



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA HORIZONTAL PARA PROCESAR ESTERILLA DE CAÑA GUADUA (ANGUSTIFOLIA KUNTH), EN EL CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS AÑO 2014.

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

EDER IGNACIO LOZANO GRANDA

**DIRECTOR:**

ING. MSC. GABRIEL PICO SALTOS

**QUEVEDO - ECUADOR**

**2015**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **LOZANO GRANDA EDER IGNACIO** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. \_\_\_\_\_

**LOZANO GRANDA EDER IGNACIO**

## CERTIFICACIÓN

El suscrito, **ING. MSc. GABRIEL PICO SALTOS**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **LOZANO GRANDA EDER IGNACIO**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de **INGENIERIA INDUSTRIAL** de grado titulada “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA HORIZONTAL PARA PROCESAR ESTERILLA DE CAÑA GUADUA (ANGUSTIFOLIA KUNTH), EN EL CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS AÑO 2014.”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

f. \_\_\_\_\_

**ING. MSc. GABRIEL PICO SALTOS**

## **TRIBUNAL DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA.**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

Presentado al Honorable Consejo directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**Aprobado por:**

---

**ING. PATRICIO ALCOCER QUINTEROS**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

**ING. LEONARDO BAQUE MITE**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE**  
**TESIS**

---

**ING. ROBERT MOREIRA MACIAS**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE**  
**TESIS**

**QUEVEDO - ECUADOR**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más cordial agradecimiento a Dios, porque a pesar de todos mis errores, siempre me dio una nueva oportunidad en mi vida, inmensamente agradecido con mis padres y hermanos, que con todo su cariño han sido las personas que hicieron todo en la vida para que hoy este aquí y pueda lograr mis sueños gracias a su apoyo leal y su amor. Agradezco la paciencia y comprensión, que me brindaste; tomaste la dura decisión de sacrificar tu tiempo para que yo pueda cumplir mi meta propuesta, gracias por estar siempre conmigo mi amada esposa y gracias a todas aquellas personas que siempre estuvieron compartiendo sus conocimientos y experiencias de la vida.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios, familia y amigos por que han sido la fortaleza para continuar luchando por cumplir una meta más en mi vida, sus consejos, apoyo y sabiduría transmitida en el desarrollo de mi formación profesional y como persona, han hecho de mí una persona humilde.

# INDICE

## **CAPÍTULO I**

<b>MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción .....	2
1.1.1. Problematización .....	4
1.1.2. Planteamiento del Problema.....	4
1.1.3. Formulación del Problema .....	4
1.1.2. Justificación .....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1.    Objetivo general.....	6
1.2.2.    Objetivos específicos .....	6
1.3. Hipótesis .....	7
1.5.1. VARIABLES.....	7

## **CAPÍTULO II**

<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Fundamentación Teórica .....	9
2.1.1. Producción .....	9
2.1.2. Productividad .....	9
2.1.2.1. Productividad de la mano de obra .....	10
2.1.3. Optimización de procesos.....	10
2.1.4. Mejora Continua.....	10
2.1.5. Calidad.....	10
2.1.7.    Ergonomía .....	11
2.1.8.    Industrialización .....	11
2.1.9.    Simplificación del trabajo .....	11
2.1.10.    Eficiencia.....	12

2.1.11.	Eficacia .....	12
2.1.13.	Semi-Automatización .....	12
2.1.14.	Crecimiento y Desarrollo de la Caña Guadua.....	12
2.1.15.	Caña Madura Hecha guadua.....	13
2.1.16.	Uso Arquitectónico de la Caña Guadua.....	13
2.1.17.	Esterillas de caña y preservado de la caña.....	13
2.1.18.	Proceso de elaboración de esterillas de caña guadua de forma manual .....	13
2.1.19.	Selección de la caña guadua .....	14
2.1.19.1.	Picado de caña.....	14
2.1.19.2.	Apertura de la caña .....	14
1.1.19.3.	Denudado .....	15
1.1.19.4.	Resistencia de la caña guadua al corte .....	16
2.1.20.	AutoCAD.....	16
2.1.21.	Diseño.....	16
2.1.22.	Máquina .....	16
2.1.23.	Costo de producción .....	17
2.1.24.	Gasto .....	17
2.1.25.	Inversión .....	17

### **CAPÍTULO III**

<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>18</b>
3.1. Localización y tiempo estimado .....	<b>19</b>
3.1.1. Materiales y métodos.....	19
3.1.3. Métodos y Técnicas a Utilizar .....	<b>20</b>
3.2. Tipo de Investigación .....	<b>21</b>
3.2.1. De campo.....	21
3.3. Diseño de Investigación .....	<b>21</b>
3.4. Población y Muestra .....	<b>22</b>

3.4.1. Población .....	22
3.4.2. Muestra .....	22
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>23</b>
4.1. Resultados .....	24
4.1.1. Encuestas y entrevistas realizadas durante la investigación. ....	24
4.1.2. Diagnóstico para determinar el tipo de maduración y tamaño de hacha.....	31
4.1.3. Diseño realizado en el Software AutoCAD.....	35
4.1.4. Diagrama de proceso de la construcción de la MHPECG.....	41
4.1.5. Estudio económico.....	44
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 52</b>	
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
6.1. Bibliografía .....	56
<b>CAPÍTULO VII</b>	
<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>
Anexo 1. Entrevista a los propietarios de los locales de caña.....	58
Anexo 2. Encuesta realizada a los trabajadores. ....	59
Anexo 3. Fotografías de encuestas y entrevistas.....	61
Anexo 4. Fotografías de construcción de la MHPECG.....	64
Anexo 6. . . . .	73

## Índice de figuras

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Corte en forma artesanal.....	14
2. Posición rígida del cuerpo trabajador.....	14
3. Proceso de apertura de caña.....	15
4. Apertura final de caña.....	15
5. Denuado de la esterilla.....	15
6. Denuado de la esterilla para dar acabado.....	15
7. Sección 1.....	35
8. Medidas de la estructura de la sección 1.....	36
9. Controles de mando.....	36
10. Rodillos diagonales de soporte de la caña y abrazaderas.....	36
11. Motor y cono que proporciona el avance de la caña.....	36
12. Cilindros para realizar los cortes longitudinales en la caña.....	37
13. Sección 2 con sus respectivas medidas en cm.....	37
14 Cuchilla .....	37
15. Separador.....	38
16. Sección 3.....	38
17 .Sección tres con sus respectivas medidas.....	38
18 Rodillos - cepilladores .....	39
19. Máquina horizontal procesadora de esterilla de caña guadua Diseño Final.....	40
20. Don José, Sr. Dedicado a la venta de caña Guadúa. ....	61
21. El negocio de Don José, él está dedicado a la venta de caña pero por el momento de la entrevista se encontraba sin stock de materia prima (caña). ....	61
22. El área de Trabajo de don José. ....	62
23. Entrevista a don Cesar dueño de local en San Camilo y productor de esterillas de caña guadúa.....	62
24. Encuesta a trabajadores de Don Cesar.....	63

25. Realizando los cortes biselados a 45 °.....	64
26. Uso de la escuadra para evitar imperfecciones en la estructura.....	64
27. Marcos listos para proceder a las uniones soldadas. ....	65
28. Electrodo 6011 fueron los utilizados para las uniones soldadas.....	65
29. Plancha de toll para cubiertas de sección dos, separador y sección 3.....	66
30. Cortando la cubierta de la sección dos.....	66
31. Soldando la estructura de la sección dos.....	67
32. Soldando el cono que tendrá la función de separador de la caña.....	67
33. Soldadura de soportes para abrazaderas y rodillos.....	68
34. Sección tres mesa donde saldrá la esterilla de caña.....	68
35. Sección uno de la MHPECG. ....	69
36. Sección uno de la MHPECG. ....	69
37. Sección dos de la MHPECG. ....	70
38. Sección dos de la MHPECG. ....	70
39. Sección tres de la MHPECG. . ....	71
40. Sección tres de la MHPECG. ....	71
41. Máquina Horizontal Procesadora de Esterillas de Caña Guadua (MHPECG).....	72

## Índice de cuadros

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Trabajo de picar la caña en tiempo constante.....	24
2. Periodo de producción de esterillas de caña guadúa.....	25
3. Efectividad del área de trabajo.....	26
4. Uso de la herramienta adecuada de trabajo.....	27
5. Importancia de la invención de la MHPECG.....	28
6. Nivel de desempeño diario.....	29
7. Entrevistas a los Srs. productores de esterillas de caña.....	30
7. Diagrama de proceso de construcción de la máquina horizontal para procesar esterillas de caña guadúa.....	41
8 Materiales de la MHPECG.....	42
9 Equipos y herramientas requeridas para la construcción.....	43
10 Materiales de la máquina con sus respectivos valores.....	44
11 Materiales Eléctricos.....	45
12 Movilización durante el proceso de investigación.....	45
13 Pago a terceros (mano de obra indirecta).....	46
14 Gastos generales.....	46
15 Inversión.....	46
16 Pago a ayudantes para construcción de máquina.....	47
17 Equipos de protección personal.....	47
18 Depreciación por año.....	48
19 Amortización.....	48
20 Costos operativos del primer año.....	49
21 Ingresos anuales estimados.....	49
22 Utilidad neta primer año.....	50
23. VAN Y TIR del proyecto. ....	50

## Índice de Gráficos

<b>Gráficos</b>	<b>Página</b>
1.....	24
2.....	25
3.....	26
4.....	27

## Resumen

El desarrollo de la presente investigación, constituye el diseño y construcción de una máquina que facilitará el proceso de la elaboración de esterilla de caña, con la finalidad de optimizar recursos y orientado a la elaboración de planchas para construcciones de viviendas de “caña”.

Con el propósito de diagnosticar la situación actual de la producción de esterillas de caña guadua en años anteriores con relación al año actual ha traído consigo accidentes, pues en base a la observación se logra determinar que se han suscitado esta clase de “incidentes” dentro de la hora de realizar los trabajos ya que su elaboración ha sido siempre de manera artesanal, los trabajadores a pesar de esto realizan sus trabajos, por concepto de ese resultado desempeñan un trabajo de poca producción.

Como resultado de esa evaluación se interpreta acerca de la producción de dichas labores que no favorecen en un desarrollo relativo, medio-alto y con menor cantidad de fabricación, se toma la iniciativa de la construcción de la antes mencionada máquina semiautomática lo cual les permitirá ampliar sus oportunidades y capacidades para poder producir más en un mínimo de tiempo.

La máquina horizontal para procesar esterillas de caña guadua tiene una capacidad de producir 8 esterillas por hora.

## Summary

The development of this research is the design and construction of a machine to facilitate the process of developing chopped cane , in order to optimize resources and oriented platemaking for - living constructions of " cane " .

In order to verify the current status of the reed plate production in previous years in relation to the current year has resulted in accidents , as based on the observation is able to determine which were raised this kind of " tragedies " inside when performing the work since its development has always been the traditional way, workers despite this they perform their jobs , on account of that result play a little production work .

As a result of this evaluation is interpreted on the production of those tasks that do not favor a , on medium-high development and manufacturing with less , take the initiative to build the aforementioned machine semiautomatic which they allows to expand their opportunities and capabilities to produce more in a minimum of time.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Introducción

El uso de maquinarias industriales y comerciales junto con los sistemas de diseño asistidos por computadora (CAD), eléctricos y electrónicos son la última tendencia.

