5	PLANO: 11/29



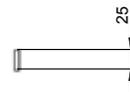
VISTA SUPERIOR

## VISTAS ORTOGONALES - ITEM A8

ESCALA 1:6



VISTA FRONTAL

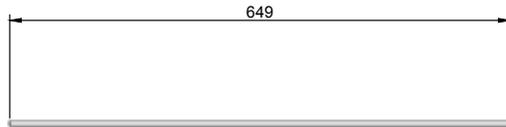


VISTA LATERAL DERECHA



VISTA INFERIOR

	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM A8		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL <small>PROYECTO DE GRADO</small>	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:6	PLANO: 12/29



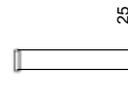
VISTA SUPERIOR

## VISTAS ORTOGONALES - ITEM A9

ESCALA 1:6



VISTA FRONTAL

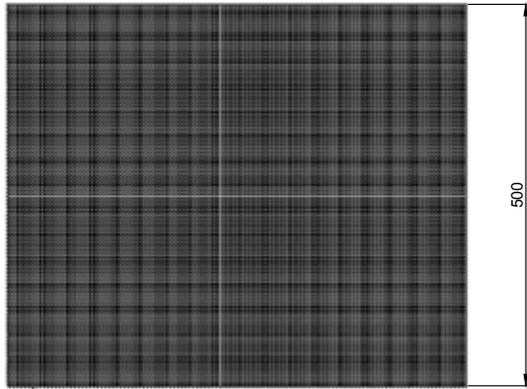


VISTA LATERAL  
DERECHA

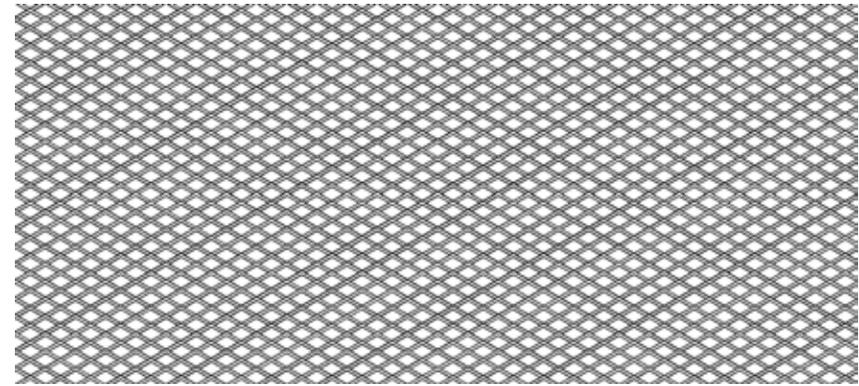


VISTA INFERIOR

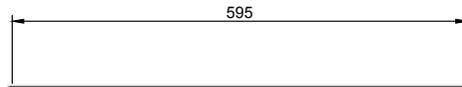
	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM A9		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:6	PLANO: 13/29



VISTA SUPERIOR



DETALLE



VISTA FRONTAL

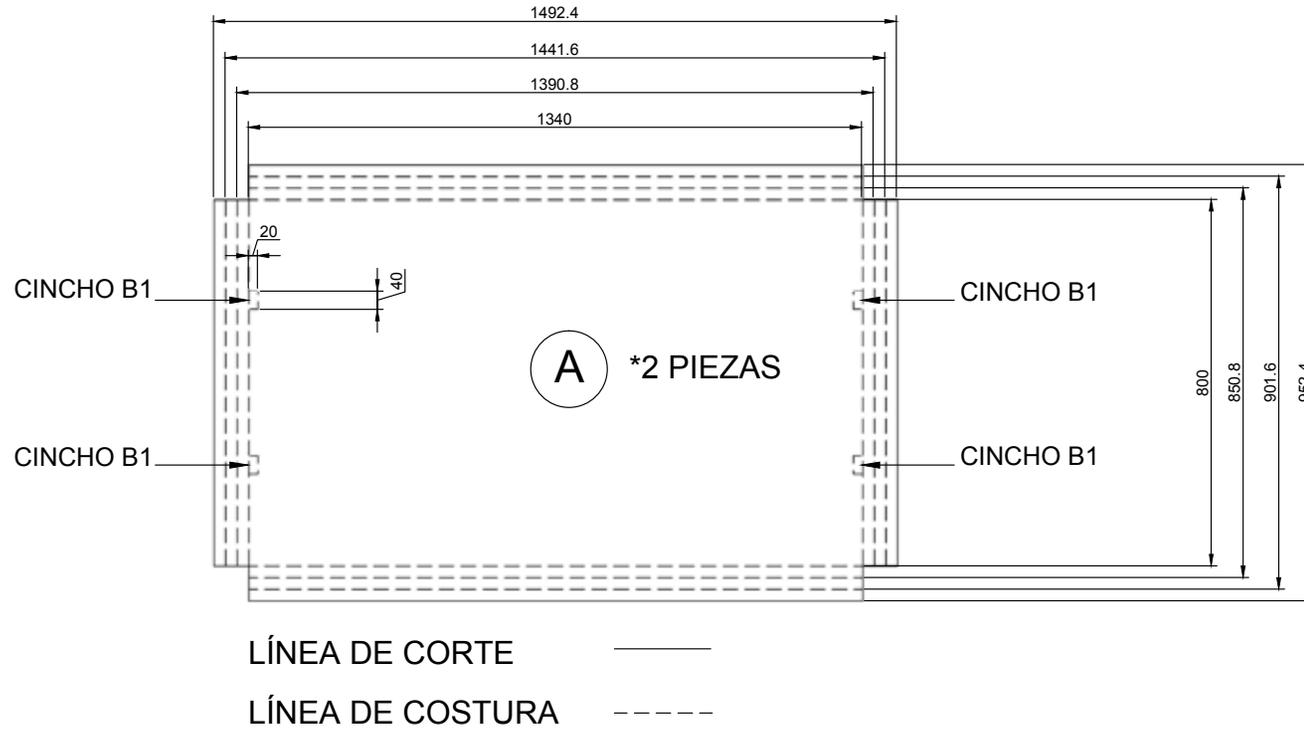


VISTA LATERAL  
DERECHA

# VISTAS ORTOGONALES - ITEM A10

ESCALA 1:6

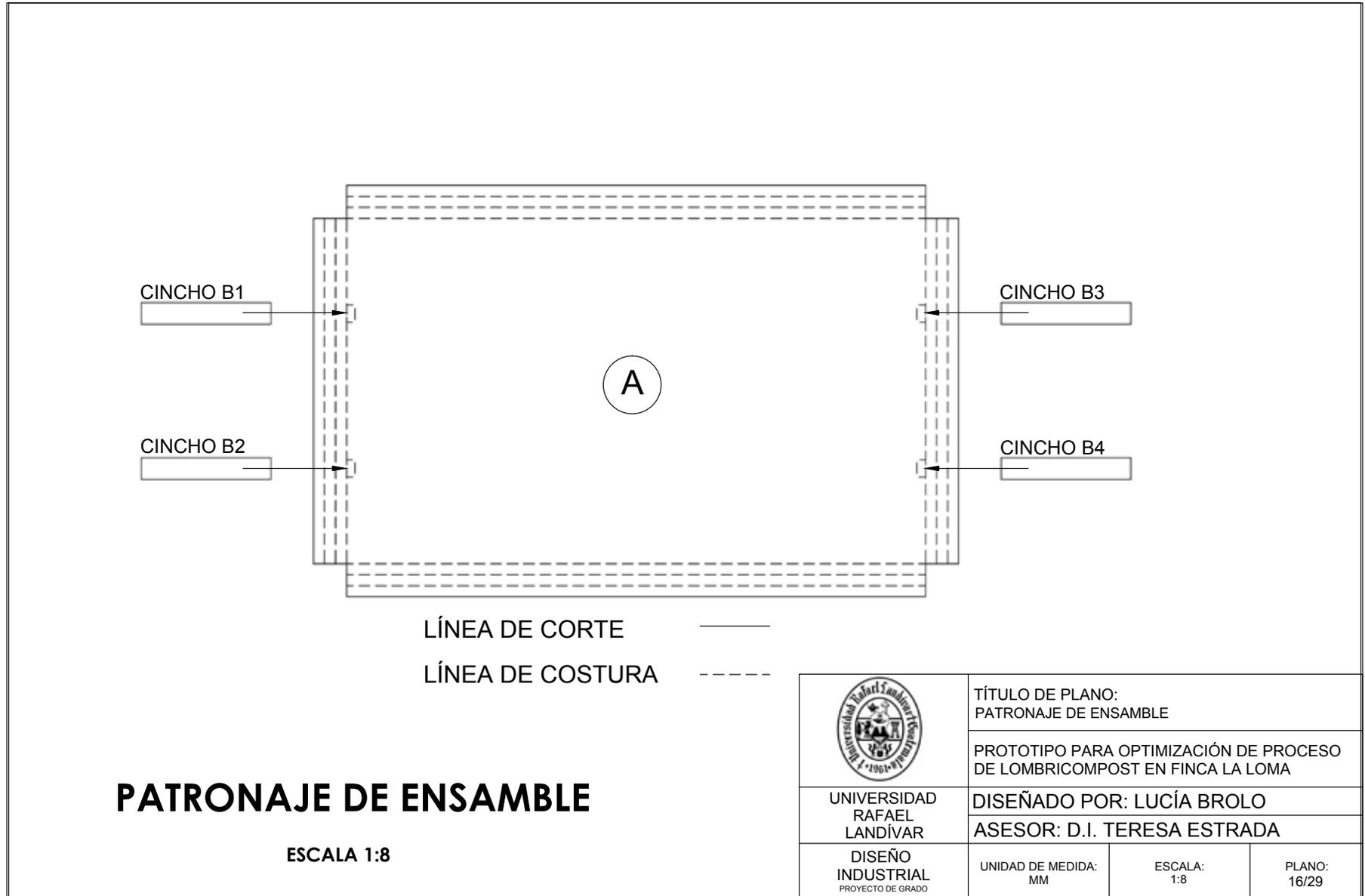
	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM A10		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL <small>PROYECTO DE GRADO</small>	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:6	PLANO: 14/29

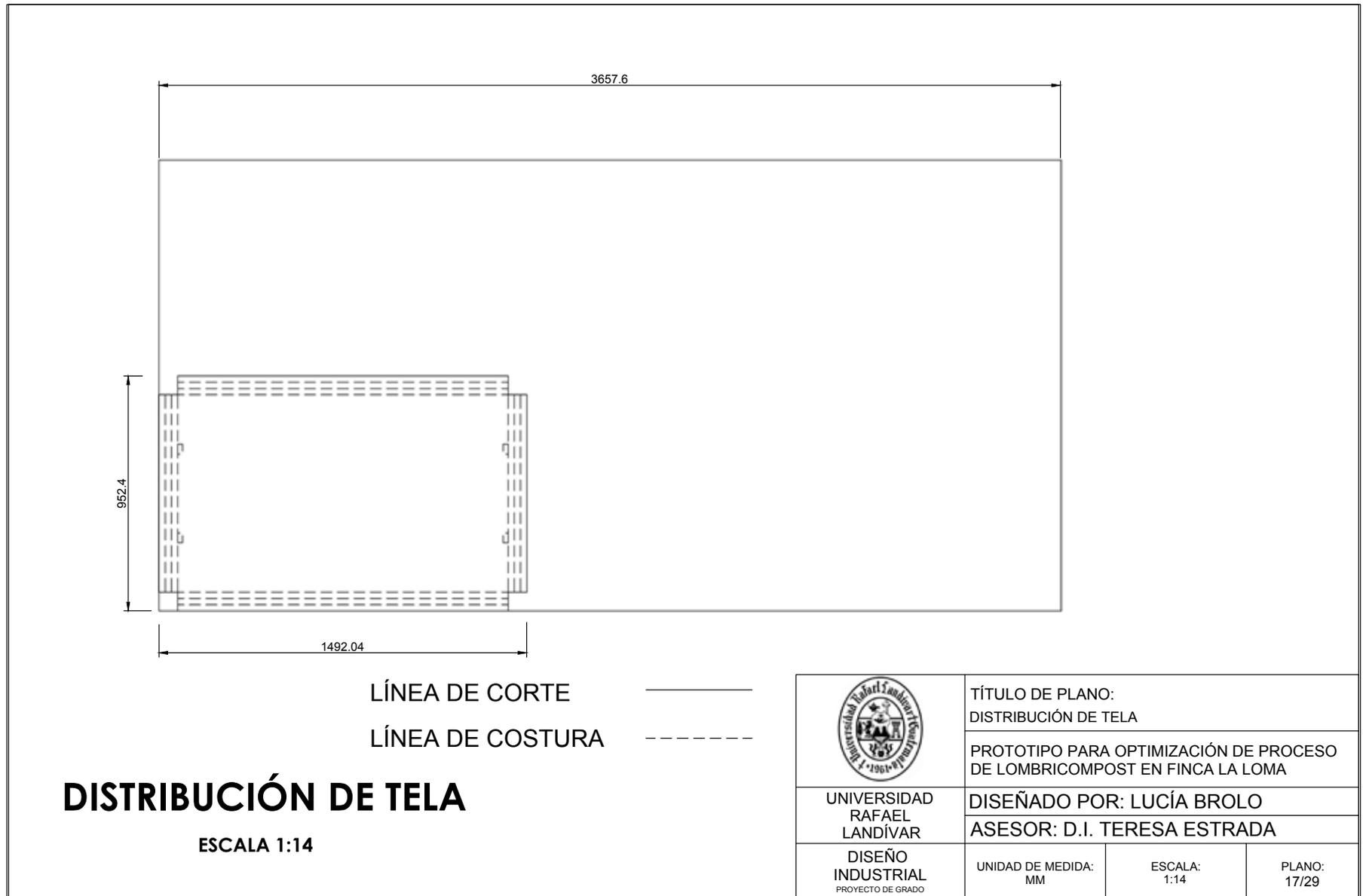


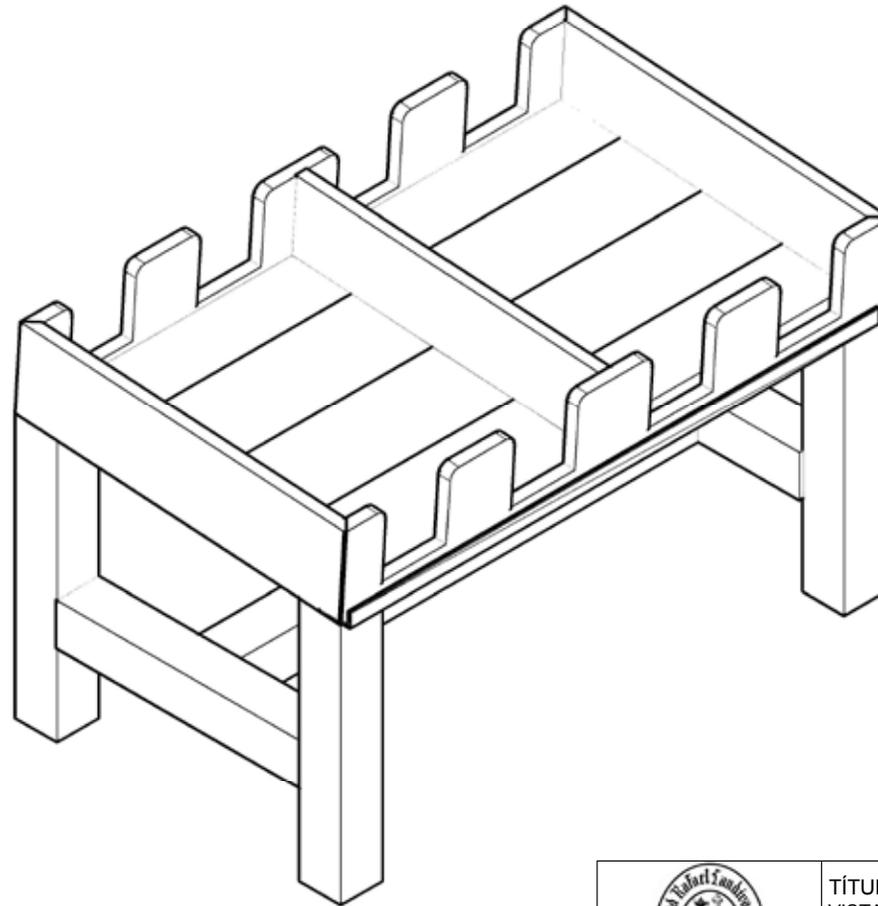
# PATRONAJE DE CORTE

ESCALA 1:10

	TÍTULO DE PLANO: PATRONAJE DE CORTE		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 15/29







**ISOMÉTRICA 30°/30°**  
**ITEM C**

ESCALA 1:8

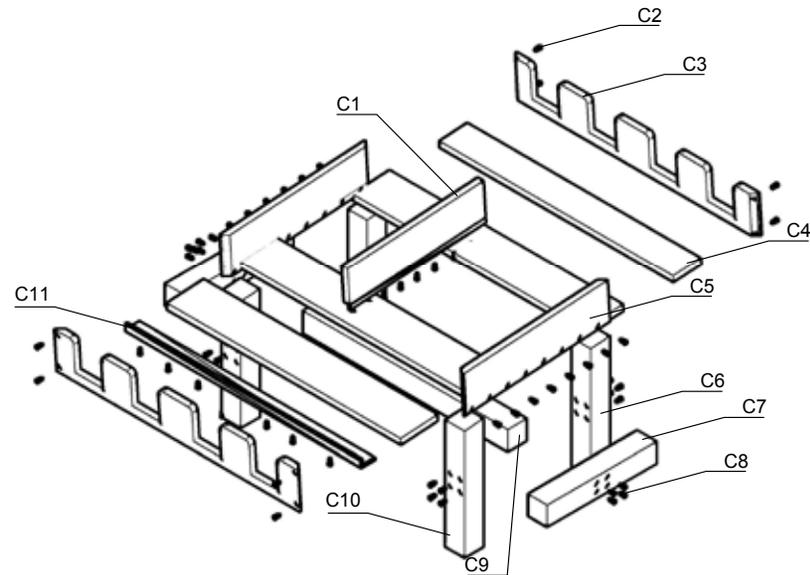
	TÍTULO DE PLANO: VISTA ISOMÉTRICA ITEM C		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:8	PLANO: 18/29

# DESPIECE ITEM C

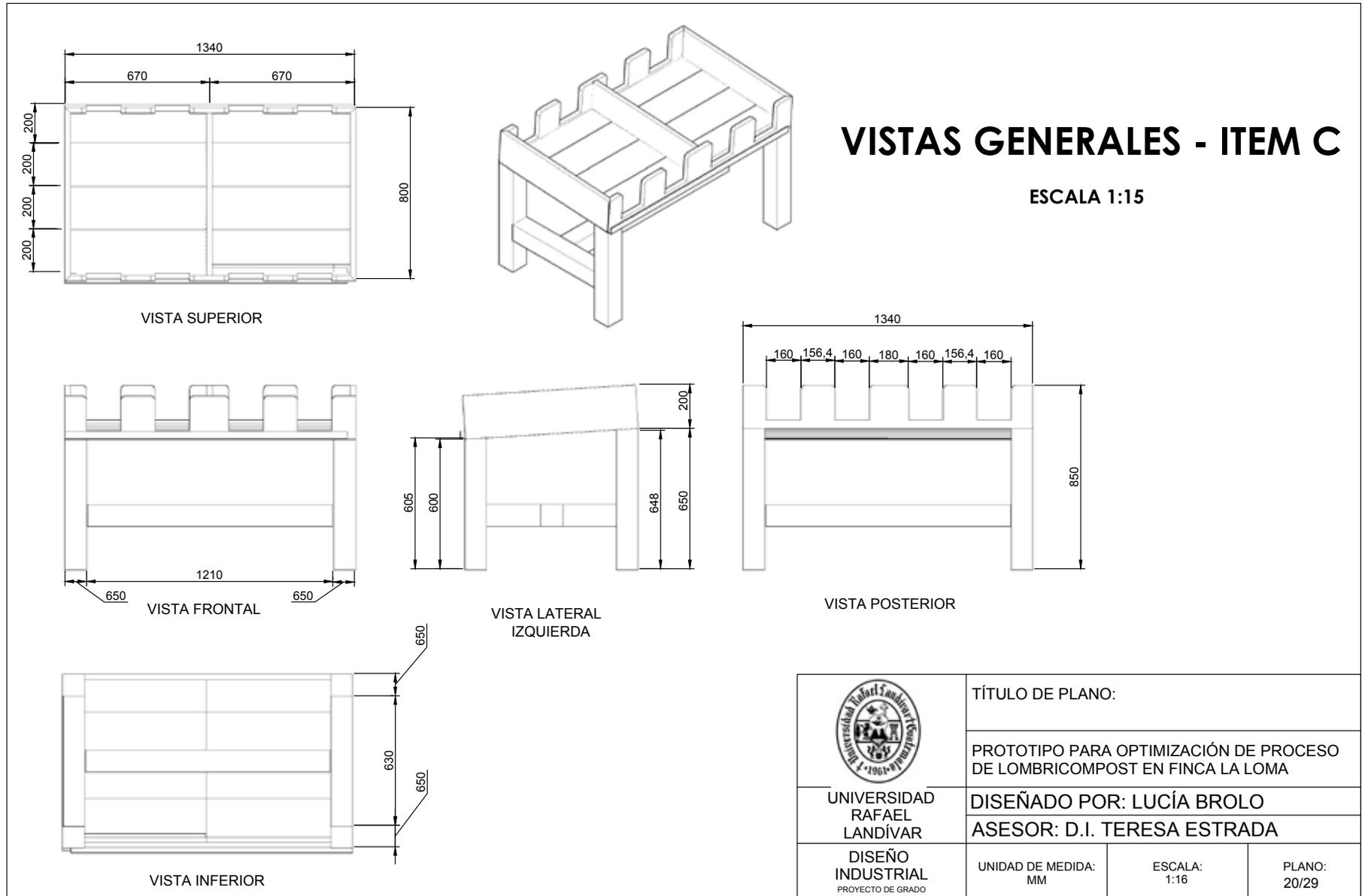
ESCALA 1:18

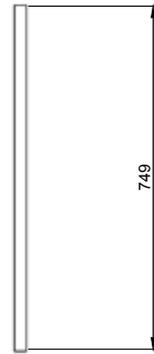
## TABLA DE DESPIECE

ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
C1	DIVISIÓN CENTRAL DE BASE	PIEZA DEL CENTRO DE BASE DE PINO TRATADO 1"	1
C2	TORNILLO	TORNILLO ACERO NEGRO 1 ¼"	32
C3	PIEZA FRONTAL Y POSTERIOR DISEÑADA PARA AGARRADORES	PIEZAS DE PINO TRATADO 1"	2
C4	PIEZAS PARA BASE	BASE PARA COLOCAR CONTENEDORES DE PINO TRATADO 1".	4
C5	PIEZAS O PAREDES LATERALES	PARED DE CONTENEDOR LATERAL REALIZADA CON PINO TRATADO 1"	2
C6	PATAS POSTERIORES CON INCLINACIÓN	PATAS EN LA PARTE POSTERIOR DEL PROTOTIPO REALIZADAS CON PINO TRATADO	2
C7	SOPORTES LATERALES DEL PROTOTIPO	SOPORTES QUE FORMAN "H" DE PINO TRATADO	2
C8	TORNILLOS	TORNILLO DE ACERO DE 41/2 " UTILIZADOS EN PATAS Y SOPORTES	24
C9	SOPORTE CENTRAL	SOPORTE CENTRAL DE "H" DE PINO TRATADO	1
C10	PATAS FRONTALES CON INCLINACIÓN	PATAS EN LA PARTE FRONTAL DEL PROTOTIPO REALIZADAS CON PINO TRATADO	2
C11	CANAL	CANAL PARA ELIMINAR EL AGUA DE PLÁSTICO	1

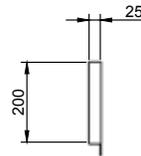
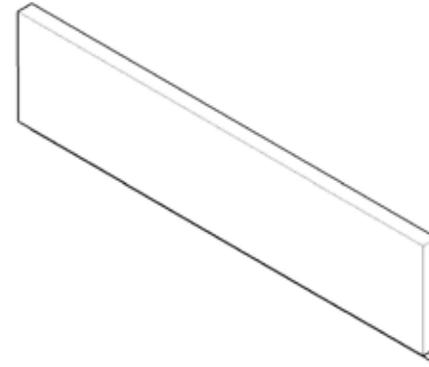


	TÍTULO DE PLANO: DESPIECE DE ITEM C		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:18	PLANO: 19/29

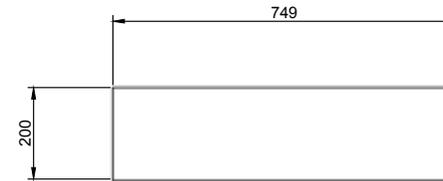




VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL  
DERECHA

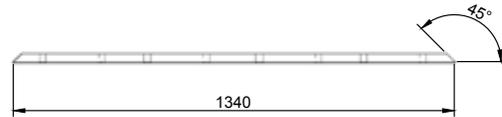
## VISTAS ORTOGONALES - ITEM C1

ESCALA 1:10

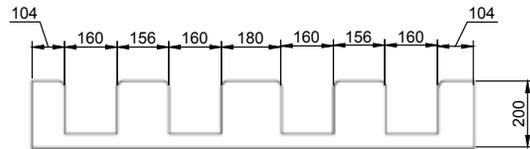
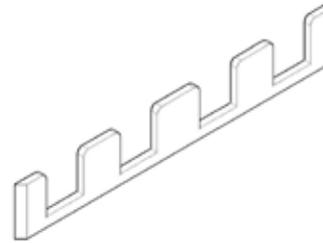
	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM C1		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL <small>PROYECTO DE GRADO</small>	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 21/29

## VISTAS ORTOGONALES - ITEM C3

ESCALA 1:14



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL  
DERECHA

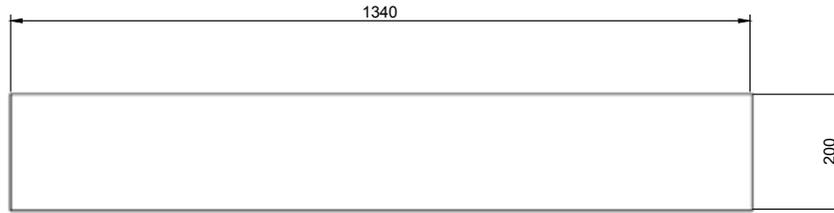


VISTA POSTERIOR



VISTA INFERIOR

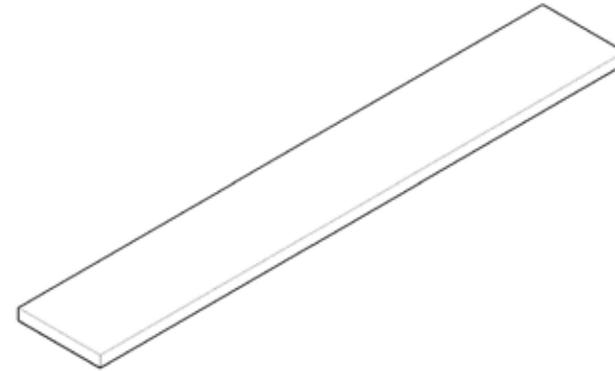
	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM C3		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:14	PLANO: 22/29



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

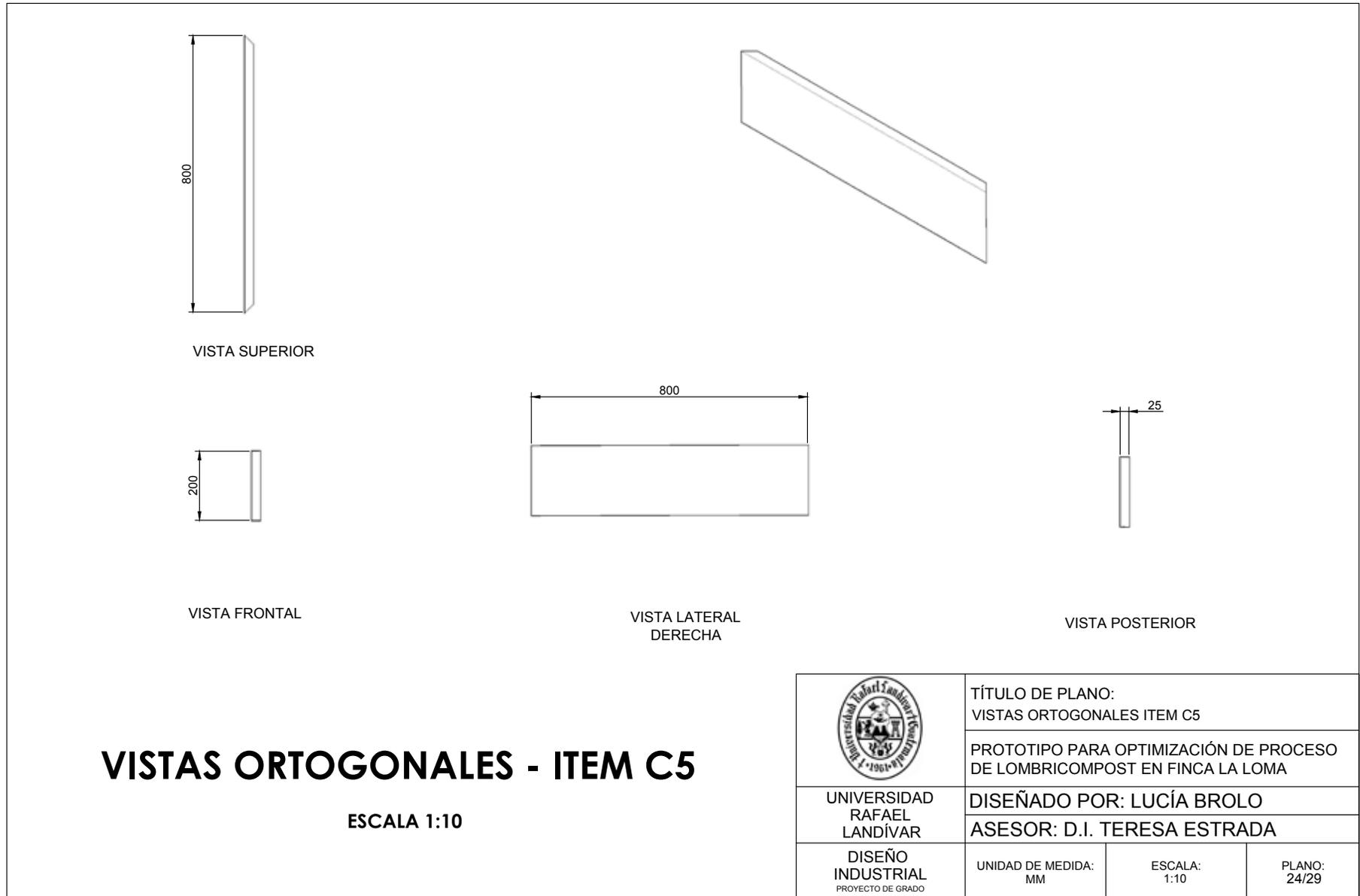


VISTA LATERAL  
DERECHA

# VISTAS ORTOGONALES - ITEM C4

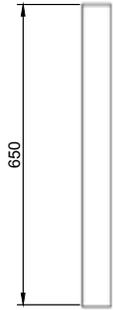
ESCALA 1:8

	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM C4		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:8	PLANO: 23/29

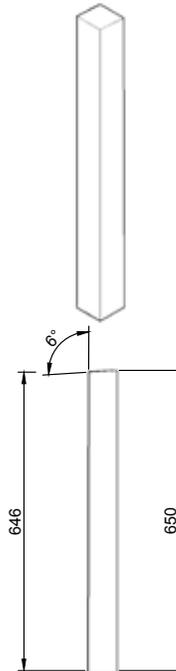




VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA POSTERIOR

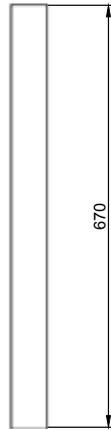


VISTA INFERIOR

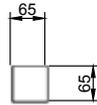
## VISTAS ORTOGONALES - ITEM C6

ESCALA 1:10

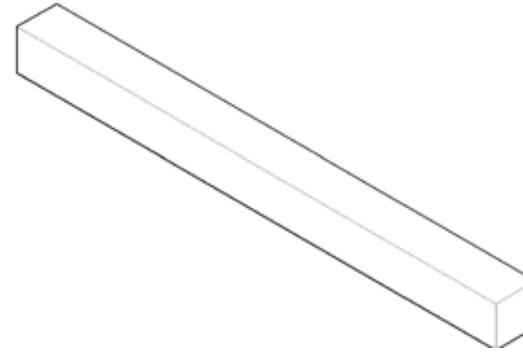
	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM C6		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 25/29