La máquina horizontal para procesar esterillas (caña picada) de caña guadua (MHPECG), funcionará con varios motores, cuchillas, cilindros, entre otros, los cuales serán operados de forma eléctrica, electrónica y manualmente, de acuerdo a la función a realizar con las respectivas medidas de seguridad, el cual tendrá un rendimiento aproximado de producción de 8 esterillas por hora.

La construcción de máquinas industriales ha permitido el desarrollo de las pequeñas y grandes industrias a nivel local e internacional. Una máquina posee las siguientes ventajas dentro de una empresa, disminuir el esfuerzo físico del hombre, mejorar el nivel de producción, reducir los costos operacionales, optimizar los recursos, ofrecer una mejor calidad en el producto, entre otros, todas estas capacidades de una máquina son las que permiten el mejoramiento continuo, dentro de una organización.

Al plasmar el diseño de la máquina horizontal para procesar esterillas de caña guadua se pretende que, con la utilización de este equipo sea de gran ayuda para las personas dedicadas a la elaboración de esterillas de caña, permitiendo reducir el esfuerzo físico del hombre y aprovechar más sus recursos, se estima que el funcionamiento será de la siguiente manera:

La caña se ubicada horizontalmente en la base “mesa”, donde una cuchilla accionada por dos cilindros neumáticos realizará los cortes necesarios, mediante varios avances sobre un riel. Luego de estar completamente picada la caña, será impulsada por el operador y una cuchilla en posición vertical empezará a cortar la caña; posteriormente, el siguiente proceso será pasar la caña por el separador

similar a un rompe olas de los barcos, y el proceso final será el cepillado de la esterilla de caña.

La caña guadua, es reconocida especialmente por su resistencia, motivo por el cual es utilizada sobre todo arquitectónicamente, gracias a sus propiedades físicas-mecánicas como: tracción, compresión, resistencia al corte y flexión; considerando que una de las aplicaciones de la caña guadua en la ciudad de Quevedo, es la elaboración de esterillas de caña, específicamente para la construcción de cercos para patios, paneles para casas, tumbados, entre otros.

Es recomendable producir las esterillas de caña guadua cuando la caña tiene un color de maduración verde y su diámetro este comprendido entre; 10 a 12 centímetros.

Para construir la máquina horizontal que procesará esterillas de caña guadua (MHPECG), se basará en un diseño que se elaborará en el software AutoCAD, que permitirá obtener una visión real de cómo quedará el equipo.

### **1.1.1. Problematización**

Actualmente el proceso de elaboración de esterillas de caña guadua requiere de una serie de pasos los cuales encierran una variedad de problemas que se detallan de la siguiente manera:

1. La producción de esterillas de caña guadua es realizada manualmente, lo cual causa un efecto de agotamiento físico excesivo en el individuo.
2. La inexistencia de una máquina procesadora de esterillas de caña guadua, afecta considerablemente la producción.

### **1.1.2. Planteamiento del Problema**

En lo que respecta a la producción de materia prima para construcciones que utilicen esterilla de caña guadua, no existe una máquina semiautomática para obtenerla, y ocasiona inconvenientes y bajos beneficios para las personas dedicadas a la producción de este producto.

### **1.1.3. Formulación Del Problema**

En Quevedo, Provincia de Los Ríos, la obtención de esterillas de caña guadua se realiza de forma manual, no permite un mejor desarrollo de esta actividad productiva. Surge la necesidad de la existencia de una máquina procesadora para obtener esta importante materia prima que tiene múltiples aplicaciones.

### **1.1.2. Justificación**

La investigación y trabajo se realizará en los sectores de la ciudad de Quevedo Provincia de Los Ríos, donde se visualiza el uso de la caña guadua y la elaboración de esterilla de forma manual, donde surge la idea de la construcción de una máquina procesadora de esterillas de caña guadua.

La inexistencia de maquinarias industriales que procesen esterillas de caña guadua, hace que surja la necesidad para la elaboración del diseño y construcción de la máquina procesadora de esterilla de caña guadua, teniendo como objetivo fundamental reducir el esfuerzo físico del hombre y mejorar el rendimiento en tiempo y en producción. Aportando a la seguridad principalmente del individuo ya que disminuye, el riesgo de incidentes y de accidentes.

La máquina horizontal para procesar esta materia prima, servirá para mejorar los desempeños y organizar la producción, aprovechando convenientemente fortalezas, capacidades, destrezas, satisfaciendo necesidades, para poder así mejorar el crecimiento de las 2 empresas dedicadas a esta actividad, con aprovechamiento de las utilidades tanto para productores, como para los trabajadores, sumándole la importancia de una visión de industrialización, contribuyendo de esta manera al cambio de la matriz productiva.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Construir una máquina procesadora de esterillas de caña guadua que permitirá optimizar los recursos y mejorar la producción en el cantón Quevedo.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

1. Diagnosticar el procesamiento de esterillas de caña guadua, para determinar la producción actual en el Cantón Quevedo.
2. Evaluar el estado de maduración de la caña en el proceso de obtención de esterilla (seca, semi-verde y verde).
3. Evaluar dos tipos de cuchilla de corte, (10 y 15 cm) que se deberá utilizar para realizar los cortes en la caña guadua.
4. Diseñar la máquina para el proceso de elaboración de esterillas de caña guadua mediante el software AutoCAD en 3D, para un funcionamiento semiautomático de fácil manejo.
5. Establecer el estudio económico para determinar la factibilidad productiva de la máquina procesadora de esterillas de caña guadua.

### **1.3. Hipótesis**

H<sub>0</sub>: ¿La máquina horizontal para procesar y producir esterillas de caña guadua tendrá un bajo rendimiento con relación a la elaboración actual?

H<sub>a</sub>: ¿La máquina horizontal para procesar y producir esterillas de caña guadua satisficará la demanda actual requerida?

#### **1.5.1. VARIABLES**

##### **1.5.1.1. Dependiente**

Y: La máquina horizontal para procesar y producir esterillas.

##### **1.5.1.2. Independiente**

X<sub>1</sub>: Tendrá un bajo rendimiento con relación a la elaboración actual.

X<sub>2</sub>: Satisficará la demanda actual requerida.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Fundamentación Teórica

Cuando se usa el término innovación, se interpreta muchas veces la aceptación de un plan, ya sea escrito, físico, entre otros, una visión proyectada frecuentemente hacia la superación de una ciudad siempre es de gran aceptación por parte de la sociedad.

En la ciudad de Quevedo, existe una variedad de talleres de madera, pero son pocos los que se dedican a trabajar con la caña guadua, ya que requiere de un trabajo complejo, motivo por el cual muchas personas no se dedican al proceso de la caña.

Los paneles de esterilla o paredes hechas de caña guadua picada requieren de varios procesos, el motivo de la innovación de la máquina horizontal para procesar esterillas de caña guadua, es que se reduzca el esfuerzo físico del hombre que vaya a realizar esta acción de picar la caña, sea en la ciudad de Quevedo, o en las distintas ciudades del país.

### 2.1.1. Producción

**(Cristobal, 2007).** Se debe tener en cuenta que, producción es diferente de productividad.

### 2.1.2. Productividad

**(Cristobal, 2007).** En 1883, Larousse la define como “facultad de producir”, según ese concepto productividad se puede definir como una actitud que busca el mejoramiento continuo de todo según su capacidad instalada.

La productividad va de la mano con la mejora continua; que es hacer lo mejor con lo necesario, es decir, producir más con el mínimo de recursos.

#### **2.1.2.1. Productividad de la mano de obra**

**(Niebel, 2009).** Es el rendimiento que ofrece un colaborador por hora de trabajo para ser recíproco con la producción.

#### **2.1.3. Optimización de procesos**

Significa mejorar o asignar todos los recursos que intervienen en ellos, de la manera más excelente posible, la optimización se orienta hacia dos metas fundamentales que son:

1. Maximizar ganancias
2. Minimizar costos

#### **2.1.4. Mejora Continua**

**(Cristobal, 2007).** Se basa en alcanzar los objetivos propuestos para maximizar sus ganancias y mejorar su rendimiento mediante la innovación.

#### **2.1.5. Calidad**

**(Cristobal, 2007).** Este concepto está muy ligado con el término productividad, ya que para alcanzar la calidad de un producto es necesario que todos conozcan las actividades de la organización.

Según Deming (1989) “la calidad es un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, adecuado a las necesidades del mercado”.

El Círculo de Calidad se transforma en un proceso de mejora continua, ya que se analiza cada parte del mismo, para observar cuál es la problemática; esto ayuda a conocerlo mejor, evitando futuros errores, y una vez que se logren los objetivos, entrar en un proceso de retroalimentación.

### **2.1.7. Ergonomía**

**(Cristobal, 2007).** Es el factor primordial en un ambiente laboral, ya que un buen desempeño depende de una altura, postura, entre otros factores corporales para sentir la comodidad necesaria, la ergonomía se la conoce también como el estudio del cuerpo humano, que en base a ese estudio se puede determinar las características que tendrá un equipo o máquina para que exista la relación hombre-máquina.

### **2.1.8. Industrialización**

Es el procedimiento que se le aplica no solo a un producto sino también a una actividad económica. Gracias a la industrialización las empresas pueden lograr hoy en día cumplir los objetivos que se planteen dentro de un proceso.

### **2.1.9. Simplificación del trabajo**

La simplificación del trabajo es un método sistemático<sup>1</sup> para la aplicación organizada del sentido común con el objeto de identificar y analizar los problemas del trabajo, desarrolla mejores métodos con mayor factibilidad para hacer las cosas y establecer las modificaciones resultantes.

Por medio del estudio de movimientos se puede analizar cualquier trabajo buscando como resultado su simplificación.

---

<sup>1</sup> Que sigue o se ajusta a un sistema o conjunto de elementos ordenados.

#### **2.1.9.1. Sus características son:**

- 1) El uso de una metodología para desarrollar las innovaciones.
- 2) El empleo sistemático de la actitud analítica.
- 3) El estímulo del sentido común y del ingenio creador.

#### **2.1.10. Eficiencia**

Se habla de eficiencia una vez que se han alcanzado los objetivos propuestos dentro de una empresa, se aprovecha los recursos utilizados en la misma.

#### **2.1.11. Eficacia**

La capacidad de la MHPECG tendrá un mayor rendimiento, ya que gracias a su nivel de productividad se logrará alcanzar las metas propuestas para la producción requerida por el mercado.

#### **2.1.13. Semi-Automatización**

**(Schneider Electric España, 2013).** Existen sistemas de control que deben ser accionados manualmente, sin embargo reduce su esfuerzo físico.

#### **2.1.14. Crecimiento y Desarrollo de la Caña Guadua**

**(Fernando, 2005).** “El establecimiento y desarrollo de una planta Guadua obedece a la germinación de su semilla (sexual) o la propagación utilizando algunas partes de la planta (asexual)”.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> TESIS:

Fertilización de Guadua Angustifolia Kunth, durante la primera fase de desarrollo en el Recinto “Pice” de la parroquia “El Vergel”, Cantón Valencia.