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

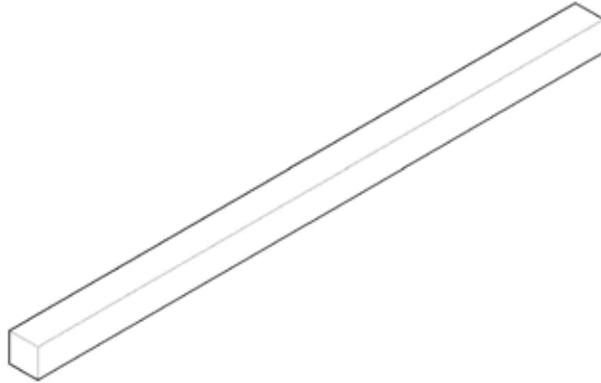


VISTA LATERAL  
DERECHA

## VISTAS ORTOGONALES - ITEM C7

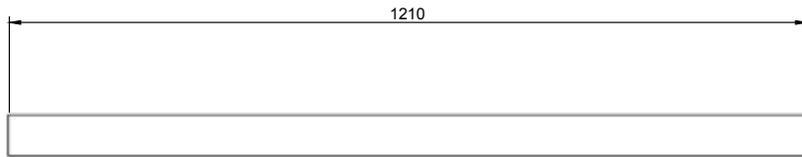
ESCALA 1:8

	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM C7		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:8	PLANO: 26/29

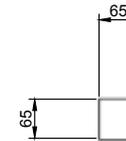


## VISTAS ORTOGONALES - ITEM C9

ESCALA 1:7

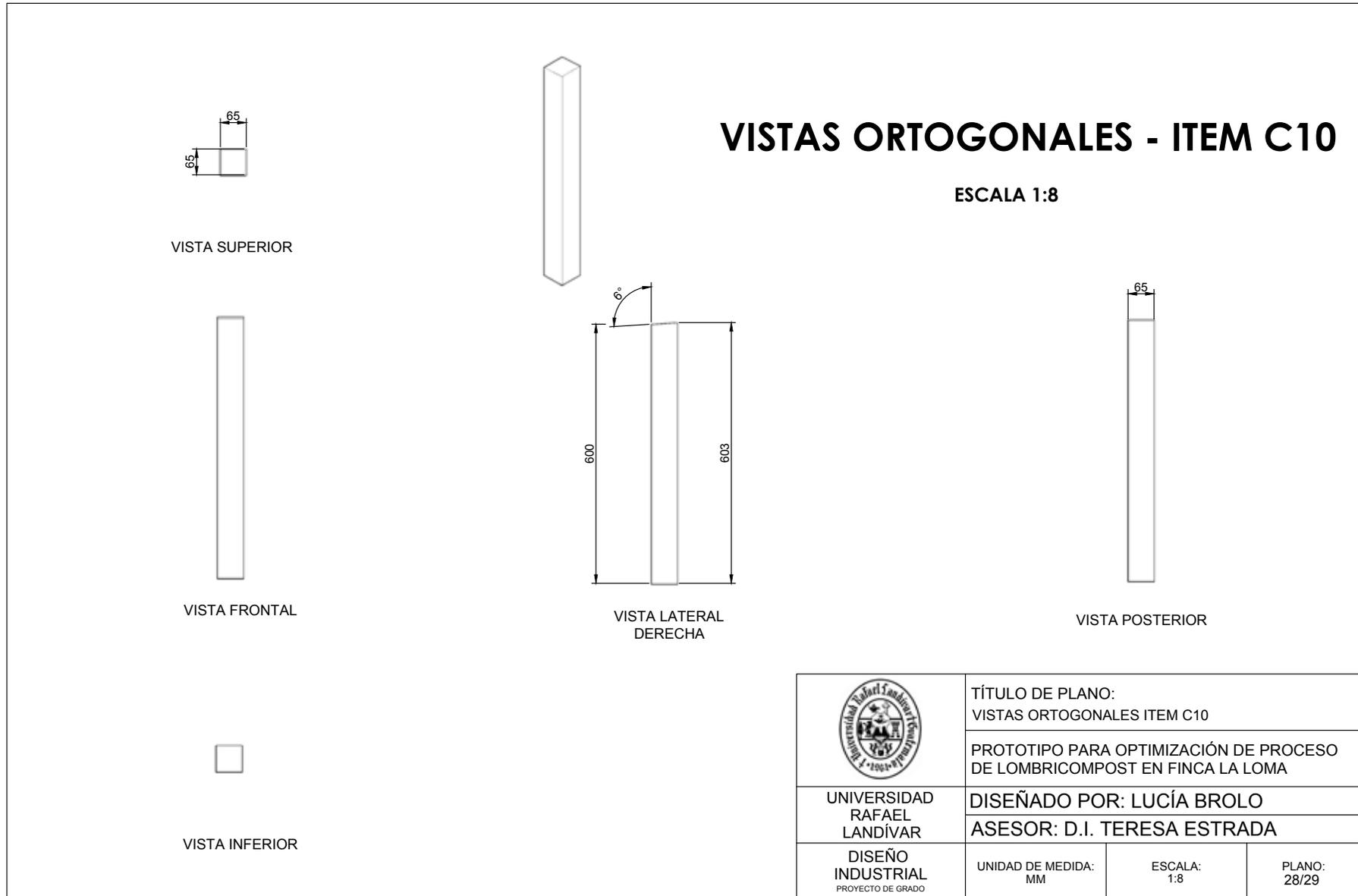


VISTA FRONTAL

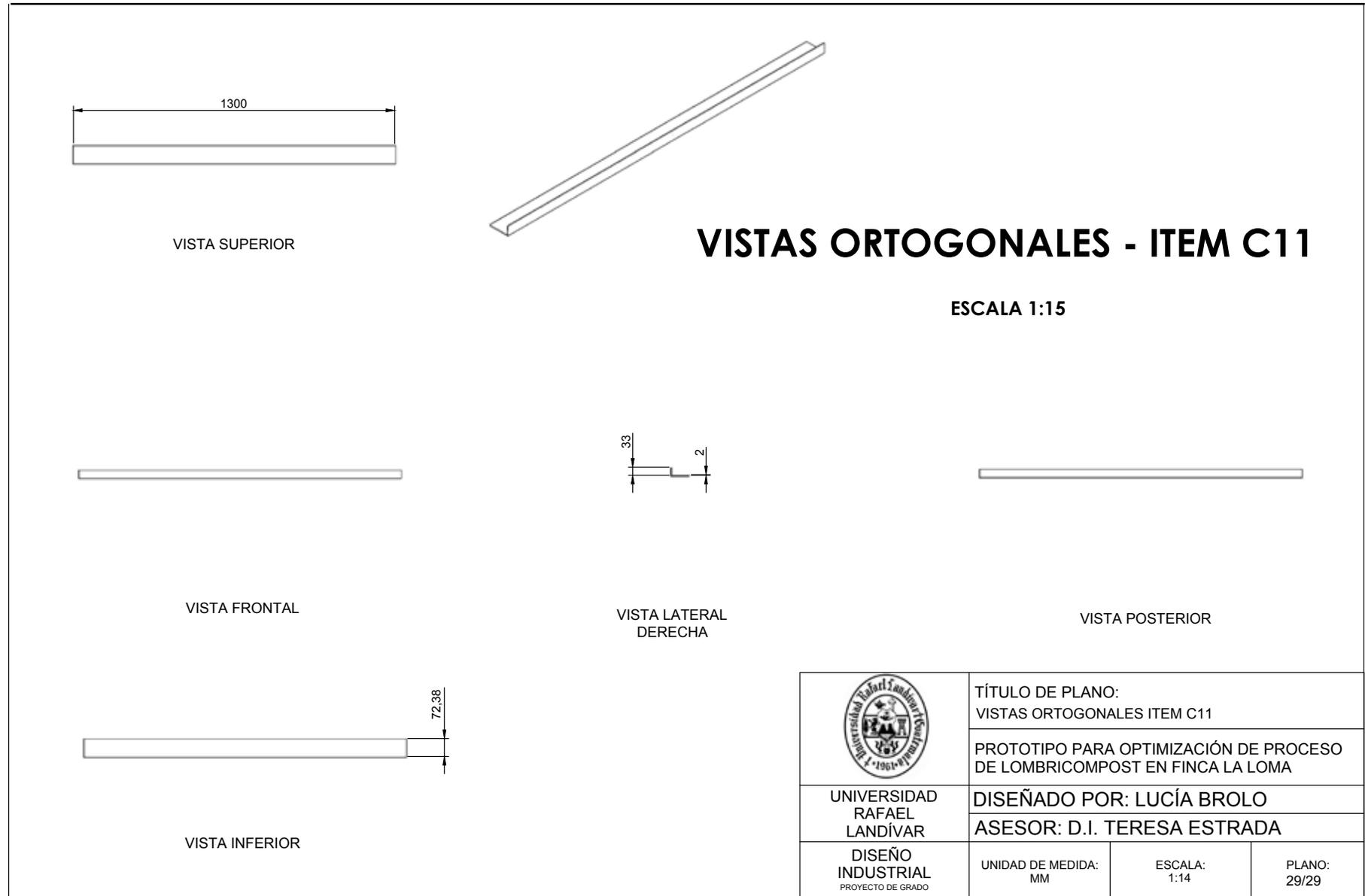


VISTA LATERAL  
DERECHA

	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM C9		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:7	PLANO: 27/29



	TÍTULO DE PLANO: VISTAS ORTOGONALES ITEM C10		
	PROTOTIPO PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LOMBRICOMPOST EN FINCA LA LOMA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: LUCÍA BROLO		
	ASESOR: D.I. TERESA ESTRADA		
DISEÑO INDUSTRIAL <small>PROYECTO DE GRADO</small>	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:8	PLANO: 28/29



## SECUENCIA DE USO

### Manual de construcción

Para la elaboración del prototipo final, a continuación se muestra un manual de construcción, en el cual se mostrará al inicio cada una de las partes, las piezas de cada una de esas partes y como se construye el prototipo.

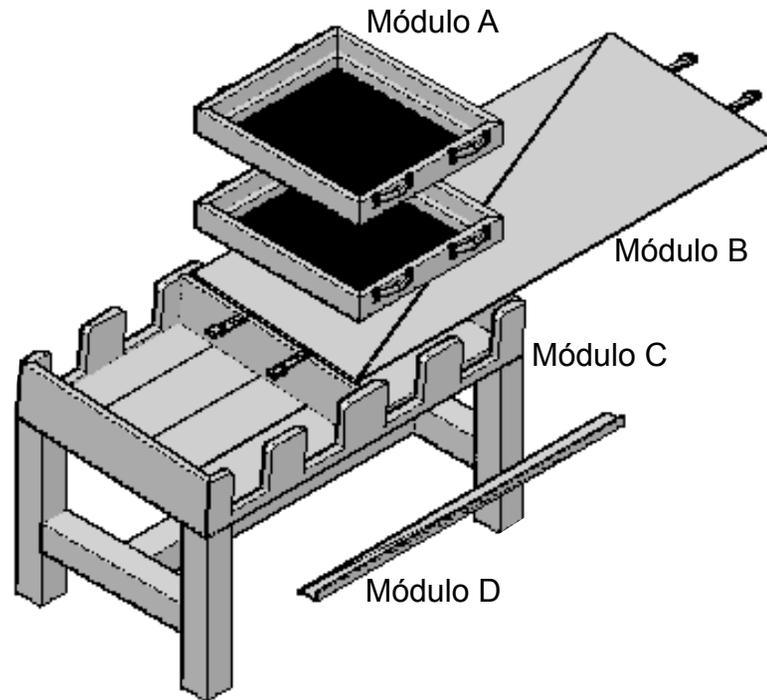
Se separó la construcción en tres módulos:

- A) Contenedores o gavetas
- B) Lona vinílica para retención de humedad
- C) Base de prototipo
- D) Canal

Esto con el fin de mejorar el entendimiento de la construcción y unión de todas sus partes.



# Manual de Construcción 1/9



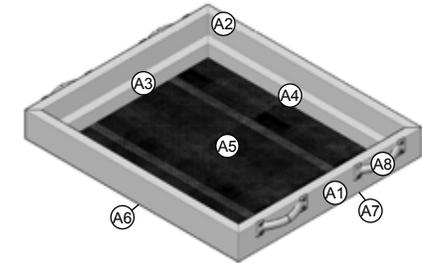
# DE PIEZAS	NOMBRE DE LAS PIEZAS	MATERIAL	CANTIDAD
A1	pared lateral pequeña	madera	4
A2	pared lateral grande	madera	4
A3	pared interna pequeña	madera	4
A4	pared interna grande	madera	4
A5	cedazo	hierro	2
A6	marco de cedazo grande	madera	4
A7	marco de cedazo pequeño	madera	4
A8	agarrador	hierro	8
B1	manta vinílica	vinil	1
B2	cincho	tela	4
B3	broche	plástico	4
C1	pieza frontal para agarrador	madera	2
C2	pieza lateral	madera	2
C3	división	madera	1
C4	base	madera	4
C5	patas	madera	4
C6	soporte lateral de patas	madera	2
C7	soporte central de patas	madera	1
D1	canal de prototipo	plástico	1

Figura 23  
 Diagrama de manual de construcción  
 Fuente: Propia

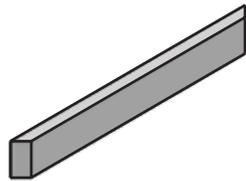


# Manual de Construcción 2/9

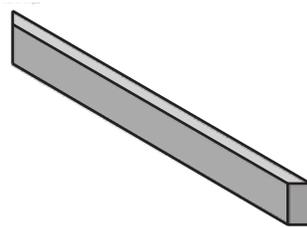
## MÓDULO A



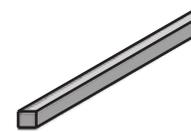
PIEZA A1  
PAREDES LATERALES PEQUEÑAS



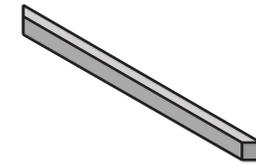
PIEZA A2  
PAREDES LATERALES GRANDES



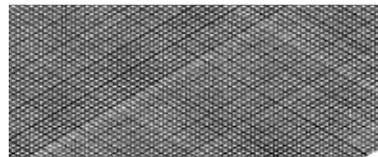
PIEZA A3  
PAREDES INTERNAS PEQUEÑAS



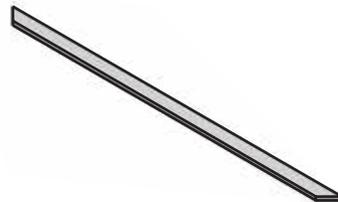
PIEZA A4  
PAREDES INTERNAS GRANDES



PIEZA A5  
CEDAZO



PIEZA A6  
MARCOS DE CEDAZO GRANDES



PIEZA A7  
MARCOS DE CEDAZO PEQUEÑO



PIEZA A8  
AGARRADORES



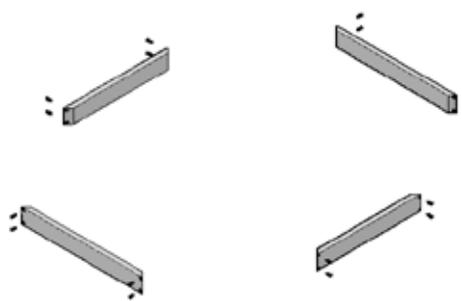
Figura 24  
Diagrama de manual de construcción  
Fuente: Propia



# Manual de Construcción 3/9

## PASOS PARA PRODUCIR MÓDULO A

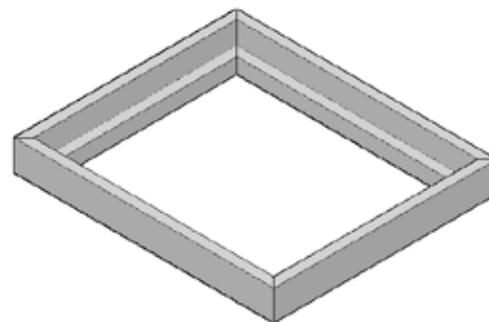
1. Unir con tornillos las piezas A1 con las A2 formando un cuadrado



- 16 tornillos 1 1/2"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Desarmador para colocar tornillos

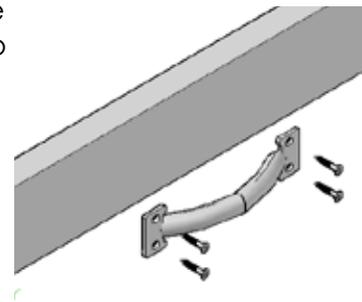
2. Unir con tornillos las piezas A3 y A4 en el interior del cuadrado de A1 y A2 formando otro cuadrado

- 8 tornillos 1 1/2"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Desarmador para colocar tornillos



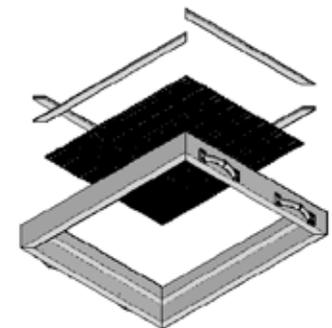
3. Colocar las cuatro piezas A8 en el cuadrado con tornillos

- 16 tornillos 1"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Desarmador para colocar tornillos



3. Voltear el el módulo boca abajo y colocar la pieza A5 arriba del cuadro que se formo con las piezas A3 y A4, y luego presionar las piezas A6 y A7 encima y clavarlas arriba de las piezas A4 y A5 para unir toda la caja.

- 12 clavos
- Martillo o máquina a presión para colocar clavos.



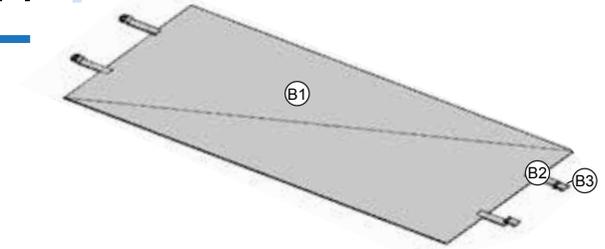
\*Dimensiones en planos #8

Figura 25  
Diagrama de manual de construcción  
Fuente: Propia

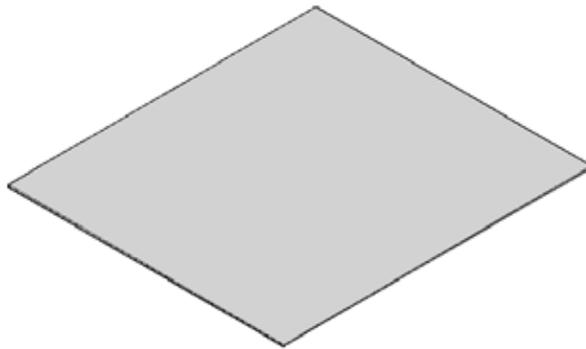


# Manual de Construcción 4/9

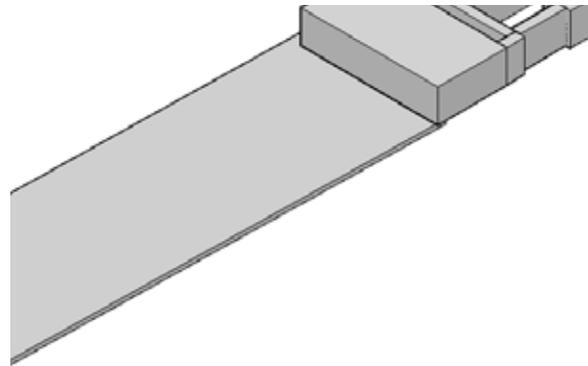
## MÓDULO B



PIEZA B1  
MANTA VINÍLICA



PIEZA B2  
CINCHOS



PIEZA B3  
BROCHES

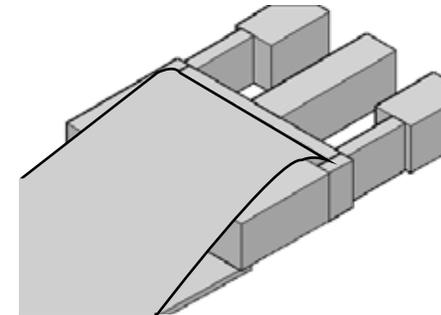


Figura 26  
Diagrama de manual de construcción  
Fuente: Propia

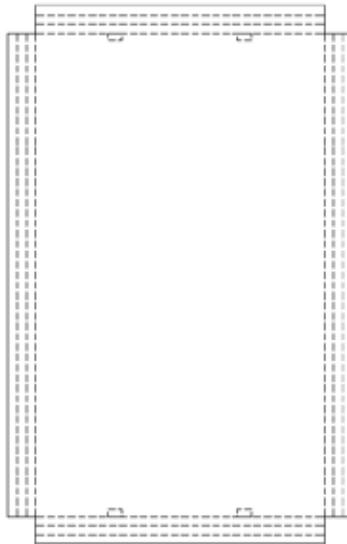


# Manual de Construcción 5/9

## PASOS PARA PRODUCIR MÓDULO B

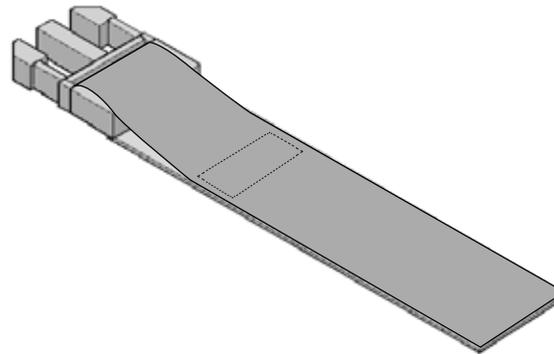
### 1. Cortar y coser la pieza B1

- Hilo marca Flamingo bondeado 6.6 de alta tenacidad



### 2. Unir con hilo las piezas B2 con las piezas B3

- Hilo marca Flamingo bondeado 6.6 de alta tenacidad



### 3. Coser las piezas unidas anteriormente a B1

- Hilo marca Flamingo bondeado 6.6 de alta tenacidad

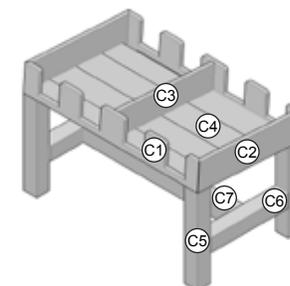


Figura: 27  
 Diagrama de manual de construcción  
 Fuente: Propia

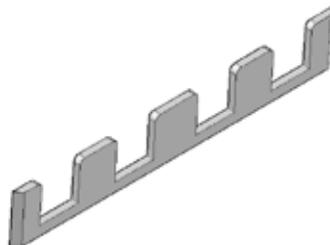


# Manual de Construcción 6/9

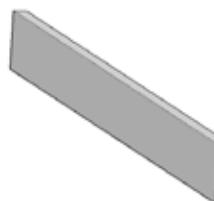
## MÓDULO C



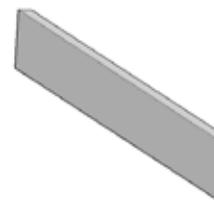
PIEZA C1  
PIEZAS FRONTALES ADAPTADAS



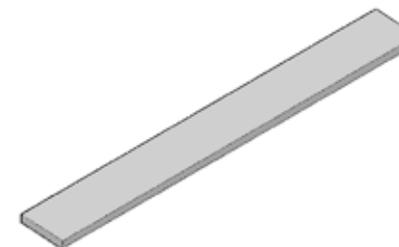
PIEZA C2  
PIEZAS LATERALES



PIEZA C3  
DIVISIÓN



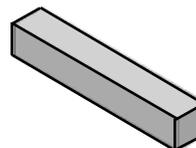
PIEZA C4  
BASE



PIEZA C5  
PATAS



PIEZA C6  
SOPORTES LATERALES  
DE PATAS



PIEZA C7  
SOPORTE CENTRAL  
DE PATAS

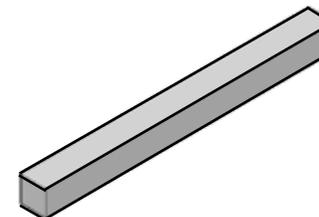


Figura 28  
Diagrama de manual de construcción  
Fuente: Propia

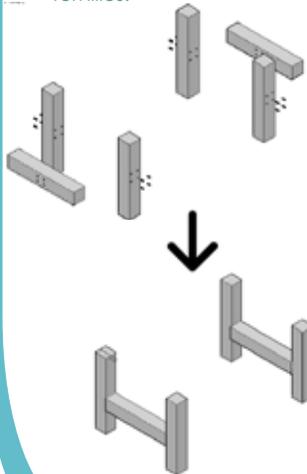


# Manual de Construcción 7/9

## PASOS PARA PRODUCIR MÓDULO C

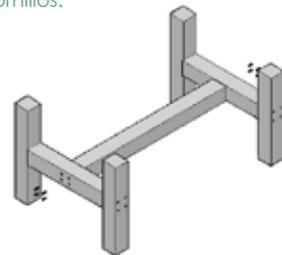
1. PATAS: Unir piezas C5 con piezas C6 con tornillos de la manera que se muestra en la imagen

- 16 tornillos Spax 4"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Barreno para colocar tornillos.



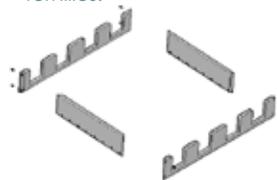
2. Cuando ya se hayan formado las dos "H" unir pieza C7 como muestra la imagen, en la parte central

- 8 tornillos Spax 4"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Barreno para colocar tornillos.



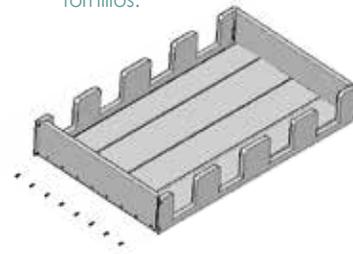
3. BASE: unir piezas C1 y C2, de manera que quede un cuadrado como se muestra en la imagen

- 8 tornillos 1 1/2"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Barreno para colocar tornillos.



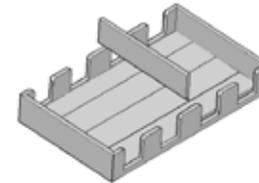
4. Poner una base C4 debajo del cuadrado formado por C1 y C2, con las piezas C4 y atornillar

- 16 tornillos 1 1/2"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Barreno para colocar tornillos.



5. Unir pieza C3 a caja para formar una división en medio

- 8 tornillos 1 1/2"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Barreno para colocar tornillos.



6. Unir las dos piezas (patas y base) que se construyeron como muestra la imagen

- 16 tornillos Spax 4"
- Barreno para realizar hoyos antes de poner los tornillos.
- Barreno para colocar tornillos.



Figura 29  
Diagrama de manual de construcción  
Fuente: Propia



# Manual de Construcción 8/9

MÓDULO D

PIEZA D1  
CANAL DE PLÁSTICO

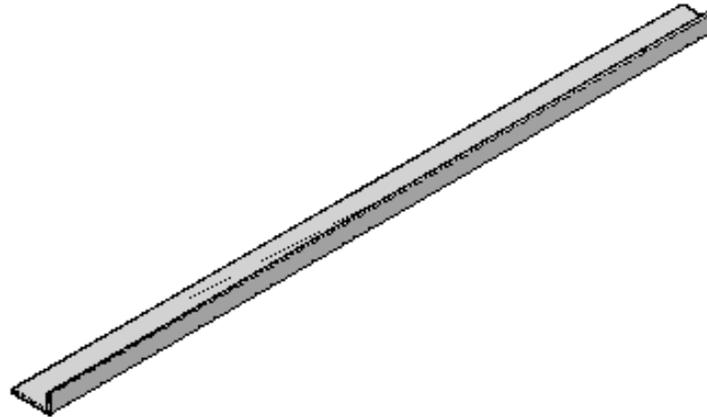
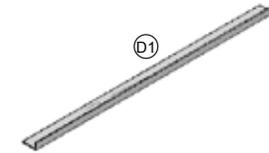


Figura 30  
Diagrama de manual de construcción  
Fuente: Propia

**LOMBRIFAST**  
FINCA LA LOMA

## Manual de Construcción 9/9

### PASOS PARA PRODUCIR MÓDULO D

1. CANAL: Voltrear módulo C y colocar con tornillos la pieza D1 como muestra la imagen.

- 8 tornillos 1 1/2"
- Barreno para poner los tornillos.
- Silicón si hay fugas

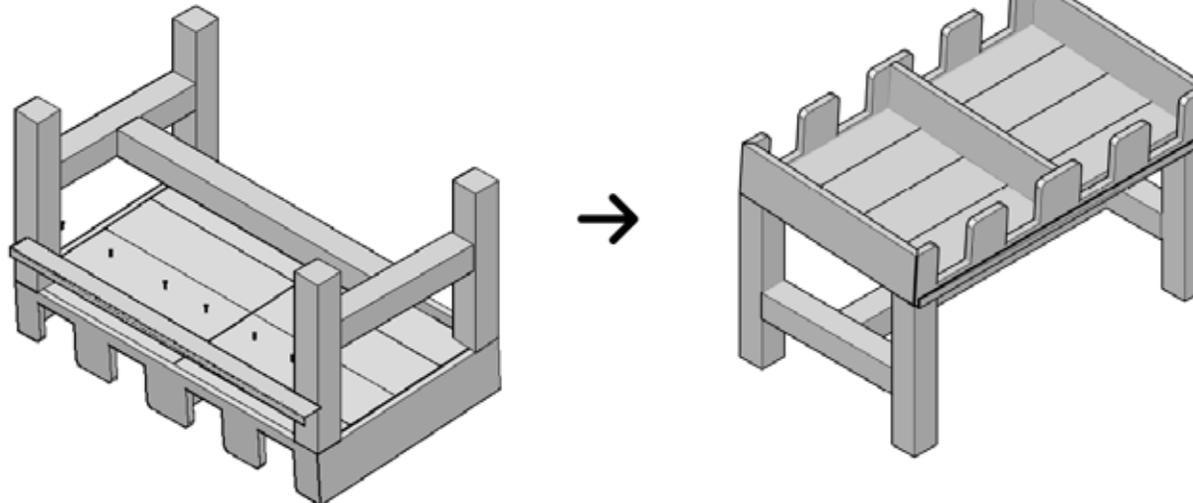


Figura 31  
Diagrama de manual de construcción  
Fuente: Propia

## MANUAL DE USO PARA SISTEMA DE LOMBRICOMPOSTAJE EN FINCA LA LOMA

- ① Para empezar a trabajar en el prototipo, las piezas que se necesitan son las siguientes:
- A) Dos contenedores con dos agarradores de cada lado y fondo de cedazo.
  - B) Manta vinílica con broches.
  - C) base con cuatro patas y una separación en el medio.
- A continuación se muestra una imagen de las piezas.
- ② El primer paso, es poner un contenedor en cada lado de la división como muestra la imagen. En el contenedor del lado izquierdo, como muestra la flecha, se coloca el alimento orgánico y las lombrices para que se alimenten y así produzcan el abono.

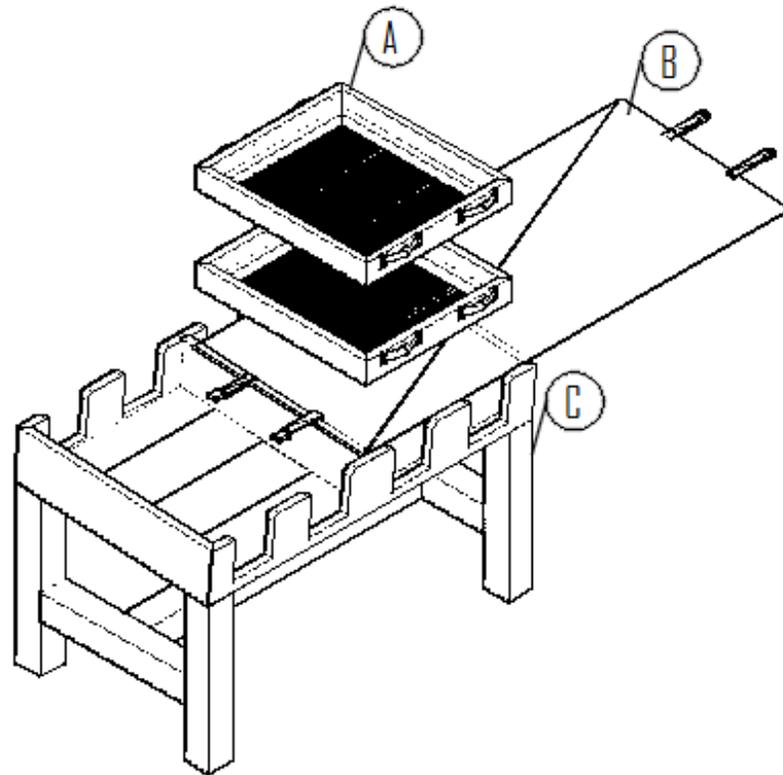


Figura 32  
 Piezas de manual de uso  
 Fuente: Propia

③ Se encaja el contenedor con las lombrices encima de el contenedor que no tiene nada. para moverlo se coloca un usuario en la parte frontal, y otro usuario en la parte posterior, luego cargan el contenedor con lombrices encima del contenedor sin nada, utilizando los agarradores . A continuación se muestra una imagen con una flecha para mostrar como se colocan los contenedores.