Autor: Fernando Javier Macias Tachong. Año 2005. Página 5.

### **2.1.15. Caña Madura Hecha guadua**

**(Fernando, 2005).** “Una guadua madura presenta manchas blanquecinas en forma de plaquetas, las que cubren gran parte del culmo. En los nudos se presentan líquenes oscuros y la guadua progresivamente cambia a un color verde oscuro. Esta fase dura entre 2 y 4 años y es la época adecuada para su aprovechamiento, porque tiene su máxima resistencia.”<sup>3</sup>

### **2.1.16. Uso Arquitectónico de la Caña Guadua.**

**(<http://lac.inbar.int/>).** El uso de la caña guadua en construcciones arquitectónicas, se lo aplica por la resistencia que ofrece la caña y la facilidad para la elaboración de paneles utilizados en paredes de edificaciones vivas.

### **2.1.17. Esterillas de caña y preservado de la caña**

**(<http://lac.inbar.int/>).** Las esterillas de caña son utilizadas con fines productivos, pero así mismo tienden a deteriorarse; sin embargo, técnicas de preservado tanto naturales como químicas prolongan la vida de la caña entre 20 a 30 años.

### **2.1.18. Proceso de elaboración de esterillas de caña guadua de forma manual**

La elaboración o la producción de esterillas de caña guadua requieren de 4 pasos indispensables en una forma artesanal o manual, los cuales se detallan a continuación:

---

<sup>3</sup> TESIS:

Fertilización de Guadua Angustifolia Kunth, durante la primera fase de desarrollo en el Recinto “Pice” de la parroquia “El Vergel”, Cantón Valencia.

Autor: Fernando Javier Macias Tachong. Año 2005. Página 13

### **2.1.19. Selección de la caña guadua**

Consiste en seleccionar la caña guadua para determinar su diámetro y por tanto el ancho que se desee en la esterilla.

#### **2.1.19.1. Picado de caña**

El proceso de producción de la esterilla comienza realizando los cortes con un hacha en un tiempo estimado de 5 minutos, como se muestra en las figuras 1 y 2.

**Figura 1.** Corte en forma artesanal.



**Figura 2.** Posición rígida del cuerpo trabajador.



#### **2.1.19.2. Apertura de la caña**

A continuación es la apertura de la esterilla, se lo realiza con un machete o la misma hacha utilizada de la siguiente forma: se introduce el filo de cualquiera de las 2 herramientas de trabajo en uno de los cortes realizados en el proceso de picado, luego se desplaza la herramienta hasta el final de la caña y se la abre, tal como se muestra en las figuras 3 y 4.

**Figura 3.** Proceso de apertura de



**Figura 4.** Apertura final de caña.  
caña.



### 1.1.19.3. Denuddado

Es el último paso de la producción de esterillas de caña guadua, utilizando generalmente el machete, se procede a sacar los nudos internos de la caña para darle una acabado liso, como se muestra en las figuras 5 y 6.

**Figura 5.** Denuddado de la esterilla.



**Figura 6.** Denuddado de la esterilla para dar acabado.



#### **1.1.19.4. Resistencia de la caña guadua al corte**

**(Rodríguez J. A., 2007).** Basado en el estudio realizado por los ingenieros civiles JORGE COBOS y XAVIER LEÓN en su tema de tesis titulado “PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH Y APLICACIÓN AL DISEÑO DE BATERIAS SANITARIAS DEL IASA II”, al realizar los ensayos en el laboratorio de resistencia de materiales de la Escuela Politécnica del Litoral utilizando una probeta de caña guadua se obtuvo un resultado de que la caña tiene una resistencia al corte de 5.46 Mpa (mega pascales), lo que convertido en  $\text{kgf/m}^2$  equivale a 556765.052 y 756 en psi.

#### **2.1.20. AutoCAD**

**(AUTODESK, s.f.).** El software proporcionado por autodesk, AutoCAD, es un sistema que permite crear diseños detallados con las excelentes herramientas que ofrece, permitiendo la realización de dibujos en 3D, lo cual permite tener una visión real de la máquina.

#### **2.1.21. Diseño**

**(Blanco R. 2009).** Es la capacidad que tiene el ser humano para imaginar y gracias a ese ingenio poder solucionar problemas.

#### **2.1.22. Máquina**

Es un conjunto de elementos o mecanismos articulados, bien sean fijos o móviles, las máquinas permiten realizado una serie de trabajos de una manera más eficiente y eficaz permite así reducir el esfuerzo realizado por el hombre en la producción de cada trabajo.

### **2.1.23. Costo de producción**

**(Chase, 2009).** Este costo incluye los costos fijos y variables que interactúan en la fabricación del cualquier tipo de producto en un periodo determinado.

### **2.1.24. Gasto**

Es todo aquel movimiento monetario que se lo lleva a cabo antes de adquirir los medios necesarios en la realización de sus actividades de producción de bienes o servicios, ya sean públicos o privados

### **2.1.25. Inversión**

**(Pérez Jorge, 2003).** Es el empleo de dinero o de un capital, particularmente en empresas de larga duración, en propiedad, en edificios o maquinaria, entre otros. También se la puede definir como el incremento de los bienes de capital en un sistema económico que se constituye con la parte de la renta no destinada al consumo directo y gastado en la adquisición de los bienes de capital que se obtienen con los factores productivos.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Localización y tiempo estimado**

Este proyecto se realizará en la ciudad de Quevedo, ubicada en la provincia central de Los Ríos, en la República del Ecuador, ciudad no solo conocida por su abundante producción agrícola, sino también, por la explotación de la caña guadua y sus derivados.

El tiempo estimado que durará esta investigación será de 8 meses.

#### **3.1.1. Materiales y métodos**

##### **3.1.1.1. Recursos Humanos**

- ✓ Autor: Eder Ignacio Lozano Granda
- ✓ Ayudante Técnico: Sr Ricardo Lozano Rodríguez
- ✓ Director de Tesis: Ing. MsC. Gabriel Pico Saltos
- ✓ Dueños de los Locales de Caña Guadua

##### **3.1.1.2. Equipo de oficina.**

- ✓ Computador
- ✓ Impresora
- ✓ Pendrive
- ✓ Cámara fotográfica

##### **3.1.1.3. Materiales de oficina.**

- ✓ Papel Boom
- ✓ Esferos
- ✓ Lápiz

### **3.1.3. Métodos y Técnicas a Utilizar**

#### **3.1.3.1. Métodos de investigación:**

Siendo una investigación de carácter económico social, enfocado en el área de la producción, se considerará que a través del desarrollo de este trabajo y el análisis crítico se podrá reconocer el origen causante del problema, lo cual permitirá tener una visión más amplia del tema.

#### **3.1.3.2. Método de observación.**

Se utilizará el método de observación para deducir, obtener conclusiones, problemas, y dar soluciones a la situación actual que rodea el problema.

#### **3.1.3.3. Método Inductivo.**

Tomando como paso primordial la elaboración de entrevistas con las cuales se procederá al registro de la información de los hechos más importantes acontecidos y observados, desde donde se hará el análisis, para establecer ideas claras e identificar los resultados positivos por medio de una clasificación de los datos obtenidos y procesados.

#### **3.1.3.4. Método Deductivo.**

Se describirán los resultados en forma desglosada, explicando las situaciones que determinarán los resultados en cumplimiento de los objetivos y las hipótesis planteadas.

#### **3.1.3.5. Método Analítico.**

Mediante el análisis se denotarán las ideas claras de los problemas con los que cuentan las personas que realizan la labor de producir esterillas de caña, y se

llegarán a los resultados que permitirán el diseño y construcción de la máquina, solucionar el problema principal de las personas dedicadas a esta actividad.

## **3.2. Tipo de Investigación**

### **3.2.1. De campo.**

Se utilizará este tipo de investigación para recopilar los datos necesarios que permita obtener una idea clara de las condiciones de la producción actual de esterillas de caña.

#### **3.2.1.1. Investigación descriptiva.**

Se utilizará este tipo de investigación para determinando las características principales de la elaboración de esterillas de caña, se facilitará el diseño para la construcción de la máquina más adecuada.

## **3.3. Diseño de Investigación**

Se utilizará diseño experimental en la investigación para determinar el tipo de maduración de la caña y tamaño del hacha basándose en un modelo de A x B para conocer cuál es el mejor proceso a utilizar en la elaboración de esterillas de caña.

## **3.4. Población y Muestra**

### **3.4.1. Población**

Para esta investigación se utilizará una población finita de 2 propietarios y 5 de sus trabajadores.

La población es:

- ✓ Dueño del local: 2
- ✓ Trabajadores: 5

### **3.4.2. Muestra**

Como muestra se tomará en cuenta el número total de la población ya que es muy pequeña, lo que implica que serán aplicadas las entrevistas y encuestas a toda la población en general que da un total de 7.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Encuestas realizadas durante la investigación.

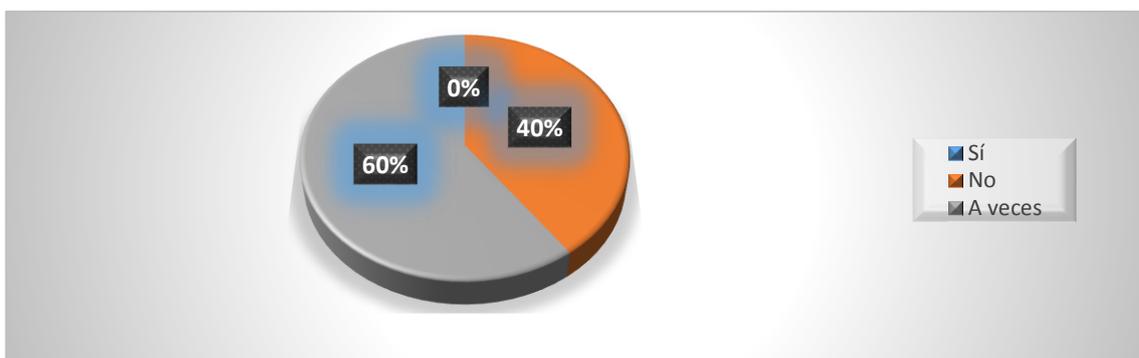
Para obtener un diagnóstico del procesamiento actual de esterillas de caña se aplicó una encuesta ver (anexo 2) los resultados se presentan a continuación:

**Pregunta 1. ¿El trabajo que realiza, de picar la caña lo ejecuta siempre en un tiempo constante?**

**Cuadro 1.** Trabajo de picar la caña en tiempo constante.

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
Sí	0	0
No	2	40
A veces	3	60
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

**Gráfico 1.**



**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

### Análisis

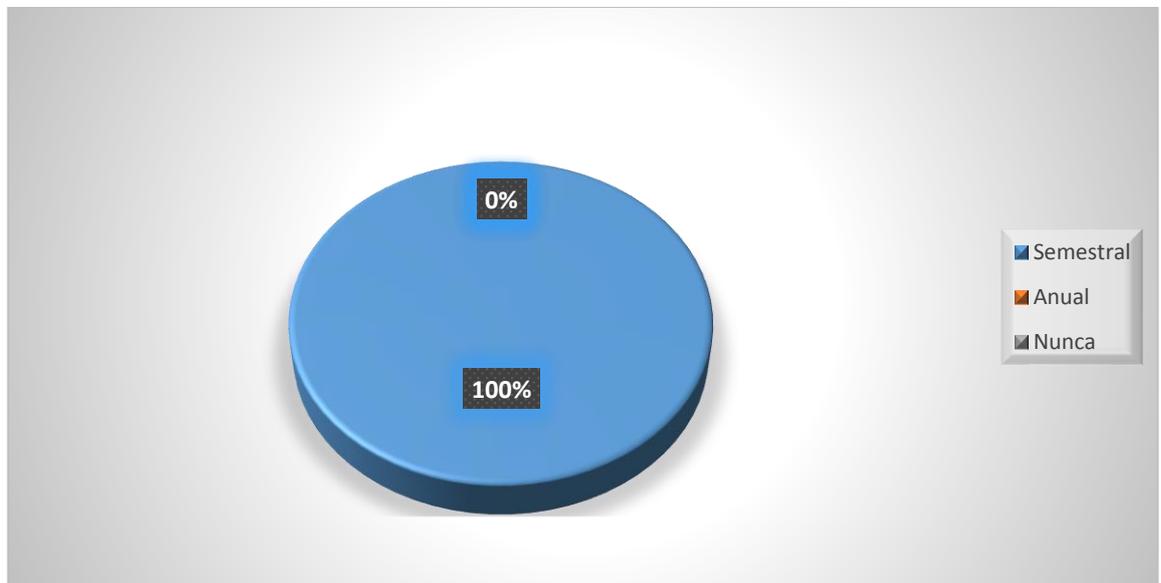
Según los datos obtenidos en la encuestas se logró determinar que el 60 % de los trabajadores a veces realizan el trabajo de picar la caña de manera constante.

## Pregunta 2. ¿Cada qué tiempo produce esterillas de caña guadúa?

**Cuadro 2.** Periodo de producción de esterillas de caña guadúa.

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
Semestral	5	100
Anual	0	0
Nunca	0	0
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

**Gráfico 2.**



**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

### **Análisis**

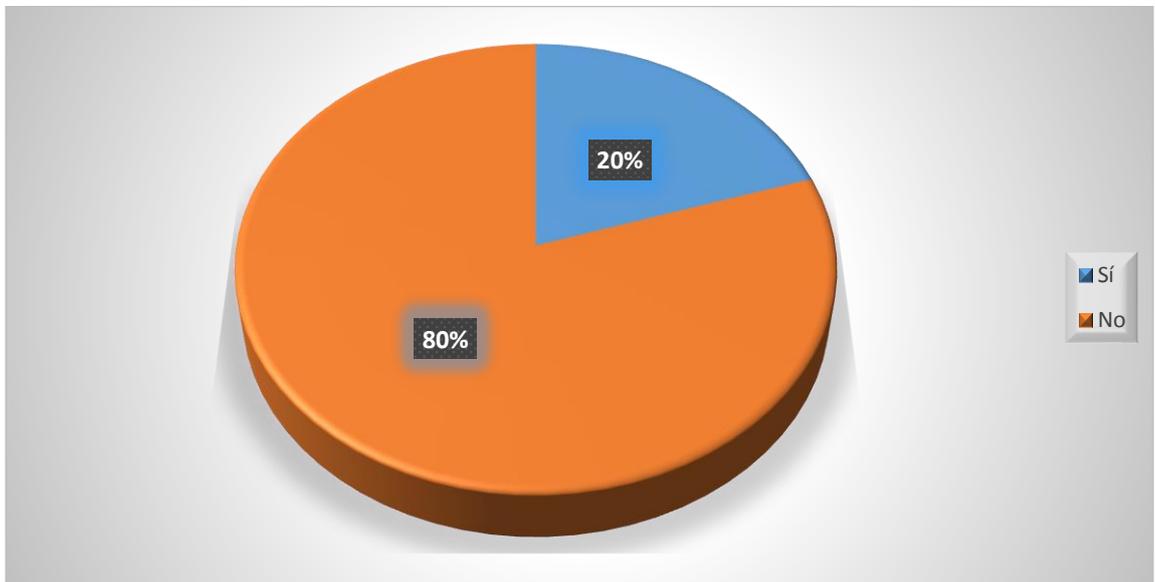
Según este resultado muestra que el 100 % de los trabajadores producen semestralmente esterillas de caña guadúa.

**Pregunta 3. ¿El área de su trabajo es adecuada para que su productividad sea más eficiente y eficaz?**

**Cuadro 3.** Efectividad del área de trabajo.

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
Sí	1	20
No	4	80
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

**Gráfico 3.**



**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

### **Análisis**

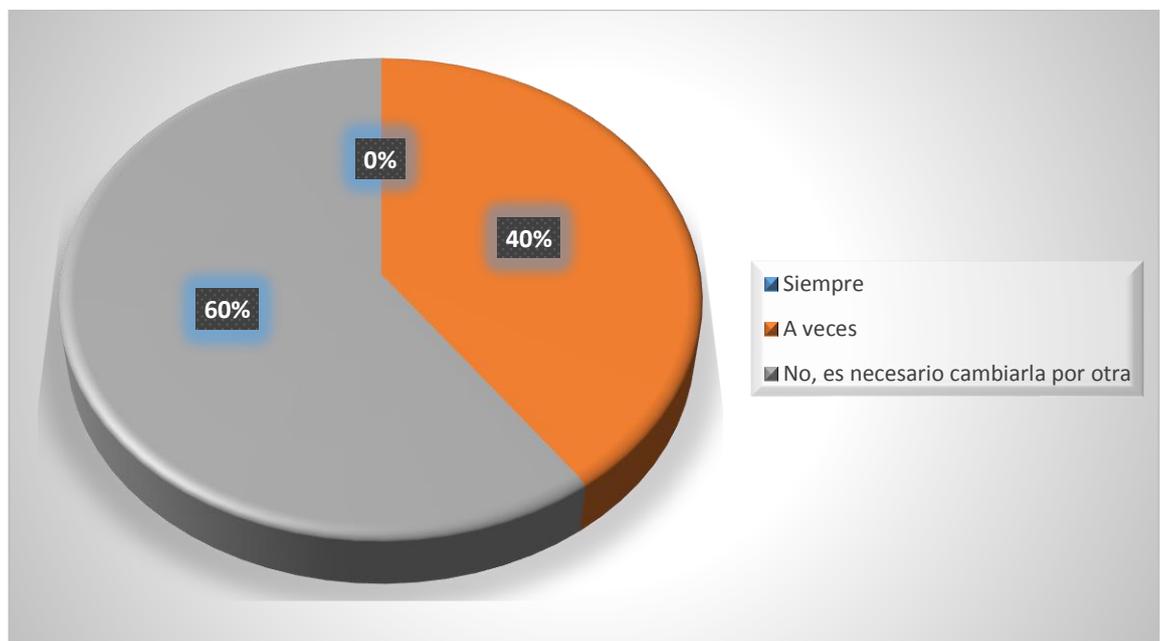
El 80 % de los trabajadores dicen que el área donde desempeñan su trabajo no es adecuada.

**Pregunta 4. ¿La herramienta de trabajo que usa es la adecuada para realizar los cortes y limpieza de la esterilla?**

**Cuadro 4.** Uso de la herramienta adecuada de trabajo.

<b>Criterio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Siempre</b>	0	0
<b>A veces</b>	2	40
<b>No, es necesario cambiarla por otra</b>	3	60
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

**Gráfico 4.**



**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

### **Análisis**

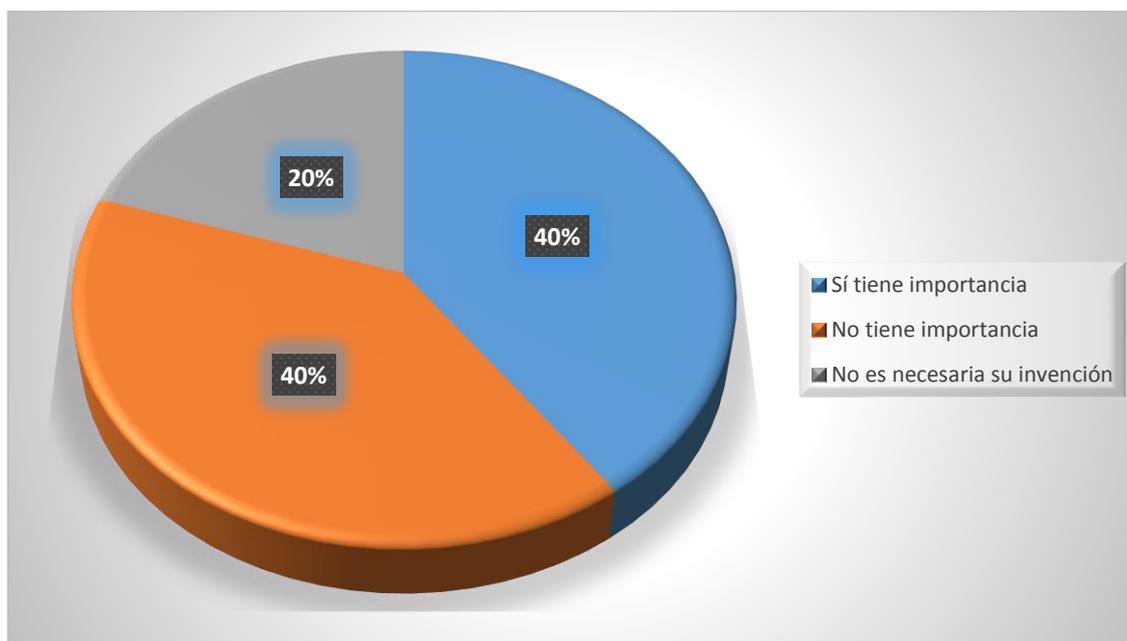
De los trabajadores encuestados el 60 % de ellos dicen que es necesario cambiar la herramienta de trabajo.