④ Al colocar los contenedores uno encima del otro, se abrochan los broches de la manta vinílica para que los dos contenedores queden cubiertos como muestra la imagen a continuación, esto con el fin de mantener la humedad de la tierra y que se puedan movilizar fácilmente. Los usuarios de Finca La Loma esperan 21 días con la manta vinílica cerrada, para que las lombrices se alimenten y conviertan la materia orgánica en abono de compostaje.

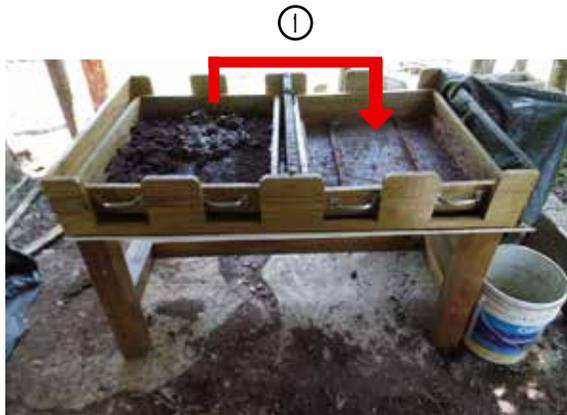


Figura 33  
 Piezas de manual de uso  
 Fuente: Propia

⑤ En una semana aproximadamente se desbrocha la manta vinílica y se vuelve a colocar un contenedor de cada lado de la división como muestra la imagen a continuación. Esto se debe a que las lombrices se terminan de comer la materia orgánica y la convierten en abono o compost.

⑥ Al colocar cada contenedor de un lado de la división, se coloca materia orgánica en el contenedor de la derecha que aún no tiene lombrices y esta vacillo.

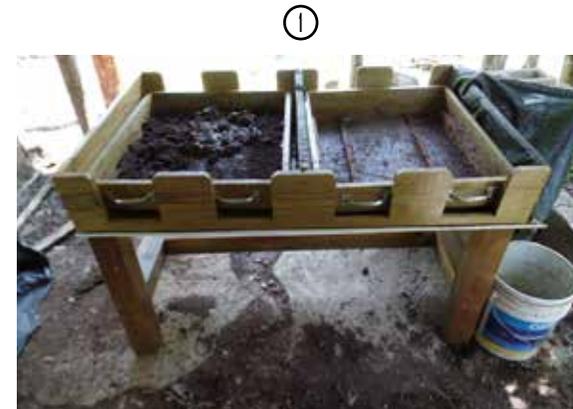
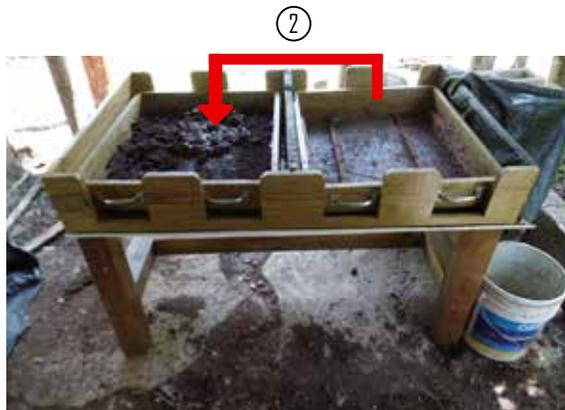


Figura 34  
Piezas de manual de uso  
Fuente: Propia

⑦ Al tener un contenedor (izquierda) con las lombrices y el abono realizado, y el otro contenedor (derecha) con materia orgánica que es alimento para las lombrices, los dos usuarios vuelven a colocar el contenedor izquierdo sobre el derecho.

⑧ Al tener un contenedor sobre el otro, se abrocha nuevamente la manta vinílica. En esta paso, las lombrices bajan del contenedor en la parte superior al contenedor de la parte inferior en busca de comida (materia orgánica) a través del cedazo, por esta razón, el contenedor en la parte superior queda sin lombrices y a los 21 días los usuarios pueden sacar el abono sin lombrices porque bajaron a alimentarse al contenedor de abajo.

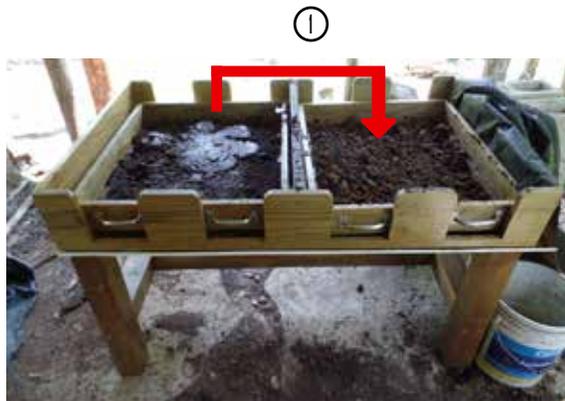


Figura 35  
 Piezas de manual de uso  
 Fuente: Propia

9 Cuando termina este paso, se desabrocha la manta vinílica, se saca el abono del contenedor de arriba y se vuelve a colocar el contenedor vacío del lado derecho.

10 Se repite el proceso de lombricomostaje desde el paso 1. Es un ciclo que se repite cada 21 días y se obtienen el abono inmediatamente.



Figura 36  
Piezas de manual de uso  
Fuente: Propia

## PROCESO DE PRODUCCIÓN

### Parte I - Tabla de materiales y procesos

Con la información de los manuales de construcción y el manual de uso, se procede a mostrar una tabla con los materiales que se utilizan y los procesos que se tienen que llevar a cabo para empezar la construcción de el prototipo.

A continuación, se presenta la tabla, en la cual hay un listado que indica la pieza que se elaborará, el material y el tamaño de la misma, el proceso que se necesita para llegar a una transformación final y datos importantes acerca de la pieza en el momento de elaborarla.

La tabla se realiza con el fin de controlar cantidades de piezas a utilizar y el proceso por el que pasan las piezas para llegar a un producto final.

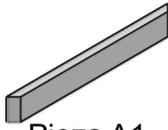
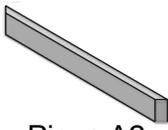
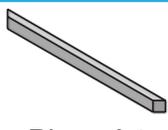
IMAGEN/ PIEZA	MATERIA PRIMA Y ESTRUCTURA	MATERIA PRIMA Y ESTRUCTURA	PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN	TOMAR EN CUENTA
 Pieza A1	Piezas cortas de marco de caja para poner alimento de lombriz.	4 piezas de 60x8x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Dos piezas por caja (son dos cajas), la unión a 45° y cada pieza se une con dos piezas cortas del marco de la caja.
 Pieza A2	Piezas largas de marco de caja para poner alimento de lombriz.	4 piezas de 70x8x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Dos piezas por caja (son dos cajas), la unión a 45° y cada pieza se une con dos piezas cortas del marco de la caja.
 Pieza A3	Piezas largas de marco interior para encajar, de caja para alimento de lombriz.	4 piezas de 64.92x4x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Dos piezas por caja (son dos cajas), la unión a 45° y cada pieza se une con dos piezas cortas del marco interior de la caja.
 Pieza A4	Piezas cortas de marco interior para encajar, de caja para alimento de lombriz.	4 piezas de 54.92x4x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Dos piezas por caja (son dos cajas), la unión a 45° y cada pieza se une con dos piezas cortas del marco interior de la caja.
 Pieza A5	Cedazo 1/4	2 piezas (2 cajas) 54x64 cms. de acero.	Tijeras especiales para cortes de metal.	Una pieza por caja que está en medio de las piezas del marco interior y los topes del cedazo.
 Pieza A6	Topes largos de cedazo	4 piezas (2 cajas) de 64.92x0.5x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Dos piezas por caja (son dos cajas), la unión a 45° y están unidas a los topes cortos del cedazo. Piezas debajo del cedazo.

Tabla 15  
Materiales y procesos  
Fuente: Propia

 Pieza A6	Topes cortos de cedazo	4 piezas (2 cajas) de 54.92x0.5x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Dos piezas por caja (son dos cajas), la unión a 45° y están unidas a los topes largos del cedazo. Piezas debajo del cedazo.
 Pieza C1	Piezas frontal y posterior de base para agarradores.	2 piezas de 134x20x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora y sierra caladora.	Piezas modificadas para adaptarse a agarradores y corte de 45° para unirse a piezas laterales de base.
 Pieza C2	Piezas laterales de base.	2 piezas de 80x20x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Piezas con un corte de 45° que se unen con pieza frontal y posterior modificadas de base.
 Pieza C3	Pieza de división de base.	Pieza de 74.92x20x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Pieza que se coloca de manera vertical en medio de cada una de las piezas C1 y arriba de la base.
 Pieza C4	Base	4 piezas de 134x20x2.54 cms. de pino tratado.	Cortes con sierra ingletadora.	Las cuatro piezas se ponen abajo de las piezas unidas laterales, frontales, posterior y la pieza de división para formar la base.
 Pieza C5	Patas posteriores	2 piezas de 65x10x20 cms.	Cortes con sierra ingletadora.	Son las piezas que can abajo de la base en la parte posterior del prototipo y estas tienen la parte superior de la pieza una inclinación de 65 a 64.5 cms.
 Pieza C5	Patas frontales	2 piezas de 61.5x10x20 cms.	Cortes con sierra ingletadora.	Son las piezas que can abajo de la base en la parte frontal del prototipo y estas tienen la parte superior de la pieza una inclinación de 61.5 a 60 cms.

Tabla 16  
Materiales y procesos  
Fuente: Propia

 Pieza C6	Soportes laterales	2 piezas 60x10x10 cms.	Cortes con sierra ingletadora.	Las piezas van enmedio de las patas posteriores y frontales formando una H
 Pieza C7	Patas posteriores	Pieza de 114x10x20 cms.	Cortes con sierra ingletadora.	Pieza que se coloca enmedio de los las dos H para soportar la estructura y hacerla estable.

Tabla 17  
 Materiales y procesos  
 Fuente: Propia

### Diagrama de flujo

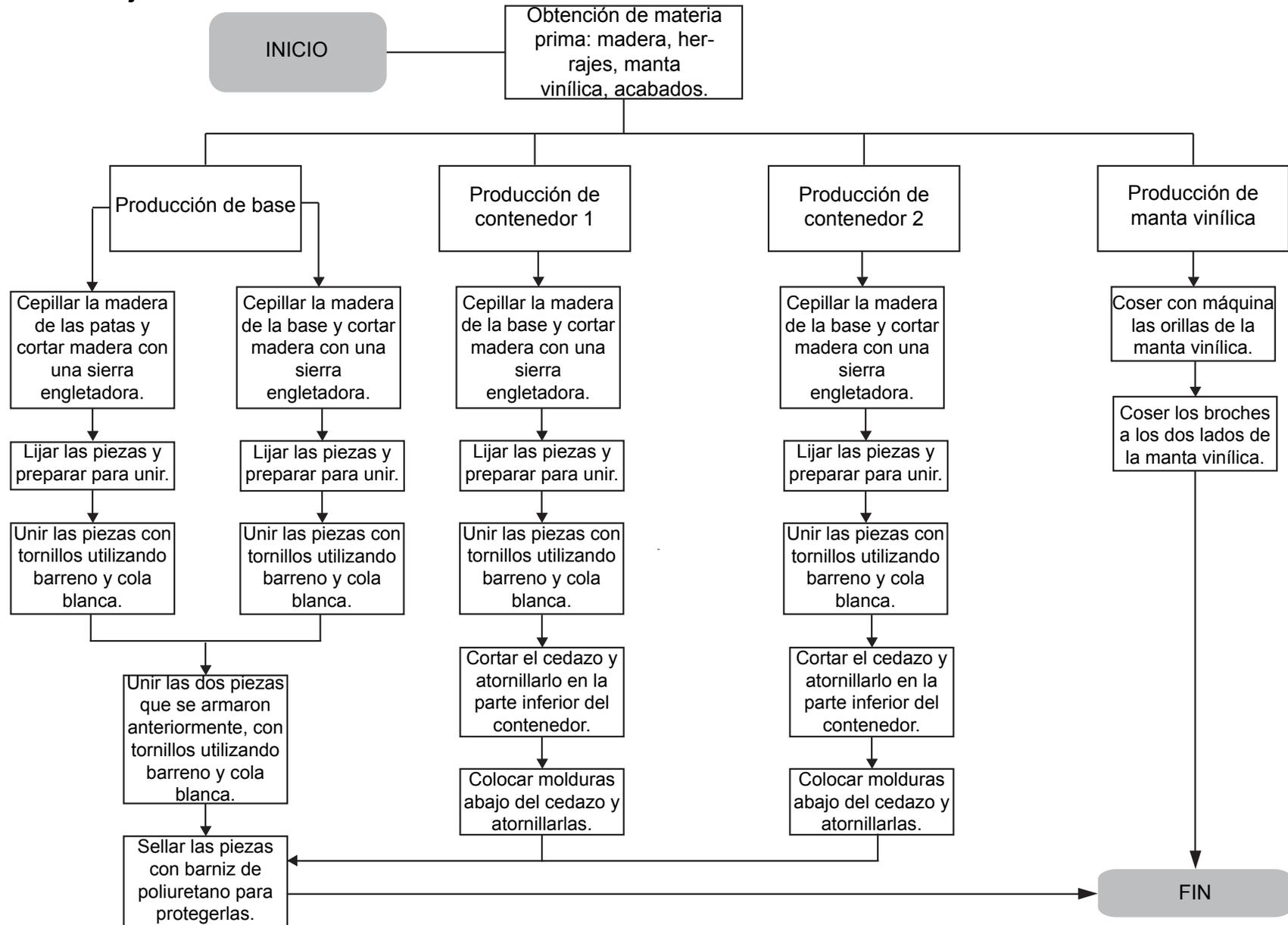


Tabla 18  
Diagrama de flujo  
Fuente propia

## Parte II - Flujo productivo

Con toda la información para la construcción del prototipo, a continuación se muestra paso por paso el flujo productivo del prototipo.

### 1. Corte

Se corta el pino tratado para formar cada pieza con con sierra engletadora.



Imagen 86  
Piezas de contenedores cortadas  
Fuente: Propia



Imagen 87  
Piezas de patas de base cortadas  
Fuente: Propia



Imagen 88  
Piezas frontal y posterior de base cortadas  
Fuente: Propia

### 2. Ensamble

Se unen las piezas que se cortaron anteriormente con tornillos de 1 1/2". En el caso de las piezas que tienen esquinas con un corte de 45° al inicio se les coloca cola blanca y escuadra para que los ángulos queden en la posición correcta. Las piezas que tienen esta forma son los dos contenedores y la base ya que son rectangulares. Cuando la cola blanca se seca y los objetos están en la posición correcta, se le coloca a cada esquina dos tornillos para que la estructura sea segura.



Imagen 89  
Pegamiento en cortes de 45° para unir piezas de prototipo  
Fuente: Propia



Imagen 90  
Contenedor unido por escuadras  
Fuente: Propia



Imagen 91  
 Prensa de escuadra uniendo esquinas de prototipo  
 Fuente: Propia



Imagen 92  
 Base unida por escuadras  
 Fuente: Propia

### 3. Unión de base

Cuando las piezas de la base ya están unidas, se le da la vuelta a la pieza y se coloca la base inferior, para tener donde colocar los contenedores. Estas piezas se unen con tornillos de 1 1/2"



Figura 93  
 Imagen de base colocada  
 Fuente: Propia

### 4. Unión de la parte interior de los contenedores

Para colocar las partes en el interior, se cortan las piezas de madera con una medida específica para que quede un rectángulo en la parte interior del contenedor.