**Pregunta 5. ¿Considera importante la invención de una máquina que aligere el trabajo de producir la esterilla de caña guadua?**

**Cuadro 5.** Importancia de la invención de la MHPECG.

<b>Criterio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Sí tiene importancia</b>	2	40
<b>No tiene importancia</b>	2	40
<b>No es necesaria su invención</b>	1	20
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

**Gráfico 5.**



**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

### **Análisis**

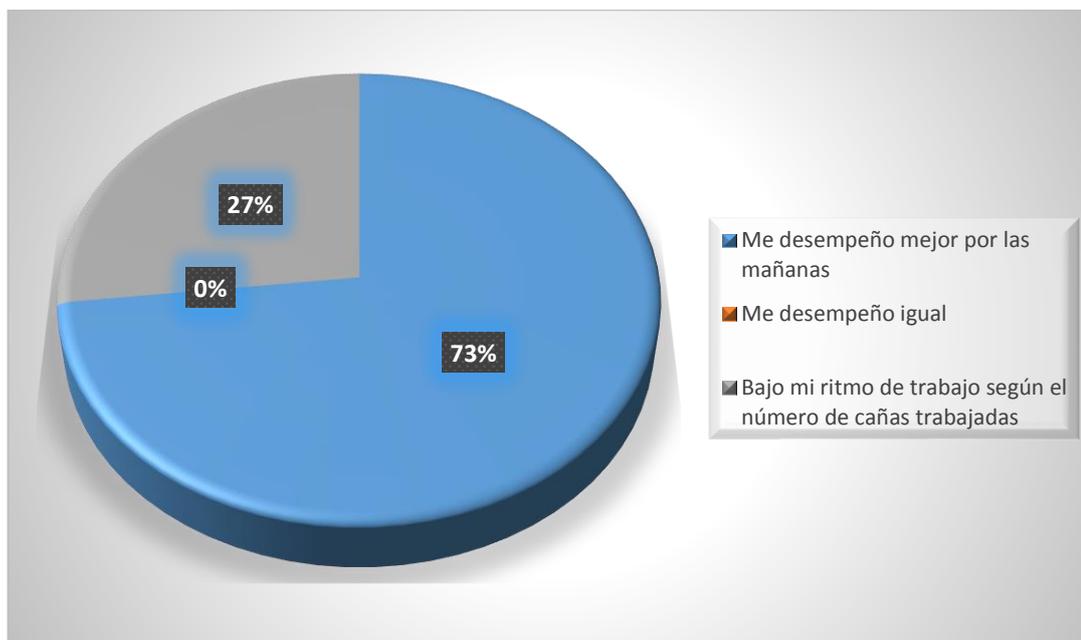
El 20 % de los trabajadores encuestados dicen que es innecesaria su invención mientras que el 40 % dice que si tiene importancia y otro 40 % que no tiene importancia.

### Pregunta 6. ¿Su nivel de desempeño es el mismo durante todo el día?

Cuadro 6. Nivel de desempeño diario.

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
Me desempeño mejor las mañanas	2	27
Me desempeño igual	0	0
Bajo mi ritmo de trabajo según el número de cañas trabajadas	3	73
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

Gráfico N° 6



Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

### Análisis

El desempeño de los trabajadores baja según el número de cañas trabajadas según lo muestra el resultado de la encuesta con un 73 %.

#### 4.1.1.1. Entrevista a los gerentes propietarios de los dos cantones dedicados a la elaboración de esterillas de caña guadua.

**Cuadro 7.** Entrevistas a los Srs. productores de esterillas de caña.

Preguntas	Resultado
¿Ud. Como dueño de este local dedicado la actividad de la elaboración de esterillas de caña, cuanto es el tiempo promedio en realizar una esterilla de caña?	Los productores de esterillas en San Camilo dicen que en un tiempo de 12 a 15 minutos por cada esterilla.
¿Cuánto es la producción total por hora y cubre la demanda requerida por el mercado?	La demanda requerida para un productor en San Camilo es 6 esterillas la que cubren su demanda, mientras el otro productor dice que 8 son las necesarias para satisfacer su demanda.
¿Cuál es el costo total de cada esterilla?	No existe diferencia de precios entre productores de esterillas de caña guadúa, el costo es de \$ 2.00
¿Cree que es factible la construcción de la MHPECG y por qué?	Sí, porque si funciona de la forma que Ud. como constructor de la máquina expresa, seguramente será un éxito y de gran ayuda para mí.
¿La producción de esterillas de caña está basada en: caña verde, seca, semi-madura?	Ambos productores se basan en la caña verde.
¿Estaría Ud. dispuesto a adquirir la máquina?	Uno de los productores dice que estaría dispuesta a adquirirla si cubre sus expectativas mientras que el otro productor dice que es más para una industria.
¿Cuál es el procedimiento general para producir una esterilla de caña?	Se necesita de 3 pasos que son: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar la caña guadua, según el diámetro, aproximadamente 10 cm.</li> <li>2. Se realiza los cortes en forma longitudinal con un hacha de 10 cm de largo.</li> <li>3. Se denuda con un machete o azadón.</li> </ol>

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### 4.1.2. Diagnóstico para determinar el tipo de maduración y tamaño de hacha.

Para la resolución del objetivo dos se procedió con un diseño experimental A x B x R, con su respectiva prueba de significancia.

En el presente estudio para determinar cuál es el mejor proceso para minimizar el tiempo de producción de esterillas de caña guadua, se tomaron como factores de interés a los siguientes:

A = estado de maduración de la caña

B = tamaño de hacha

Con dos replicaciones para cada uno de los factores.

Los resultados obtenidos en la investigación se muestran en la tabla siguiente:

DATOS			
a0	Caña seca	b0	Hacha 10cm
a1	Caña semi-verde	b1	Hacha 15cm
a2	Caña verde		

REPETICIONES	FACTORES		TOTAL
	R1	R2	$\sum n$
a0b0	9.8	10	19.8
a0b1	9.5	12	21.5
a1b0	13.5	15	28.5
a1b1	11.8	13.5	25.3
a2b0	10.8	10.6	21.4
a2b1	11.9	12.6	24.5
$\sum X$	67.3	73.7	141
$\sum X_m$	11.2167	12.2833	

SCT		SCTr		SCR	
$\sum\sum(Y_{ij})^2$	$(Y....)^2/abr$	$1/n$ $\sum(Y_j^2)$	$(Y....)^2/abr$	$1/k$ $\sum(Y_j^2)$	$(Y....)^2/abr$
196.04	1656.7500	1682.42	1656.7500	1660.163	1656.7500
234.25					
407.25					
321.49					
229					
300.37					
<b>1688.4</b>					

SCA		SCB	
$1/br$ $\sum(Y_j^2)$	$(Y....)^2/abr$	$1/ar$ $\sum(Y_j^2)$	$(Y....)^2/abr$
1697.700	1691.0002	1691.152	1691.0002

<b>SCR</b>	<b>3.4133</b>
<b>SCTr</b>	<b>25.6700</b>
<b>SCA</b>	<b>6.7004</b>
<b>SCB</b>	<b>0.1519</b>
<b>SC(AB)</b>	<b>18.8177</b>
<b>SCE</b>	<b>2.5667</b>
<b>SCT</b>	<b>31.6500</b>

FACTOR B					
FACTOR A		b0	b1	TOTAL	MEDIA
	a0	20.5	23	43.5	10.875
	a1	26.3	24.4	50.7	12.675
	a2	23.75	24.5	48.25	12.063
<b>TOTAL</b>		<b>70.55</b>	<b>71.9</b>	<b>142.45</b>	
<b>MEDIA</b>		11.7583	11.9833		

ADEVA						
F. de Variación	S. de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	F. tablas	
					5%	1%
SCR	3.4133	1	3.4133	<b>6.6494</b>	6.61	16.26
SCTr	25.6700	5	5.1340	<b>10.0013</b>	5.05	10.97
SCA	6.7004	2	3.3502	6.5264	5.79	13.27
SCB	0.1519	1	0.1519	0.2959	6.61	16.26
SC(AB)	18.8177	2	9.4089	18.3289	5.79	13.27
SCE	2.5667	<b>5</b>	<b>0.5133</b>			
SCT	31.6500	<b>11</b>	2.87727	5.6051		

**Resultado de los factores**, existe diferencia significativa entre las variaciones de los factores.

**Resultado del factor A (maduración de la caña)**, existe diferencia significativa en el estado de maduración de la caña.

**Resultado de las interacciones entre el factor AB**, existe diferencia significativa entre las combinaciones de los factores.

Para determinar cuál es el estado de maduración correcto se recomienda a realizar una prueba de Tuckey ya que en diseño experimental esta prueba es la más estricta de todas.

DMS		a0	a1	a2
		10.875	12.063	12.675
a0	10.875	0	1.188	1.8
a1	12.063	-	0	0.613
a2	12.675	-	-	0

GLE	5	Sy	0.5066
GLR	1	Tuckey	1.8441
GL 6(2-1)	6	Sy	0.5066
5%	2.44	DMS	1.2397

Después de realizar la prueba de Tuckey y no reflejar ningún valor con diferencia significativa se procedió a realizar una prueba de diferencia mínima significativa DMS, la cual indica que existe diferencia en la maduración a2 (Verde), lo que indica que es el estado de maduración que menor tiempo ofrece.

Tuckey		a0b0	a2b0	a0b1	a2b1	a1b1	a1b0
		9.90	10.70	10.75	12.25	12.65	14.25
a0b0	9.90	0	0.80	0.85	2.35	12.65	4.35
a2b0	10.70	-	0	0.05	1.55	1.95	3.55
a0b1	10.75	-	-	0	1.50	1.90	3.50
a2b1	12.25	-	-	-	0	0.40	2.00
a1b1	12.65	-	-	-	-	0	1.60
a1b0	14.25	-	-	-	-	-	0

GLE	5	Sy	0.5066
GLR	1	Tuckey	1.8441
GL 6(2-1)	6	Sy	0.5066
5%	2.44	DMS	1.2397

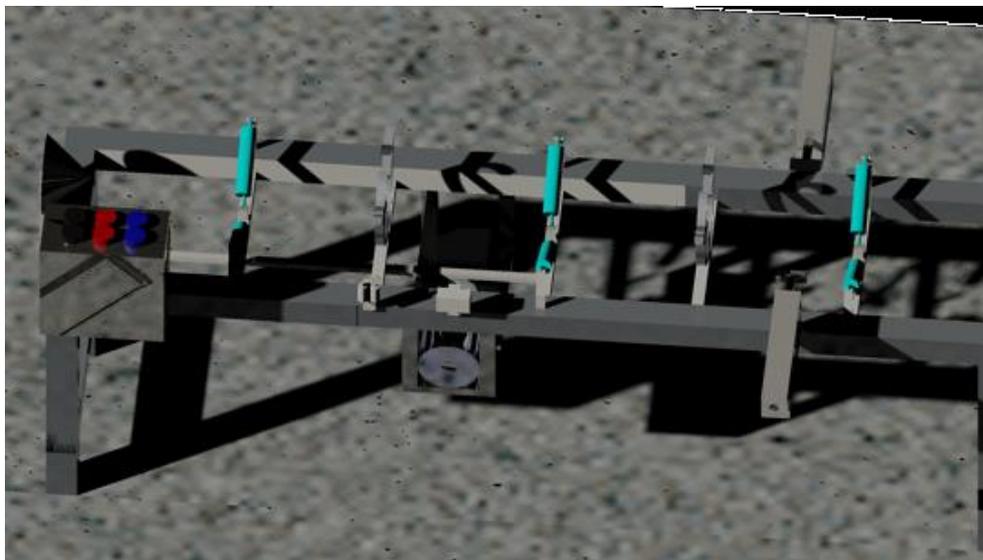
Observamos que existe diferencia significativa en las interacciones: caña verde con hacha de 15cm, caña semi-verde con hacha de 15cm y caña semi-verde con hacha de 10cm (a2b1, a1b1 y a1b0), las combinaciones ya mencionadas permiten minimizar el tiempo de producción de esterilla pero el procedimiento ideal sería a1b0 (caña semi-verde/10cm).

#### 4.1.3. Diseño realizado en el Software AutoCAD.

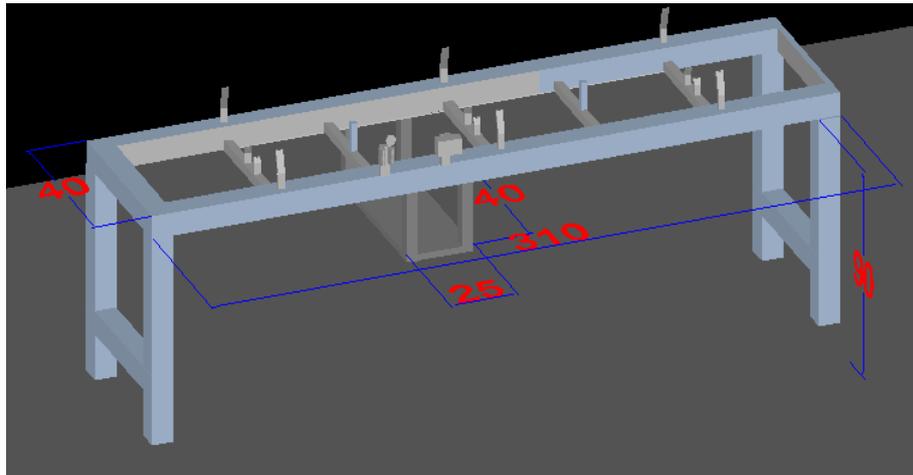
Con el transcurso del tiempo es indispensable ir innovando, ya que esto permite así el progreso en las actividades que existen en nuestro alrededor, como ya es mencionado en capítulos anteriores con la MHPECG, se busca alcanzar el objetivo de reducir el esfuerzo físico del hombre y maximizar su producción, en base al diseño y construcción de la misma, donde se necesitó del software AutoCAD modelado en 3D para así encontrar el diseño idóneo de la máquina, el cual se presenta dividido en tres secciones y con su respectiva descripción del funcionamiento a realizar.

Sección 1: Es donde se realizarán los cortes longitudinales a la caña, la cual va a estar sostenida por unas abrazaderas y unos rodillos ubicados en sentido diagonal, donde luego que estén realizados los cortes será impulsada por un cono que dará el empuje a la caña para que inicie la fase 2.

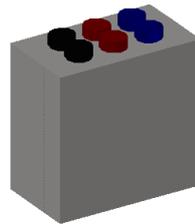
**Figura 7.** Sección 1.



**Figura 8.** Medidas de la estructura de la sección 1.



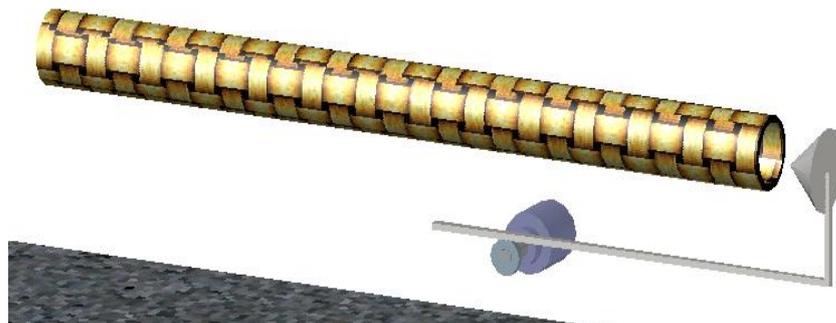
**Figura 9.** Controles de mando.



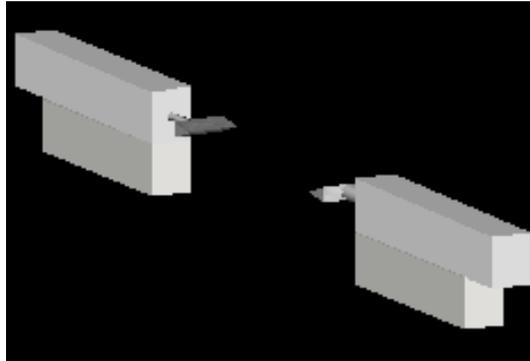
**Figura 10.** Rodillos diagonales de soporte de la caña y abrazaderas.



**Figura 11.** Motor y cono que proporciona el avance de la caña.

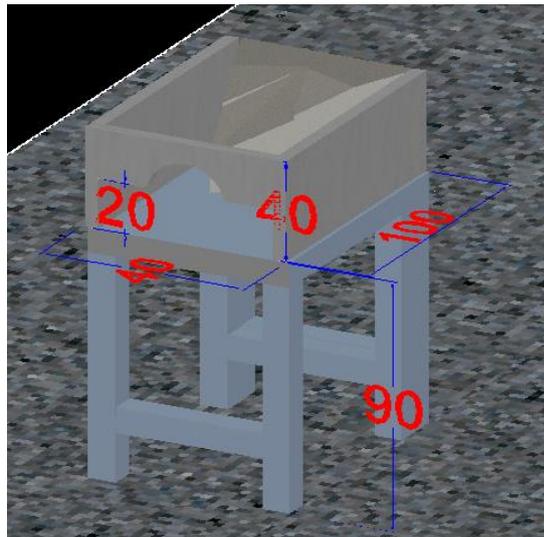


**Figura 12.** Cilindros para realizar los cortes longitudinales en la caña.



Sección 2: Es la que recibe la caña ya con los cortes e inmediatamente una cuchilla encaja en uno de los cortes y seguidamente llega al separador y se realiza la apertura de la caña.

**Figura 13.** Sección 2 con sus respectivas medidas en cm.



**Figura 14.** Cuchilla

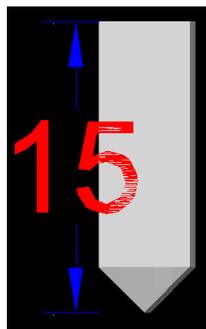
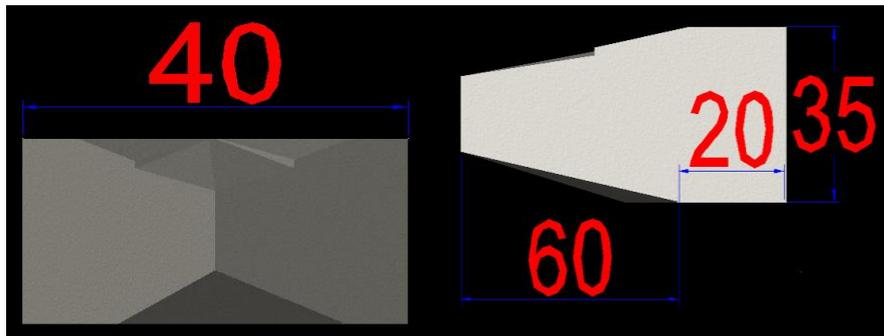


Figura 15. Separador.



Sección 3: Ya la caña sale abierta, entonces ya es una esterilla de caña guadua la cual saldrá y la mesa que se ve en la imagen realizará un cepillado en la parte superior y está listo el proceso de producción de esterillas de caña.

Figura 16. Sección 3.

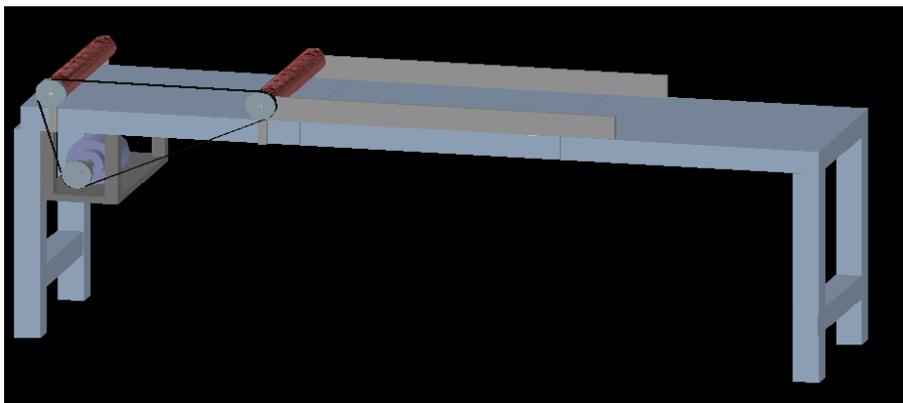
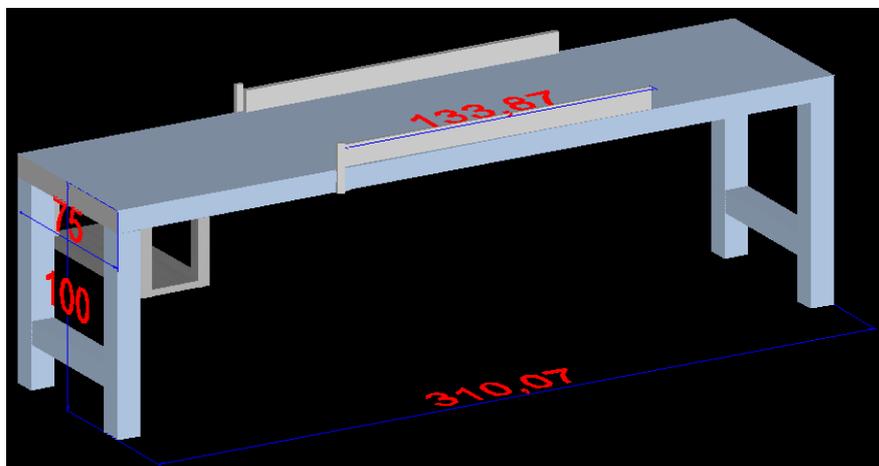
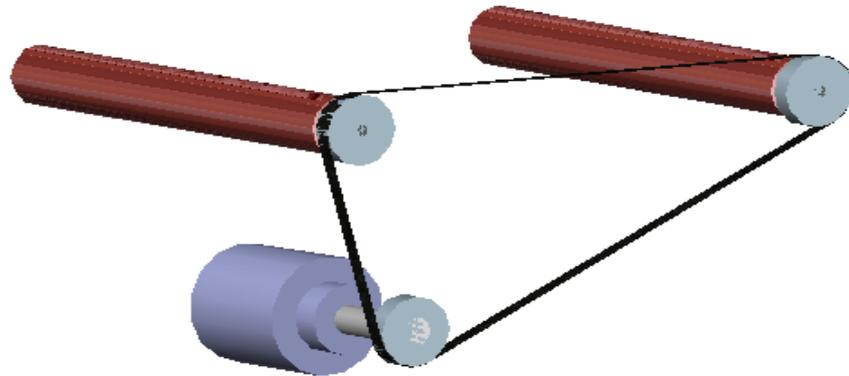