Imagen 94  
 Piezas interiores cortadas a la medida  
 Fuente: Propia

Se unen en las paredes interiores del rectángulo exterior con tornillos de 1 1/2" formando un rectángulo en el interior como muestra la siguiente imagen.



Imagen 95  
 Parte interior colocada en contenedor  
 Fuente: Propia

Se unen en las paredes interiores del rectángulo exterior con tornillos de 1 1/2" formando un rectángulo en el interior como muestra la siguiente imagen.



Imagen 96  
 Parte interior colocada en contenedor  
 Fuente: Propia

El rectángulo en el interior debe quedar 2 cms. abajo de la parte inferior del rectángulo del exterior como la imagen que se muestra a continuación. Esto con el fin de que los dos contenedores encajen uno con el otro.



Imagen 97  
 Rectángulo interior con 2 cms en el exterior  
 Fuente: Propia

Los dos contenedores tienen que quedar exactamente iguales.



Imagen 98  
 Ambos contenedores con parte interior colocada  
 Fuente: Propia

#### 5. Unión de patas:

Los cortes de las patas ya habían sido realizados anteriormente con la sierra engletadora. Para empezar con la unión, se abren agujeros con un barreno para colocar los tornillos spax de 4 1/2" y se unen con la forma que se muestra a continuación. Al concluir la unión de las patas, se une a la base, que se pone en la parte superior, con tornillos spax de 4 1/2". A continuación se muestra como se coloca.



Imagen 99  
 Agujeros realizados en patas para la base  
 Fuente: Propia



Imagen 100  
 Patas en la posición en la que se van a unir  
 Fuente: Propia



Imagen 101  
 Patas unidas por tornillos spax 4"  
 Fuente: Propia



Imagen 102  
 Patas unidas a la base  
 Fuente: Propia

## 6. Pintura anticorrosiva

Se pintan los agarradores con pintura anticorrosiva. Al secarse se colocan con tornillos en cada contenedor, son cuatro por contenedor, dos en la parte frontal y dos en la parte posterior.



Imagen 103  
 Agarradores pintados con pintura anticorrosiva  
 Fuente: Propia



Imagen 104  
 Agarrador colocado antes de atomillarlo  
 Fuente: Propia

## 7. Colocación del cedazo

Como primer paso, se cortan dos cedazos a la medida y luego se coloca cada uno de ellos en cada un contenedor. El cedazo se coloca en la parte inferior del rectángulo interno y se une con tornillos de 1 1/2" con barreno para no romper las piezas de madera.



Imagen 105  
Cedazo cortado a medida  
Fuente: Propia



Imagen 106  
Contenedores encajados con cedazo colocado  
Fuente: Propia

## 8. Colocación de molduras

Cuando el cedazo ya está colocado con tornillos en la parte inferior de la caja, se cortan molduras de madera con las mismas medidas que el rectángulo interior, esto con el fin de prensar el cedazo colocando las molduras en la parte inferior del rectángulo interno. Por otro lado, se colocan dos molduras a lo largo del cedazo por el tema de mantenerlo intacto y sin deformaciones como muestra la imagen a continuación.



Imagen 107  
Topes colocados en parte inferior del cedazo  
Fuente: Propia

## 8. Colocación de pieza central de la base

Como último paso de la construcción, se coloca una pieza de pino tratado en la parte central de la base que es una pieza rectangular que se corta con la sierra engletadora que sirve tanto de división como de soporte para la base.



Imagen 108  
 Parte central dividiendo contenedores y espacio  
 Fuente: Propia



Imagen 110  
 Pieza en proceso de acabados  
 Fuente: Propia

## 9. Acabado

Se protege el prototipo con barniz de poliuretano. Se colocan tres capas con waípe, este no se debe diluir y debe quedar uniforme.



Imagen 109  
 Barniz de poliuretano utilizado para prototipo final  
 Fuente: Propia

## 12. Costuras de cinchos con broches

Para concluir con la manta vinílica, se cosen con hilo los cinchos que tienen los broches en ellos con máquina de coser.



Imagen 111  
 Manta vinílica con costuras realizadas  
 Fuente: Propia

## 11. Costuras de orillas

Se cortan las piezas que se marcaron anteriormente y se cosen las líneas de costura que se han marcado con hilo Flamingo y máquina.



Imagen 112  
Broche colocado en manta vinílica con hilo  
Fuente: Propia



Imagen 113  
Broche colocado en manta vinílica con hilo  
Fuente: Propia

## VIII. VALIDACIÓN

Se presenta el proceso de validación de la propuesta final en finca La Loma.

Se utilizó el prototipo de Lombrifast con los usuarios en Finca La Loma, con el fin de validar cada uno de los requerimientos que anteriormente han sido mencionados en este documento.

A continuación, se muestra una tabla con imágenes de como era la situación antes del prototipo y como se solucionan los problemas que existían anteriormente a través de este, esto con el fin de evaluar los puntos a validar.

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>Reducir el tiempo de trabajo manual en la recolección de lombrices.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Medición de tiempos con cronómetro, entrevistas al usuario. Comprobar que el proceso es más eficiente con video</p> <p>Entrevistas a usuarios: afirmaron que el proceso es más sencillo y rápido.</p> <p>(Observar Videos 1 en disco de validación)</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SÍ</span> <span style="margin-left: 100px; display: inline-block;">NO</span> </p>	<p>Imagen 114</p> <p>En el proceso que se utilizaba antes de Lombrifast, los trabajadores realizaban una selección manual para sacar las lombrices del abono una por uno, y así separarlas. Se inclinaban constantemente, para luego agarrar un puño de abono que contenía lombrices, como muestra la imagen, y la otra mano la utilizaban para seleccionar lombriz por lombriz y así separarlas. Esto con el fin de reutilizarlas. Este procedimiento era el más tardado de todos. Tardaban de tres días a una semana.</p>	<p>Imagen 115</p> <p>Con el nuevo prototipo, las lombrices al terminar de comer materia orgánica en el módulo que esta en la parte superior convirtiendolo en abono, se les coloca alimento en el módulo inferior. Esto sirve para que las lombrices pasen a través del cedazo a alimentarse al modulo inferior y así quede el módulo superior con el abono libre de lombrices. Este proceso se repite intercambiando los dos módulos cada 21 días. Por esta razón el proceso de selección se elimina y es un trabajo menos pesado para el usuario. Se tardan de 15 minutos a media hora dependiendo del ritmo con que trabajen. Esto significa que los tiempos cambiaron de tres a siete días a media hora.</p>

Figura 37  
Validación  
Fuente: Propia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>Mejorar la postura del usuario cuando empiece el proceso de recolección de lombrices ya que el método actual perjudica su espalda.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Se fotografió a un usuario antes del proceso y después y mejoró su postura evidentemente.</p> <p>Se entrevistó al usuario y dijo que se sentía más cómodo.</p> <p>(Observar Videos 2 en disco de validación)</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SÍ</span> <span style="margin-left: 100px; display: inline-block;">NO</span> </p>	<p>Imagen 116</p> <p>La postura del usuario en el sistema anterior le podía causar problemas de salud en la espalda, ya que como se observa en la imagen, tenía un ángulo mayor a 60° y eso es dañino, causando lesiones y fatiga, por otro lado era un movimiento repetitivo que se realizaba durante tres días o más dependiendo del ritmo de los trabajadores.</p>	<p>Imagen 117</p> <p>La postura del usuario con el prototipo nuevo es mejor, ya que no tiene la necesidad de inclinarse repetitivamente para recoger el abono lleno de lombrices porque se elimina el proceso de selección, y por otro lado la altura del nuevo prototipo causa menos fatiga durante el trabajo para el usuario porque se adapta a su cuerpo y es un trabajo menos tardado.</p>

Figura 38  
Validación  
Fuente: Propia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>Sistema de drenajes más eficiente para el prototipo para lograr que el agua se drene correctamente, para que las lombrices no mueran ahogadas.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Se confirmó a través de un video que el agua llega inmediatamente al contenedor a través del canal que se colocó cuando se riega la materia orgánica.</p> <p>El sistema es funcional y las lombrices no mueren ahogadas.</p> <p>(Observar Videos 3 en disco de validación)</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-right: 20px;">SÍ</div> <div style="border-left: 1px solid black; height: 100px; margin: 0 20px;"></div> <div style="margin-left: 20px;">NO</div> </div>	<p>Imagen 118</p> <p>El prototipo para lombricompostaje en donde se trabajaba anteriormente, tenía una pendiente de tierra realizada por los trabajadores que se destruía cada cierto tiempo, porque no era sólida, por lo cual el sistema se llenaba de charcos. Las lombrices morían y no llegaba el agua al contenedor que estaba al final de la pila. Esto le causaba problemas a los propietarios de Finca La Loma ya que sin lombrices no se puede producir abono, y estas morían ahogadas.</p>	<p>Imagen 119</p> <p>El nuevo prototipo cuenta con un canal para que el agua llegue directamente al contenedor al final del canal, cuando los trabajadores empiezan a regar la tierra. Este canal se colocó al final de la pendiente que tiene el prototipo para que eliminara el exceso de agua y las lombrices no murieran ahogadas.</p>

Figura 39  
Validación  
Fuente: Propia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>Mantener la humedad en la tierra para que las lombrices se puedan movilizar fácilmente.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>La humedad se conserva ya que las lombrices tienen movilidad, esto se puede confirmar ya que cuando se movilizan se pueden alimentar y estas lo hicieron. Se utilizó el prototipo por un tiempo para comprobar que sí lo hacían.  (Observar Videos 4 en disco de validación)</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SÍ</span> <span style="margin-left: 100px; display: inline-block;">NO</span> </p>	<p>Imagen 120</p> <p>El material que se utilizaba en el proceso anterior era nylon por lo cual no era resistente y se desgarraba fácilmente. Se le abrían agujeros y la tierra no conservaba su humedad por esta razón, como consecuencia las lombrices no se podían movilizar. Si las lombrices no se pueden movilizar, no se alimentan y esto evita que realicen el abono e incluso que mueran.</p>	<p>Imagen 121</p> <p>Se cambió el nylon por lona vinílica. Es un material resistente ya que no se rasga y se puede utilizar durante más de 10 años. Lo más importante es que conserva la humedad y por otro lado se le pueden coser broches para cerrarlo y que no se vuele con el aire como pasaba con el nylon.</p>

Figura 40  
Validación  
Fuente: Propia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>Producto de mínimo mantenimiento.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Se evaluó el tiempo en el que este se limpia y son 15 minutos ya que solo necesita pasarle agua en el área que esta sucia.</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SÍ</span> <span style="margin-left: 100px; display: inline-block;">NO</span> </p>	<p>Imagen 122</p> <p>Los usuarios tenían dificultades cuando limpiaban el sistema, ya que tenían que sacar toda la tierra porque el lombricompost se encontraba en una pila de block y se arruinaban las pendientes. Por otro lado, el nylon que utilizaban con anterioridad se rompía y tenían que cambiarlo cada vez que realizaban el mantenimiento.</p>	<p>Imagen 123</p> <p>La tierra se limpia fácilmente con un recipiente con agua o una manguera y no se tiene que sacar la tierra del sistema ni parar de funcionar el proceso de lombricompost a menos que quieran limpiar los dos módulos o gavetas. Los módulos se limban con manguera entre el cedazo o se deja secando al sol y al darle un par de golpes suaves la tierra se quita.</p>

Figura 41  
Validación  
Fuente: Propia

REQUERIMIENTO	<p>El diseño debe tener acabados resistentes a exteriores, ya que será ubicado en el campo en un área exterior y tendrá que resistir diferentes climas como la humedad y el calor.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
MEDIO DE VALIDACIÓN	<p>LLeva un período de tiempo de más de seis meses en el exterior y no se han notado problemas con el material. Ficha técnica del material en anexos.</p>	<p>El sistema no lleva acabados.</p>	
CUMPLE	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px;">SÍ</div> <div style="border-left: 1px solid black; height: 100px; margin: 0 10px;"></div> <div style="margin: 10px;">NO</div> </div>		<p>Imagen 124</p> <p>El prototipo actual tiene tres capas de barniz de poliuretano, este acabado no deja que los climas en la interperie afecten al prototipo, ya que es a prueba de agua. En la ficha técnica se muestran sus propiedades y porque le da protección al sistema actual. (Ficha técnica en anexos)</p>

Figura 42  
Validación  
Fuente: Propia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>Realizar un diseño sencillo que pueda ser usado siguiendo un manual de uso.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Los usuarios leyeron el manual de uso y luego lo utilizaron sin ningún problema. Se validó con un vídeo.</p>	<p>El sistema no utiliza manual de uso.</p>	<p>Observar desde la página 156 a 160, Diagrama de Manual de uso.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SÍ</span> <span style="margin-left: 100px; display: inline-block;">NO</span> </p>		

Figura 43  
Validación  
Fuente: Propia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>Se debe reducir el número de personas que trabajan en lombricompostaje en Finca La Loma.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Actualmente para sacar 100 lbs. de abono solo se tienen que utilizar dos personas, esto se ve en un vídeo de validación. Antes se utilizaban cinco personas por tres días. La finca ya paga a dos personas por un día desde que los prototipos están en finca La Loma.  (Observar Video 5 en disco de validación)</p>	<p>Observar Página 34, Diagrama de usuario.</p>	 <p>Imagen 125</p> <p>Para el nuevo prototipo solo se necesitan dos personas. Entre los dos usuarios sacan la tierra e intercambian los módulos. Este es un trabajo que requiere menos esfuerzo y se realiza en menos tiempo.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SÍ</span> <span style="margin-left: 100px; display: inline-block;">NO</span> </p>		

Figura 44  
Validación  
Fuente: Propia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>El diseño debe acoplarse a las medidas y al espacio que el cliente proporcionó.</p>	<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>El diseño ocupó en el espacio, y las personas se movilizaron fácilmente, es un diseño en el que se tomaron en cuenta esas medidas.</p> <p>Se comprobó con fotos y videos de los usuarios trabajando.</p> <p>(Observar Videos 6 en disco de validación)</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SÍ</span> <span style="margin-left: 100px; display: inline-block;">NO</span> </p>	<p>Imagen 126</p> <p>En la producción de lombricompostaje antes de realizar el prototipo, se trabajaba en otro espacio que no era adecuado, ya que es donde se secaba el café anteriormente y lo convirtieron en un lombricompostero. El lombricompostaje en esa área no era la función original.</p>	<p>Imagen 127</p> <p>Se utilizó solamente un área de 1.34x0.80 m<sup>2</sup>, y había un espacio de 3.05x2.7 m<sup>2</sup>, por lo cual los prototipos se pudieron colocar fácilmente.</p>

Figura 45  
Validación  
Fuente: Propia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">REQUERIMIENTO</p>	<p>Los usuarios no deben cargar un peso que afecte su salud.</p>	<p style="text-align: center;">ANTES</p> <p>El sistema no utilizaba personas para cargar peso.</p>	<p style="text-align: center;">DESPUÉS</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MEDIO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Actualmente para sacar 100 lbs. se utilizan dos usuarios que cargan el peso de los contenedores por poco tiempo e indicaron que no pesaba cuando se les entrevistó.</p> <p>(Observar Videos 7 en disco de validación)</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CUMPLE</p>	<p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 5px;">SÍ</span> <span style="margin-left: 100px;">NO</span> </p>		<p>Imagen 128</p> <p>Ellos cargan aproximadamente 80 lbs. en total juntos según una pesa. Ese peso se distribuye entre los dos usuarios. El esfuerzo que tienen que realizar es mínimo ya que es muy poco tiempo y ellos confirman que es fácil de cargar en vídeos.</p>

Figura 46  
Validación  
Fuente: Propia

## Conclusiones de validación

Tras realizar el proceso de validación, es posible concluir que el prototipo cumple satisfactoriamente con los requerimientos planteados y se observa que:

### Número de empleados que realizaban el proceso

Se redujo el número de empleados de 5 a 2, por lo cual hubo una mejora económica evidente, ya que solamente se le tiene que pagar a dos personas Q86.90, que es el sueldo mínimo diario, lo cual hace una suma de Q173.80, esto es menos de la mitad de lo que se pagaba en el proceso anterior cada 21 días cuando se realizaba el proceso de lombricompostaje.

### Se redujo el número de días de trabajo en los que se realizaba el proceso

Anteriormente, el proceso se realizaba en tres días aproximadamente y con el prototipo nuevo solo se necesita como máximo una hora. Para el usuario esto hace que el trabajo le cause menos fatiga y que pueda regresar a sus tareas rápidamente, por lo cual es más cómodo y realiza menos esfuerzo. Esto también es una mejora económica para el cliente, anteriormente se pagaban Q86.90 por cada trabajador cada día y eran cinco personas, esto sumaba

aproximadamente Q1,300.00 por todo el trabajo. Con el prototipo son dos personas por un día, esto suma Q173.80.