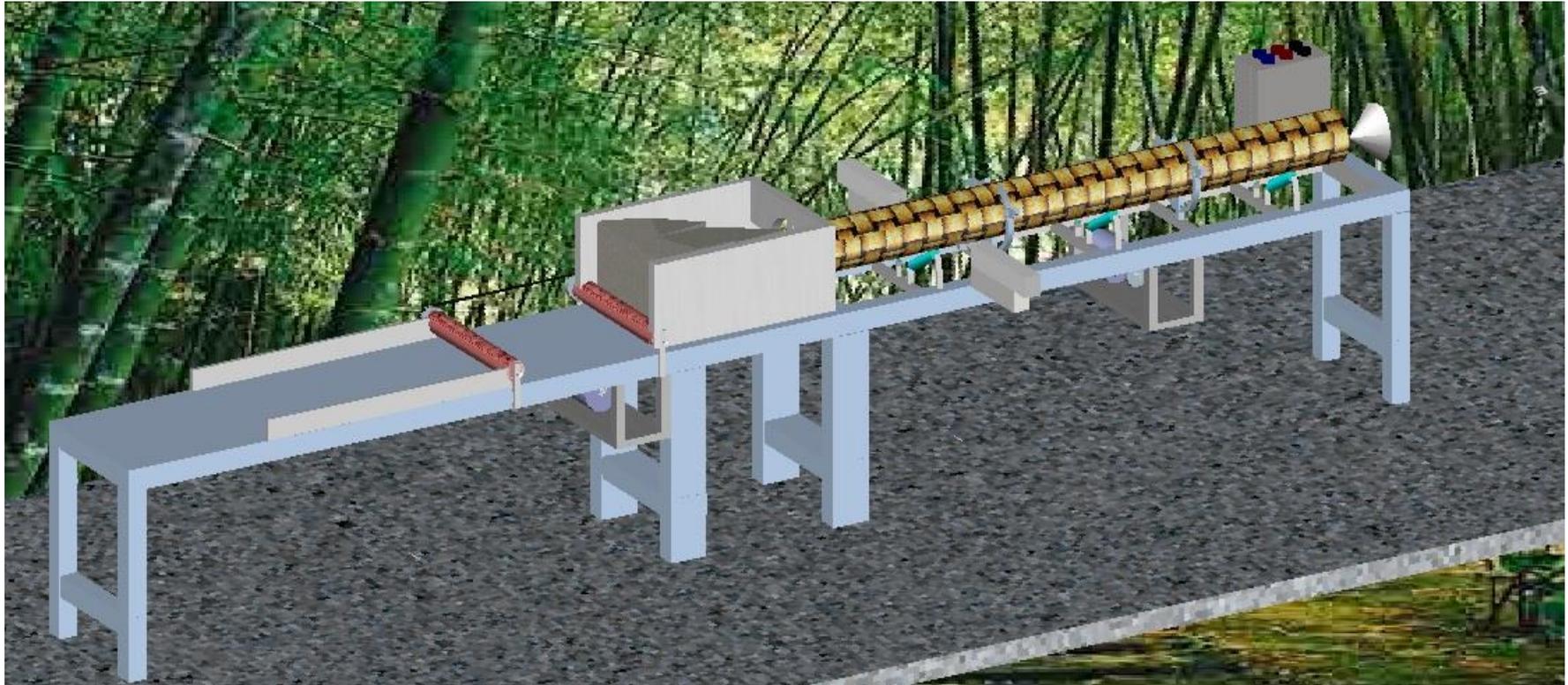
Figura 17. Sección 3 con sus respectivas medidas de la estructura.



**Figura 18.** Rodillos – Cepilladores.



**Figura 19.** Máquina horizontal procesadora de esterilla de caña guadua Diseño Final.

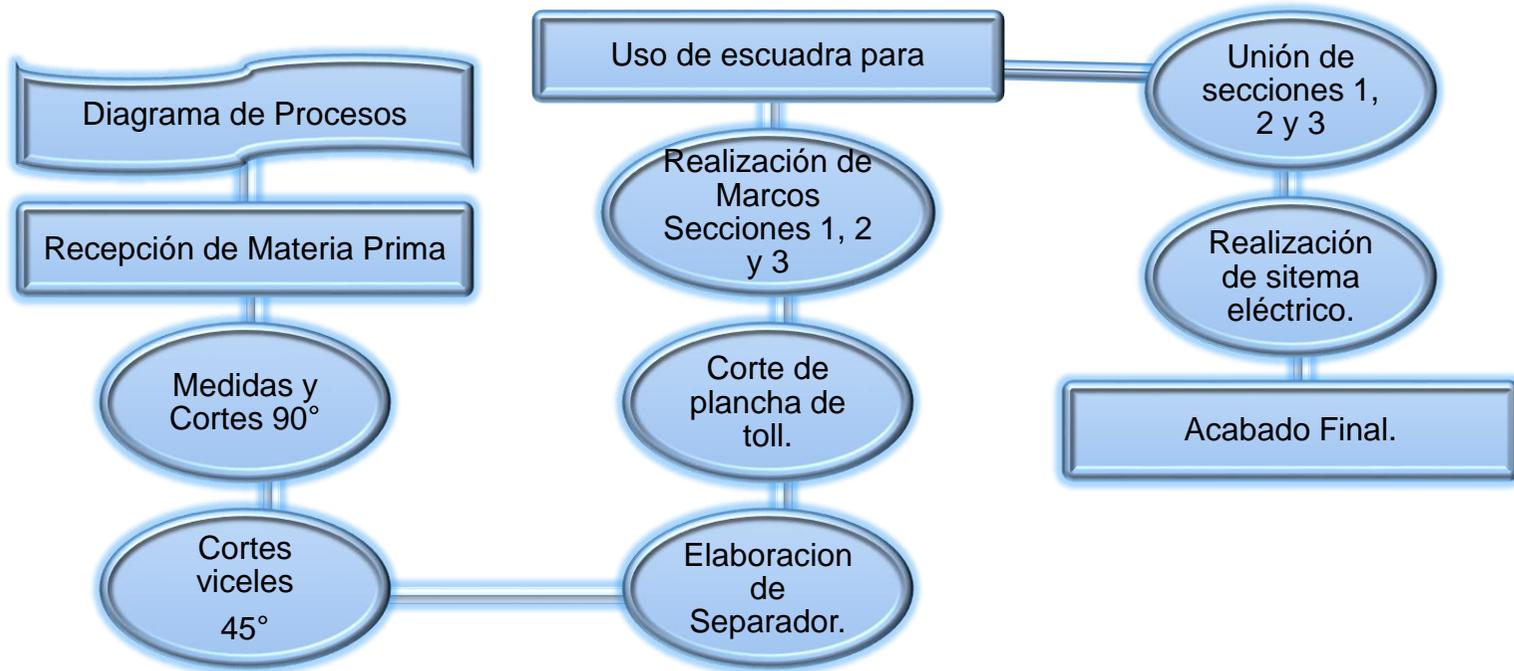


**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

#### 4.1.4. Diagrama de proceso de la construcción de la MHPECG.

**Gráfico 7.** Diagrama de proceso de construcción de la máquina horizontal para procesar esterillas de caña guadúa.



**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

Para constancia de construcción de la maquina ver anexo 5 y video.

#### 4.1.4.1. Materiales necesarios para la construcción de la MHPECG.

**Cuadro 8** Materiales de la MHPECG.

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Bandas	1
Breacker	3
Cable concéntrico 2x12	10 mtrs
Cable concéntrico 4x14	9 mtrs
Cable flexible # 12 - # 18	100 mtrs
Cadena paso 50	6 mtrs
Caja de control 40 x 40	1
Caja reductora 30 a 1	1
Canaleta	1
Chumaceras	4
Cilindros Neumáticos	2
Contactores	6
Diluyente	8 litros
Electroválvula	1
Garruchas 1 ½ "	2
Hachas 10 cm	2
Juegos de pistas	8
Lija	4 unidades
Manguera neumática 8 mm	3 mtrs
Motores 1 HP	2
Perfil G	1
Perfil U	1
Pernos acerados, varios	20
Pernos varias medidas	38
Pintura	5 litros
Piñones paso 50	2

Plancha de tol 3mm	1
Platina 1" x ¼ "	1
Platina 2 1/8	1
Poleas 2 ½ "	3
Pulsadores	11
Reductor angular	1
Riel dim	1
Rodamientos	4
Rodillos de Cepillado para madera	2
Tubo cuadrado 1" x 2 mm	3
Tubo cuadrado 2" x 2 mm	6
Tubo Redondo 1 1/2x2	1
Unidad de Mantenimiento	1
Varilla redonda lisa	1

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

#### 4.1.4.2. Equipos y herramientas utilizados para construir la MHPECG.

**Cuadro 9** Equipos y herramientas requeridas para la construcción.

<b>Equipos y Herramientas</b>	<b>Cantidad</b>
Soldadora	1
Pulidora	1
Taladro	1
Torno	1
Compresor	1
Martillo	2
Sierra	2
Discos de corte	4
Discos de pulir	6

Electrodos	10 lbs
Plasma	1

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### 4.1.5. Estudio económico

##### 4.1.5.1. Costos de inversión

Para la construcción de la máquina horizontal procesadora de esterilla de caña guadua (MHPECG), se necesitó como en todo proyecto una Inversión inicial para así lograr poner en marcha el plan, para lo cual se debe tener un capital, sea propio y crédito, esta tesis se financió con un crédito bancario.

Materiales con la cual se construyó la MHPECG:

**Cuadro 10** Materiales de la máquina con sus respectivos valores.

Materia prima e insumos		
Material	Cantidad	Valor
Banda tipo A	1	3.20
Cadena paso 50	6	60.00
Chumaceras	4	40.00
Hachas 10 cm	2	5.00
Juego de pista	8	8.00
Perfil en G	1	10.12
Perfil en U	1	9.50
Pernos varias medidas	38	10.50
Piñon paso 50	2	30.50
Plancha de tool	1	48.56
Platina 1x1/4	1	7.80
Platina 2x1/8	1	9.20
Poleas 2"	3	12.00
Rodamientos	4	18.30

Tubo cuadrado 1x2	3	27.11
Tubo cuadrado 2x2	8	142.62
Tubo redondo 1 1/2x2	1	15.18
Varilla redonda lisa	2	11.56
<b>Total Materiales</b>		<b>469.15</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

### Cuadro 11 Materiales Eléctricos.

Materiales eléctricos		
Material	Cantidad	Valor
Cilindro neumático	2	500.00
Motor 1 hp	2	300.00
Electroválvula	1	110.00
Unidad de mantenimiento	1	45.00
Reductor angular	1	80.00
Sistema Eléctrico		250.75
<b>Total Materiales</b>		<b>1400.13</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

### Cuadro 12 Movilización durante el proceso de investigación.

Movilización	
Dentro de la ciudad y un perímetro de 20 km fuera de la ciudad	50.00
Guayaquil	30.00
Sto. Domingo	20.00
<b>Total Combustible</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

**Cuadro 13** Pago a terceros (mano de obra indirecta).

Ayudante técnico	400.00
Técnico eléctrico	100.00
Tornero	80.00
<b>Total Pago</b>	<b>580.00</b>

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

**Cuadro 14** Gastos generales.

Material	Cantidad	Valor
Electrodos 6011	12 lbs	27.60
Discos de corte pequeño	24	24.00
Discos de pulir pequeño	5	6.50
Brocas	5	5.00
Lija	4	2.00
<b>Total Materiales</b>		<b>65.10</b>

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

**Cuadro 15** Inversión.

<b>Inversión inicial</b>	
Capital	2.500.00
<b>Inversión total</b>	<b>2.500.00</b>
<b>Activos fijos</b>	
-	
<b>Capital de operación</b>	
Materia prima	1754.90
Gastos generales	165.10
Mano de obra indirecta	580.00
<b>Inversión Total</b>	<b>2.500.00</b>

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### 4.1.5.2. Pago a terceros por construcción de la MHPECG.

Por tratarse de un proyecto de construcción de una máquina se requiere de un ayudante técnico, un técnico eléctrico y un tornero a quienes se les realizó los siguientes pagos por periodo de trabajo, muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro 16** Pago a ayudantes para construcción de máquina.