Es una cifra significativa para el cliente, ya que por mes finca La Loma ahorra más de Q1,000.00. Si el proceso se realiza aproximadamente 17 veces al año, cada 21 días, antes el cliente le tenía que pagar a sus empleados anualmente aproximadamente Q22,500.00 y con el prototipo la cifra se reduce a Q2,900.00 aproximadamente.

### Postura mejorada

Debido a la altura de las patas el usuario cambió significativamente su postura, este se siente más cómodo trabajando y no va a sufrir problemas de salud en el futuro. Anteriormente el usuario tenía una inclinación de más de 60° y repetía esta posición de forma continua. Con el nuevo prototipo el usuario no se inclina nunca a más de 10° ya que no tiene la necesidad de agacharse por ser un nuevo proceso y una nueva forma de realizar el lombricompostaje.

### Conservación de la humedad

Para mantener la humedad, la manta vinílica cumple la misma función que el nylon. La diferencia y los beneficios son por ejemplo la resistencia.

El nylon se dañaba constantemente y tenía agujeros que perjudicaban el proceso, ya que esto impedía que la humedad se conservara.

La manta vinílica no se rompe, es importante porque no hay que cambiarla constantemente y se puede adaptar a la forma del prototipo al igual que el nylon. Por otro lado, por ser una tela se le pueden coser elementos como broches, los cuales son importantes ya que hacen que este material conserve la humedad y no se vuele con el viento. En el sistema que se utilizaba anteriormente los usuarios ponían palos y piedras encima del nylon para evitar que este se volara.

### **Espacio**

El diseño se acopló al espacio que el cliente había proporcionado y los usuarios lo pudieron utilizar cómodamente.

### **Acabado**

El acabado de barniz de poliuretano ha resistido climas del exterior en un periodo de más de cinco meses de tiempo mientras más tiempo. No se perjudicó la madera ni humedecido a pesar de la lluvia y viento. Sigue igual y se conserva como el día en el que se colocó.

### **Canal**

El exceso de agua salió por la canal fácilmente sin inconvenientes ni fugas de agua. Esto se debe a que se selló con silicón. El canal es un elemento importante para que elimine el exceso de agua y las lombrices no se ahoguen.

## IX. COSTOS

En esta sección se delimitará el modelo de utilidad para el proyecto, para lo cual se define tanto el rol del diseñador industrial como el modelo de cobro.

### Parte I - Definición del rol del diseñador industrial

Para este proyecto el rol que se ha establecido es el de *freelance*. Esta decisión se tomó porque se trabajó con un cliente en específico para realizar un solo proyecto. Como *freelance* se trabajaron todos los procesos que este requirió junto a los trabajadores de lombricompostaje, quienes fueron caso de estudio y han sido de valiosa ayuda para la retroalimentación acerca de lombricultura.

Al conocer el ámbito de trabajo y los procedimientos de los trabajadores se busca una solución sencilla para que realicen en mejores condiciones y en menos tiempo el trabajo, así se reducen costos y mejora la postura del usuario para que sean más eficientes.

### Parte II - Establecimiento del modelo de cobro

El modelo de cobro que se ha establecido es por producto. Cada pieza del proyecto (base, manta vinílica y los dos contenedores), son un sistema en el que se necesitan todos los elementos, pero puede ser adquirido de forma

individual si surge alguna necesidad de un cambio de piezas como por ejemplo el cedazo de los contenedores. Ya sea que el cobro sea por producto o por proyecto, el precio incluirá el producto como tal y el cobro por diseño.

Es importante mencionar que, el cliente condicionó antes del proyecto que el modelo de solución no se excediera más de Q4,500.00. Por otro lado, se usó el método de Innovación Frugal, por lo cual se deben utilizar materiales tanto resistentes como económicos para solucionar las necesidades del cliente como del usuario creando un modelo funcional sin utilizar materiales inaccesibles.

### Parte III - Tablas de costeo

Para definir el modelo de pago anteriormente planteado, a continuación, se muestra una tabla desglosando cada uno de los elementos para realizar el sistema que incluye el material y la mano de obra. Al finalizar se mostrará una tabla con los costos del material junto con mano de obra y los precios son presentados con y sin IVA.

**Tabla subtotal de materiales**

ELEMENTO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Acabados	Barniz de Poliuretano	Protección para sistema	Q62.00 1/4 de galón	1	Q62.00	Q53.45
	Waípe de color	Se utiliza para colocar barniz	Q9.95 1 libra	1/4	Q2.49	Q2.14
	Lija de agua #120	Lijar superficies de madera	Q1.20 9"x11"	10	Q11.99	Q10.34
	Lija de agua #400	Lijar superficies de madera	Q1.20 9"x11"	10	Q12.00	Q10.34
Herrajes	Tornillo Spax	Une todo las patas	Q1.15 c/tornillo 6"	24	Q27.69	Q24.29
	Tornillo rosca ordinaria	Une todo el sistema	Q0.25 c/tornillo 1 1/4"	110	Q27.50	Q23.71
Accesorios	Halador barra	haladores	Q15.00 5.3/4"	8	Q120.00	Q103.44
	Tela arnero (cedazo)	Filtro para lombrices	Q24.00 yarda	2	Q48.00	Q20.69
	Canal para cables eléctricos	Canal de el sistema	Q16.52 3 m	1	Q16.52	Q14.75
Patronaje	Hilo Flamingo negro	Uniones manta	Q22.00	1	Q22.00	Q18.97
	Lona econoplast negra	Cubre contenedores	Q37.5 Yarda	2	Q75.00	Q64.66
	Hebilla plástica	Union de orillas	Q2.25 1 1/4"	2	Q4.50	Q3.88
	Fajo de poliuretano	Cintas de hebillas	Q1.50 yarda	2	Q3.00	Q2.59

Tabla 19  
Materiales  
Fuente: Propia

ELEMENTO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Madera	Madra de pino tratado	Estructura	Q85.21 3*3*10 pies tablares	2	Q170.41	Q149.96
	Madera de pino tratado	Estructura	Q29.16 1*8*5 pies tablares	8	Q233.30	Q205.30
	Madera de pino tratado	Estructura	Q30.97 1*3*12 pies tablares	2	Q30.97	Q27.25
	Madera de pino tratado	Estructura	Q20.65 1*2*12 pies tablares	2	Q20.65	Q18.17
	Molduras de pino tratado	Estructura	Q42.00 5/16*1*8 pies tablares	2	Q42.00	Q36.96
<b>TOTAL por unidad</b>					Q930.02	Q790.89
<b>TOTAL x2 unidades</b>					Q1,860.04	Q1,581.78

### Tabla subtotal de mano de obra

ELEMENTO	MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Proyecto	Carpintería	Cotización de mano de obra por proyecto	Q800.00	2	Q1,600.00	Q1,408.00
Proyecto	Costurera	Cotización de mano de obra por proyecto	Q30.00	2	Q60.00	Q52.80
<b>TOTAL</b>					Q1,660.00	Q1,460.80

Tabla 20  
Costos subtotales de materiales y mano de obra  
Fuente: Propia

**Tabla subtotal de materiales de base**

ELEMENTO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Acabados	Barniz de Poliuretano	Protección para sistema	Q62.00 1/4 de galón	1/2	31.00	Q27.28
	Waipe de color	Se utiliza para colocar barniz	Q9.95 1 libra	1/8	Q2.48	Q2.18
	Lija de agua #120	Lijar superficies de madera	Q1.20 9"x11"	5	Q6.00	Q5.28
	Lija de agua #400	Lijar superficies de madera	Q1.20 9"x11"	5	Q6.00	Q5.28
Herrajes	Tornillo Spax	Une todo las patas	Q1.15 c/tornillo 6"	24	Q27.69	Q24.29
	Tornillo rosca ordinaria	Une todo el sistema	Q0.25 c/tornillo 1 1/4"	62	Q15.50	Q13.64
Accesorios	Canal para cables eléctricos	Canal de el sistema	Q16.52 3 m	1	Q16.52	Q14.75
Madera	Madra de pino tratado	Estructura	Q85.21 3*3*10 pies tablares	2	Q170.41	Q149.96
	Madera de pino tratado	Estructura	Q29.16 1*8*5 pies tablares	8	Q233.30	Q205.30
<b>TOTAL por unidad</b>					Q508.90	Q447.96
<b>TOTAL x2 unidades</b>					Q1,017.8	Q895.92

Tabla 21  
Costos subtotales de materiales y mano de obra  
Fuente: Propia

**Tabla subtotal de mano de obra de base**

ELEMENTO	MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Proyecto	Carpintería	Cotización de mano de obra por proyecto	Q500.00	2	Q1,000.00	Q880.00
				<b>TOTAL</b>	Q1,000.00	Q880.00

Tabla 22  
 Costos subtotales de materiales y mano de obra base  
 Fuente: Propia

**Tabla subtotal de materiales de base**

ELEMENTO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Acabados	Barniz de Poliuretano	Protección para sistema	Q62.00 1/4 de galón	1/2Q	Q31.00	Q27.28
	Waípe de color	Se utiliza para colocar barniz	Q9.95 1 libra	1/8	Q2.48	Q2.18
	Lija de agua #120	Lijar superficies de madera	Q1.20 9"x11"	5	Q6.00	Q5.28
	Lija de agua #400	Lijar superficies de madera	Q1.20 9"x11"	5	Q6.00	Q5.28
Herrajes	Tornillo rosca ordinaria	Une todo el sistema	Q0.25 c/tornillo 1 1/4"	48	Q12.00	Q10.56
Accesorios	Halador barra	haladores	Q15.00 5.3/4"	8	Q120.00	Q103.44
	Tela arnero (cedazo)	'Filtro' para lombrices	Q24.00 yarda	2	Q48.00	Q20.69
Madera	Madera de pino tratado	Estructura	Q30.97 1*3*12 pies tablares	2	Q30.97	Q27.25
	Madera de pino tratado	Estructura	Q20.65 1*2*12 pies tablares	2	Q20.65	Q18.17
	Molduras de pino tratado	Estructura	Q42.00 5/16*1*8 pies tablares	2	Q42.00	Q36.96
<b>TOTAL x2 unidades</b>					Q319.10	Q257.09
<b>TOTAL x4 unidades</b>					Q638.20	Q514.18

Tabla 23  
Costos subtotales de materiales y mano de obra base  
Fuente: Propia

**Tabla subtotal de mano de obra de contenedores**

ELEMENTO	MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Proyecto	Carpintería	Cotización de mano de obra por proyecto	Q150.00	4	Q600.00	Q528
				<b>TOTAL</b>	Q600.00	Q528.00

Tabla 24  
 Costos subtotales de materiales y mano de obra contenedores  
 Fuente propia

**Tabla subtotal de materiales de manta vinílica**

<b>Patronaje</b>	Hilo Flamingo negro	Uniones manta	Q22.00	1	Q22.00	Q18.97
	Lona econoplast negra	Cubre contenedores	Q37.5 Yarda	2	Q75.00	Q64.66
	Hebilla plástica	Union de orillas	Q2.25 1 1/4"	2	Q4.50	Q3.88
	Fajo de poliuretano	Cintas de hebillas	Q1.50 yarda	2	Q3.00	Q2.59

<b>TOTAL unidad</b>	Q104.50	Q90.10
---------------------	---------	--------

<b>TOTAL x2 unidades</b>	Q187.00	Q164.56
--------------------------	---------	---------

ELEMENTO	MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Proyecto	Costurera	Cotización de mano de obra por proyecto	Q30.00	2	Q60.00	Q52.80

<b>TOTAL</b>	Q60.00	Q52.80
--------------	--------	--------

Tabla 25  
Costos subtotales de materiales y mano de obra patronaje  
Fuente propia

## Sumatoria de materiales y mano de obra

COSTEO	TOTAL SIN IVA
Materiales	GTQ 1,581.78
Mano de obra	GTQ Q1,460.80
Gastos administrativos que incluye una copia impresa de manual de uso y construcción.	GTQ 100.00
Subtotal	GTQ 3,142.58
Honorarios por proyecto (20 %), Incluye el diseño por proyecto sobre el costo sin IVA	GTQ 628.52
Total	GTQ 3,771.10
<b>Total con IVA</b>	<b>GTQ 4,223.63</b>

Tabla 26  
Sumatoria costos  
Fuente propia

Las tablas mostradas anteriormente, reflejan el precio total del juego completo, refiriéndose a: cuatro contenedores, dos bases y dos mantas vinílicas para la humedad. Se cuentan dos prototipos como un juego completo, ya que el cliente solicitó que se produjeran 100 libras de abono al mes y con cada uno se obtienen 50 libras.

Los costos no sobrepasan el presupuesto inicial ya que el cliente quería cubrir su necesidad con una cantidad de Q4,500.00 como máximo y el total fue de Q4,223.63, por lo cual salio Q276.37 más barato. Los Q276.37 incluso pueden ser usados en caso de un imprevisto en la fabricación de los prototipos.

Las piezas del proyecto se pueden adquirir de manera individual, ya que cada una de ellas tiene distinta durabilidad y unas se deterioran con más rapidez que otras.

A continuación se muestran los precios de cada pieza, según la cotización del producto final incluyendo el material, la mano de obra, gastos administrativos y honorarios.

El trabajo que se realizó en la madera fue cotizado en “Muebles Marco” carpintería y evanistería con Efraín Molina. Esta carpintería se encuentra en la dirección 16C 22-88 zona 10.

**Costo por proyecto completo**

	<b>JUEGO COMPLETO</b>	<b>HONORARIOS (20 %)</b>	<b>TOTAL CON IVA</b>
<b>1 UNIDAD</b>	GTQ 1,790.02	GTQ 358.00	GTQ 2,148.02
<b>2 UNIDADES</b>	GTQ 3,520.04	GTQ 740.01	GTQ 4,223.63

Tabla 27  
Costo por proyecto completo  
Fuente propia

**Costo por base**

	<b>BASE</b>	<b>HONORARIOS (20 %)</b>	<b>TOTAL CON IVA</b>
<b>1 UNIDAD</b>	GTQ 819.10	GTQ 163.82	GTQ 982.92
<b>2 UNIDADES</b>	GTQ 1,638.2	GTQ 327.64	GTQ 1,965.84

Tabla 29  
Costo por base  
Fuente propia

**Costo por contenedor**

	<b>CONTENEDOR</b>	<b>HONORARIOS (20 %)</b>	<b>TOTAL CON IVA</b>
<b>1 UNIDAD</b>	GTQ 309.55	GTQ 61.91	GTQ 371.46
<b>2 UNIDADES</b>	GTQ 619.10	GTQ 123.82	GTQ 742.92
<b>4 UNIDADES</b>	GTQ 1,238.20	GTQ 247.64	GTQ 1,485.84

Tabla 28  
Costo por contenedor  
Fuente propia

**Costo por patronaje**

	<b>MANTA VINÍLICA</b>	<b>HONORARIOS (20 %)</b>	<b>TOTAL CON IVA</b>
<b>1 UNIDAD</b>	GTQ 164.50	GTQ 32.80	GTQ 197.30
<b>2 UNIDADES</b>	GTQ 187.00	GTQ 37.40	GTQ 224.40

Tabla 30  
Costo por patronaje  
Fuente propia

## Costos según la durabilidad

A continuación se mostrarán tablas de costos según la durabilidad de cada módulo del sistema en donde el cliente podrá consultar cada vez que sea necesario cambiar una pieza o darle mantenimiento.

En el caso de la madera tiene una garantía de 20 años según el acerradero Ecomadera. Por el uso consante que se le dará al prototipo, se asumen 15 años de durabilidad para hacer un prototipo nuevo. Por lo cual se propone la **Tabla #** para realizar el proyecto cada 15 años. El desgolce de costos que se realizó por pieza (base, contenedor y manta vinílica), fue con el fin de llevar a cabo una de las piezas del módulo si se hecha a perder.

Por otro lado, el cedazo y la moldura, se recomienda que se cambie cada 2 años ya que puede que con el tiempo se deteriore. Este trabajo lo puede realizar un carpintero y se realiza rápidamente (en 2 horas como máximo).

A continuación se muestra una tabla de costos para el cambio de molduras y cedazo para que se cambie cada dos años con la misma carpintería que se menciono anteriormente.

**Tabla subtotal de materiales para cambio del cedazo cada  
dos años por durabilidad**

ELEMENTO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Accesorios	Tela arnero (cedazo)	'Filtro' para lombrices	Q24.00 yarda	2	Q48.00	Q20.69
Madera	Molduras de pino tratado	Estructura	Q42.00 5/16*1*8 pies tablares	2	Q42.00	Q36.96
Herrajes	Tornillo rosca ordinaria	Une todo el sistema	Q0.25 c/tornillo 1 1/4"	8	Q2.00	Q1.76
<b>TOTAL x2 unidades</b>					Q92.00	Q80.96
<b>TOTAL x4 unidades</b>					Q184.00	Q161.92

ELEMENTO	MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	SUBTOTAL	SUBTOTAL SIN IVA
Proyecto	Carpintería	Cotización de mano de obra por proyecto	Q50.00	4	Q200.00	Q176.00
<b>TOTAL</b>					Q200.00	Q176.00

Tabla 31  
Costos durabilidad  
Fuente propia

## X. CONCLUSIONES

Para concluir con este proyecto, se puede afirmar que se cumplió con cada uno de los requerimientos planteados, siendo un prototipo que ayudó a optimizar el proceso de lombricompostaje en Finca La Loma. El presupuesto que el cliente propuso desde el principio se tomó en cuenta y se logro realizar un proyecto con ese monto.

Hubo mejoras económicas, ergonómicas y de diseño. Las mejoras económicas son significativas para la finca, ya que se puede invertir más en el café y se obtiene abono más fácilmente.

La ergonomía fue un factor importante desde el primer momento ya que los trabajadores tenían una postura la cual les podía afectar de manera significativa en cuanto a salud. Ellos se sienten mejor y más cómodos utilizando el prototipo y pueden realizar el trabajo rápidamente, para regresar a sus otras tareas en el campo.

Por último, el diseño fue muy importante para este proyecto, ya que contaban con un espacio en el que se realizaba lombricompostaje, pero no tenía los materiales adecuados, ni elementos funcionales para realizar el proceso.

## XI. RECOMENDACIONES

Al prototipo se le debe dar mantenimiento cada cierto tiempo. Es rápido ya que se puede limpiar con agua y la forma permite que el usuario alcance todos los lugares para limpiarlo fácilmente.

Se adapta a los espacios que Finca La Loma proporcionó ya que se tomaron en cuenta las medidas que se tomaron a la hora de conceptualizar y diseñar.

Otra recomendación importante, es que el prototipo no está realizado para que este bajo el sol. La sombra es importante para que tenga más durabilidad y para que las lombrices no mueran debido al calor ya que no pueden pasar más de unas horas bajo el sol.

## XII. BIBLIOGRAFÍA

1. “Abono orgánico.” Abono orgánico - EcuRed. N.p., n.d. Web. 24 Sept. 2017. <[https://www.ecured.cu/Abono\\_org%C3%A1nico](https://www.ecured.cu/Abono_org%C3%A1nico)>.
2. Tipos De Abonos Orgánicos | ECOagricultor. N.p., n.d. Web. 24 Sept. 2017. <<https://www.ecoagricultor.com/tipos-de-abonos-organicos/>>.
3. Franquesa, Maria. ¿Fertilizantes Líquidos o Sólidos? - Blog De Agricultura Profesional. N.p., 11 Feb. 2016. Web. 24 Sept. 2017. <<https://www.agroptima.com/blog/fertilizantes-liquidos-o-solidos/>>.
4. ¿Qué es la lombricultura?. N.p., n.d. Web. 24 Sept. 2017. <<http://www.planthogar.net/enciclopedia/documentos/1/documentos-tematicos/292/que-es-la-lombricultura.html>>.
5. “LOMBRICOMPOST.” LOMBRICOMPOST | Isla verde Atitlán. N.p., n.d. Web. 24 Sept. 2017. <<http://islaverdeatitlan.com/uncategorized/lombricompost/>>.
6. Lombrices rojas de california. N.p., n.d. Web. 24 Sept. 2017. <<http://www.lombricesdecalfornia.com/es/lombrices.htm>>.
7. “LOMBRICOMPOST.” LOMBRICOMPOST | Fertilizantes. N.p., 27 Feb. 2011. Web. 24 Sept. 2017. <<https://fertilizantes.wordpress.com/2011/02/27/lombricompost/>>.
8. A. (2017, 01). Novagroup. Obtenido 11, 2017, de <http://novagroup.es/innovacion-frugal/>
9. A. (2008, 09). Significado de Antropometría. Significados. Obtenido 11, 2017, de <https://www.significados.com/antropometria/>
10. (2006, 09). Método REBA. Ergonautas. Obtenido 11, 2017, de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
11. Díaz, A. (2011, 05). Características de las lombrices californianas. Lombrices Californianas y vermicomposteras para elaborar humus en casa. Obtenido 11, 2017, de <http://www.lombricescalifornianas.cl/lombrices-californianas.html>

12. (2014, 05). Diseño Centrado en el Usuario (DCU). NSU. Obtenido 11, 2017, de <http://www.nosolousabilidad.com/manual/3.htm>
13. Hernández, A. (2015, 10). Diseño Centrado en el Usuario (DCU). Culturavia Magazine. Obtenido 11, 2017, de <http://www.culturavia.com/blog/2015/10/31/el-diseno-entre-lo-funcional-y-lo-estetico/>
14. Anónimo. (2003). Cómo levantar y llevar cargas correctamente - 7º Parte . 01/04/2018, de Estructplan Sitio web: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=267>
15. Dr. Alan Hedge. (2000). REBA Employee Assessment Worksheet. 04/03/2018, de Ergonomics Plus Sitio web: <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA.pdf>

## **XIII. ANEXOS**

1. Brolo, L. (2017, 09). PROBLEMA-NECESIDAD.  
Youtube. Obtenido 11,2017, <https://www.youtube.com/watch?v=iA1Yh720HMs&t=102s>
2. Brolo, L. (2017, 09). VIDEO ENTREVISTAS.  
Youtube. Obtenido 11,2017, <https://www.youtube.com/watch?v=PFBRJvNG0ZQ&t=7s>

# MAX NEEF

## MATRIZ DE NECESIDADES Y SATISFACTORES

NECESIDADES SEGÚN CATEGORÍAS AXIOLÓGICAS	NECESIDADES SEGÚN CATEGORÍAS EXISTENCIALES			
	SER	TENER	HACER	ESTAR
<b>Subsistencia</b>	Salud física, salud mental, equilibrio, solidaridad, humor, adaptabilidad	Alimentación, abrigo, trabajo.	Alimentar, procrear, descansar, trabajar.	Entorno vital, entorno social.
<b>Proteccion</b>	Cuidado, autonomía, adaptabilidad, equilibrio, solidaridad.	Sistemas de seguros, ahorro, seguridad social, sistemas de salud, legislaciones, derechos, familia, trabajo.	Cooperar, prevenir, planificar, cuidar, curar, defender.	Contorno vital, contorno social, morada.
<b>Afecto</b>	Autoestima, solidaridad, respeto, tolerancia, generosidad, humor, receptividad, pasión, voluntad, sensualidad.	Amistades, parejas, familia, animales domésticos, plantas, jardines.	Hacer el amor, acariciar, expresar emociones, compartir, cuidar, cultivar, apreciar.	Privacidad, intimidad, hogar, espacios de encuentro.
<b>Entendimiento</b>	Conciencia crítica, receptividad, curiosidad, asombro, disciplina, intuición, racionalidad.	Literatura, maestros, método, políticas educacionales, políticas comunicacionales.	Investigar, estudiar, experimentar, educar, analizar, meditar, interpretar.	Ámbitos de interacción formativa, escuelas, universidades, academias, agrupaciones, comunidades, familias.

<b>Participación</b>	Adaptabilidad, receptividad, solidaridad, disposición, convicción, entrega, respeto, pasión, humor.	Derechos, responsabilidades, obligaciones, atribuciones, trabajo.	Afiliarse, cooperar, proponer, compartir, discrepar, acatar, dialogar, acordar, opinar.	Ámbitos de interacción participativa: cooperativas, asociaciones, iglesias, comunidades, vecindarios, familias.
<b>Ocio</b>	Curiosidad, receptividad, imaginación, despreocupación, humor, tranquilidad, sensualidad.	Juegos, espectáculos, fiestas, calma.	Divagar, abstraerse, soñar, añorar, fantasear, evocar, relajarse, divertirse, jugar.	Privacidad, intimidad, espacios de encuentro, tiempo libre, ambientes, paisajes.
<b>Creación</b>	Pasión, voluntad, intuición, imaginación, audacia, racionalidad, autonomía, inventiva, curiosidad.	Habilidades, destrezas, método, trabajo.	Trabajar, inventar, construir, idear, componer, diseñar, interpretar.	Ámbitos de producción y retroalimentación, talleres, ateneos, agrupaciones, audiencias, espacios de expresión, libertad temporal.
<b>Identidad</b>	Pertenencia, coherencia, diferencia, autoestima, asertividad.	Símbolos, lenguaje, hábitos, costumbres, grupos de referencia, sexualidad, valores, normas, roles, memoria histórica, trabajo.	Comprometerse, integrarse, confundirse, definirse, conocerse, reconocerse, actualizarse, crecer.	Socio-ritmos, entornos de la cotidianidad, ámbitos de pertenencia, etapas madurativas.
<b>Libertad</b>	Autonomía, autoestima, voluntad, pasión, asertividad, apertura, determinación, audacia, rebeldía, tolerancia.	Igualdad de derechos.	Discrepar, optar, diferenciarse, arriesgar, conocerse, asumirse, desobedecer, meditar.	Plasticidad espacio-temporal.

Figura 47  
 Max Neef  
 Fuente: Mgtr. Teresa Estrada

3.



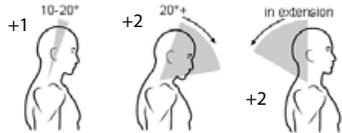
REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name:

Date:

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

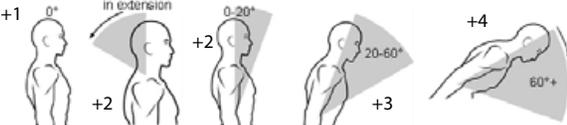


Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score  
**1**

Table A	Neck											
	1				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
Posture	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6
Score	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9

Step 2: Locate Trunk Position

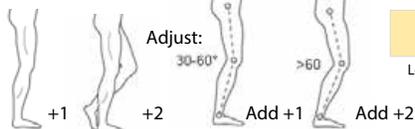


Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score  
**5**

Table B	Lower Arm						
	1			2			
Wrist	1	2	3	1	2	3	
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Step 3: Legs



Leg Score  
**1**

Score A	Table C											
	Score B											
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Step 4: Look up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above,  
Locate score in Table A

Posture Score A  
**5**

Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force / Load Score  
**0**

Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

Score A  
**5**

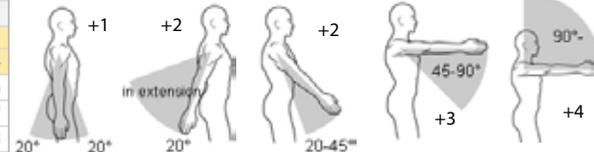
Scoring

1 = Negligible Risk  
2-3 = Low Risk. Change may be needed.  
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.  
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change  
11+ = Very High Risk. Implement Change

Table C Score **5** + Activity Score **9** = REBA Score **14**

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score  
**6**

Step 8: Locate Lower Arm Position



Lower Arm Score  
**2**

Step 9: Locate Wrist Position



Wrist Score  
**3**

Step 9a: Adjust...

If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B  
**9**

Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid rang power grip, good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible, poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part, Unacceptable: +3

Coupling Score  
**0**

Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B  
**9**

Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Figura 48  
REBA Employee Assessment Worksheet  
Fuente: <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA.pdf>

4.



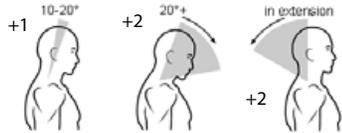
REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name:

Date:

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score

**1**

Step 2: Locate Trunk Position

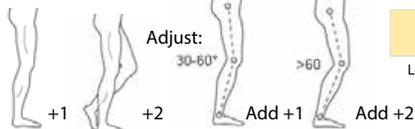


Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score

**2**

Step 3: Legs



Step 4: Look -up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1 -3 above,  
Locate score in Table A

Posture Score A

**2**

Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs. : +0  
If load 11 to 22 lbs. : +1  
If load > 22 lbs.: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force / Load Score

**1**

Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C .

Score A

**3**

Scoring

- 1 = Negligible Risk
- 2-3 = Low Risk. Change may be needed.
- 4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
- 8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
- 11+ = Very High Risk. Implement Change

Scores

Table A	Neck											
	1				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
Posture	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6
Score	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9

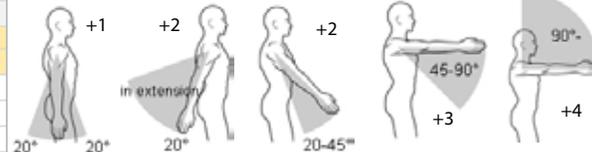
Table B	Lower Arm						
	1			2			
Wrist	1	2	3	1	2	3	
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9	

Score A	Table C											
	Score B											
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	11	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C Score **3** + Activity Score **4** = REBA Score **7**

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted :+1  
If arm is supported or person is leaning : -1

Upper Arm Score

**3**

Step 8: Locate Lower Arm Position



Lower Arm Score

**1**

Step 9: Locate Wrist Position



Wrist Score

**2**

Step 9a: Adjust...

If wrist is bent from midline or twisted : Add +1

Step 10: Look -up Posture Score in Table B

Using values from steps 7 -9 above, locate score in Table B

Posture Score B

**4**

Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid rang power grip, *good*: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, *fair*: +1  
Hand hold not acceptable but possible, *poor*: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part, *Unacceptable*: +3

Coupling Score

**0**

Step 12: Score B , Find Column in Table C

Add values from steps 10 &11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B

**4**

Step 13: Activity Score

- +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
- +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
- +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Figura 49  
REBA Employee Assessment Worksheet  
Fuente: <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA.pdf>

5.



**Poliuretano 1K**  
**Barniz para Pisos de Madera y Parquet**  
**GU-100**

Barniz de poliuretano monocomponente diseñado para la decoración y protección.

## ANTICORROSIVOS Y ACABADOS AYA, C.A.

---

### VENTAJAS

- 👉 Excelente en ambientes interiores
- 👉 Alto rendimiento
- 👉 Gran resistencia a la abrasión.
- 👉 Resistente a grasa, aceite y humedad
- 👉 Autonivelante
- 👉 Monocomponente

### ESPECIFICACIONES

Resina:	Poliuretano modificado
Acabado:	Brillante
Color:	Natural
Componentes:	1
Sólidos/Volumen:	36 ± 2%
E.P.S.:	1,5 - 2,0 mils
Rendimiento Teórico:	30 - 35 m <sup>2</sup> /gal
Aplicar sobre:	Madera, piedra, granito, concreto, dry wall o ladrillo
Preparación de Superficie:	SSPC-SP2 ó 3
Aplicación:	Pistola, brocha o rodillo
Secamiento:	
Tacto:	15 min
Repintado	4 - 5 h
Dilución:	Solvente Universal
Presentación:	1/4 gal, 1 gal
Vida útil en el envase:	1 año almacenado entre 4 y 38 °C a partir de la fecha de despacho

---

### USOS RECOMENDADOS

Posee una alta resistencia a la abrasión lo que lo hace ideal para aplicaciones sobre pisos de madera, parquet, salones de baile, pisos de gimnasios, etc.

### PROCEDIMIENTO DE APLICACION

- 👉 Al momento de aplicar el producto la superficie tiene que estar limpia, seca, libre de grasa, pintura suelta, aceite u otro contaminante.
- 👉 Limpie todo el equipo antes de usarse.
- 👉 Agite vigorosamente el producto.
- 👉 Para lograr un espesor de película apropiado, se deberán aplicar 3 ó 4 manos
- 👉 La primera mano se aplica diluida a fin de sellar la superficie de la madera.
- 👉 Lijar suvermente la superficie luego de haber transcurrido entre 4 y 5 horas y aplique la segunda mano.
- 👉 Aplicar la tercera mano de pintura antes de que se supere el tiempo de repintado del producto.
- 👉 Limpie todo el equipo inmediatamente después de ser usado.

Figura 50  
 Polímero  
 Fuente: <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA.pdf>