<b>PERSONAL</b>	<b>PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>PAGO TOTAL</b>
Ayudante Técnico	4 meses	400.00
Técnico Eléctrico	1 día	100.00
Tornero	1 semana	80.00
<b>TOTAL</b>		<b>580.00</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

#### 4.1.5.3. Equipo de protección personal.

**Cuadro 17** Equipos de protección personal.

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>CANTIDAD (al año)</b>	<b>P. UNITARIO (\$)</b>	<b>P. TOTAL (\$)</b>
Mandil	Unidad	1	25.00	25.00
Guantes	Par	1	8.00	8.00
Gafas protectoras	Unidad	1	3.00	3.00
Botas	Par	1	40	40.00
Tapones auditivos	Par	1	1.00	1.00
<b>TOTAL</b>				<b>77.00</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Autor (2015)

#### 4.1.5.4. Depreciación anual de la MHPECG.

Dándole un valor agregado en el mercado a la máquina horizontal procesadora de esterillas de caña guadúa \$ de 2.800.00 americanos se presenta la tabla de depreciación de la máquina por año durante 5 años de vida útil.

**Cuadro 18** Depreciación por año.

<b>ACTIVO FIJO</b>	<b>INVERSIÓN (\$)</b>	<b>VIDA ÚTIL (años)</b>	<b>DEPRECIACION ANUAL (\$)</b>	<b>DEPRECIACIÓN TOTAL (\$)</b>
MHPECG	2.800.00	5	280.00	1.400.00

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### 4.1.5.5. Tabla de amortización.

Como ya es de conocimiento, este proyecto fue financiado por un crédito bancario facilitado por el Banco Nacional de Fomento (BNF) y a continuación se muestra la tabla de amortización:

**Cuadro 19 Amortización.**

<b>Período</b>	<b>Pago interés</b>	<b>Pago capital</b>	<b>Saldo</b>
0	-	-	2.500.00
1	33.33	193.49	2.306.41
2	30.35	196.07	2.110.43
3	28.14	198.69	1.911.74
4	25.49	201.34	1.710.41
5	22.81	204.02	1.506.39
6	20.09	206.74	1.299.64
7	17.33	209.5	1.090.14
8	14.54	212.29	877.85

<b>Valor de Crédito</b>	<b>2.500.00</b>
<b>Tasa de interés</b>	<b>16 %</b>
<b>Números de pagos</b>	<b>12</b>

9	11.7	215.12	662.73
10	8.84	217.99	444.74
11	5.93	220.90	223.84
12	2.98	223.84	0

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### 4.1.5.6. Costos operativos totales.

Los para el primer año de operación y mantenimiento totales se los resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro 20** Costos operativos del primer año.

COMPONENTES	VALOR (\$)
Pago a terceros	580.00
Protección personal	77.00
Pago de préstamo anual	2.721.96
Depreciación anual	280.00
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>3.658.96</b>

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### 4.1.5.7. Ingresos

Se pretende que con la MHPECG básicamente se produzca y venda un número de 2280 esterillas de caña guadúa para obtener ingresos de:

**Cuadro 21** Ingresos anuales estimados.

RUBRO	ANUAL (und)	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Venta de Esterillas	2280	2.50	7.200.00
<b>TOTAL</b>			<b>7.200.00</b>

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### 4.1.5.8. Utilidad anual

Es el total de ingresos anuales menos el total de costos.

**Cuadro 22** Utilidad neta primer año.

Total Ingresos	7.200.00
Total Costos	3.658.96
<b>Utilidad Neta</b>	<b>3.541.04</b>

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### 4.1.5.9. Cálculo del VAN y TIR.

En el proyecto se procede a realizar los cálculos del valor actual neto con un 0.10 % y la tasa interna de retorno con un valor de 0.08 %, con un flujo de efectivo por año del valor de la utilidad incluido el 10 % como se muestra en la tabla siguiente:

**Cuadro 23.** VAN Y TIR del proyecto.

<b>CÁLCULO DE VAN Y TIR DEL PROYECTO</b>						
PERIODO S	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE EFECETIVO	-2800.00	2229.75	2452.73	2698.00	2967.80	3264.58
TASA	0.10					
<b>VAN</b>	<b>\$6,668.40</b>					
<b>TIR (0.08)</b>	<b>83%</b>					

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Autor (2015)

#### Análisis

El resultado de la adquisición de la MHPECG es factible, porque el valor actual neto resulta ser mayor que cero (\$ 6,668.40), lo que indica que el proyecto es

viable económicamente para las personas dedicadas a esta actividad lo que indica que recuperaran su inversión en un periodo de un año.

#### **4.1.5.10. Beneficio / Costo.**

El beneficio costo es el que permitirá determinar si el proyecto es viable en su totalidad al conocer su valor si es > que 1:

$$\textit{Beneficio Costo} = \frac{\textit{Ingresos}}{\textit{Egresos}} = \frac{7.200.00}{4.970.25} = 1.44$$

#### **Análisis**

El proyecto es rentable en su totalidad ya que cumple con la condición que es  $B/C > 1$ .

#### **Discusión**

De acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula procediéndose a aceptar la hipótesis alternativa  $H_a$ , demostrando que la máquina horizontal para procesar y producir esterillas de caña guadúa satisface plenamente la demanda actual requerida.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- Según las encuestas y entrevistas realizadas en San Camilo, se pudo diagnosticar que para la elaboración actual de esterilla de caña guadua, el picado de caña no es constante, que el área de trabajo no es la adecuada para trabajar, que la herramienta utilizada no es lo suficientemente ergonómica, por lo cual la mayoría de los trabajadores y uno de los dueños de local dicen que es necesario la construcción de la máquina.
- Como los resultados del diagnóstico de evaluación de maduración de la caña guadúa y el tamaño del hacha con relación al tiempo de producción de esterillas; se observa que existe diferencia significativa en los factores, en el factor A (maduración de la caña), y en las interacciones de los factores AB (maduración de la caña color verde y tamaño de hacha 10 cm) ya que ofrece menor tiempo de producción.
- A través del software AutoCAD se creó el diseño adecuado para el fácil manejo y producción de esterilla de caña guadua en un tiempo menor a la producción manual.
- Según el estudio económico resulta factible la adquisición de la MHPECG, porque la relación Beneficio Costo cumple con la condición que debe ser mayor que 1 por lo tanto el proyecto es aceptable.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda producir las esterillas de caña guadúa con la máquina horizontal procesadora de esterilla de caña guadua (MHPECG) ya que evita el cansancio excesivo del operador y permite mejorar el tiempo de producción.
- Es recomendable realizar un proceso de control de calidad antes de procesar la caña lo cual se basa en las características ya mencionadas.
- Se debe operar la máquina siguiendo el procedimiento correcto y de acuerdo a lo especificado la guía de seguridad y funcionamiento (ver anexo 6) y luego de cada trabajo realizado se debe efectuar la limpieza del equipo; Seguir las recomendaciones de la guía de mantenimiento para así poder prolongar la vida útil del mismo.
- Se recomienda adquirir la máquina porque el estudio económico realizado y el diseño de la misma, ofrecen un buen ambiente de trabajo, orientando a la producción y permitir minimizar costos y aumentar la utilidad.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

AUTODESK. (s.f.). *AUTODESK*. Obtenido de AUTODESK:  
<http://www.autodesk.es/>

Chase, R. B. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*.

Cristobal, B. C. (2007). *Introducción a la ingeniería industrial* (primera ed.).

Fernando, M. T. (2005). Fertilización de Guadua Agustifolia Kunth, durante la primera fase de desarrollo en el Recinto "Pice" de la parroquia "El Vergel",. Valencia, Los, Ríos, Ecuador.

Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño de Trabajo*.

Pérez Jorge. (2003). *Guías técnicas para la elaboración de proyectos de inversión*. Recuperado el 2014, de [http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex\\_archivo/](http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/).

Rodriguez. (2007). *Propiedades Físicas-Mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth y Aplicacion al Diseño de Baterias Sanitarias del IASA II, 2007*.

Schneider Electric España. (2013). *Schneider Electric España*. Obtenido de Schneider Electric España: <http://www.schneider-electric.com.co/documents/soporte/telesquemario.pdf>

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

## **Anexo 1.**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ENTREVISTA REALIZADA A LOS SRES. PRODUCTORES DE ESTERILLAS DE CAÑA GUADUA EN EL CANTÓN QUEVEDO - SAN CAMILO.**

**INVESTIGADOR: EDER IGNACIO LOZANO GRANDA**

**OBJETIVO:** Diagnosticar el procesamiento actual de esterillas de caña guadúa.

- 1. ¿Ud. Como dueño de este local dedicado la actividad de la elaboración de esterillas de caña, cuanto es el tiempo promedio en realizar una esterilla de caña?**
- 2. ¿Cuánto es la producción total por hora, cubre la demanda requerida por el mercado?**
- 3. ¿Cuál es el costo total de cada esterilla?**
- 4. ¿Cree que es factible la construcción de la MHPECG y porque?**
- 5. ¿La producción de esterillas de caña está basada en: caña verde, seca, semi-madura?**
- 6. ¿Estaría Ud. dispuesto a adquirir la máquina?**
- 7. ¿Cuál es el procedimiento general para producir una esterilla de caña?**

**Anexo 2.**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ENCUESTA REALIZADA A LOS TRABAJADORES DEDICADOS A  
PRODUCIR ESTERILLAS DE CAÑA GUADÚA EN EL  
CANTÓN QUEVEDO - SAN CAMILO.**

**INVESTIGADOR:** EDER IGNACIO LOZANO GRANDA

**OBJETIVO:** Diagnosticar el procesamiento actual de esterillas de caña guadúa.

**INSTRUCCIONES:** Marcar con un (√) la alternativa que Ud. considere.

**1. ¿El trabajo que realiza, de picar la caña lo ejecuta siempre en un tiempo constante?**

Sí

No

A veces

**2. ¿Cada qué tiempo produce esterillas de caña guadua?**

Semestral

Anual

Nunca

**3. ¿El área de su trabajo es adecuada para que su productividad sea más eficiente y eficaz?**

Sí

No

**4. ¿La herramienta de trabajo que usa es la adecuada para realizar los cortes y limpieza de la esterilla?**

Siempre

A veces

No, es necesario cambiarla

**5. ¿Considera importante la invención de una máquina que aligere el trabajo de producir la esterilla de caña guadua?**

Sí, tiene importancia

No, tiene importancia

Es innecesaria su invención

**6. ¿Su nivel de desempeño es el mismo durante todo el día?**

Me desempeño mejor por la mañana

Me desempeño igual

Baja mi ritmo según el número de cañas trabajadas

### Anexo 3.

**Figura 20.** Don José, Sr. Dedicado a la venta de caña Guadúa.



**Figura 21.** El negocio de don José, él está dedicado a la venta de caña pero por el momento de la entrevista se encontraba sin stock de materia prima (caña).



**Figura 22.** El área de Trabajo de Don José.



**Figura 23.** Entrevista a don César, dueño de local en San Camilo y productor de esterillas de caña guadúa.



**Figura 24.** Encuesta a trabajadores de don César.



#### Anexo 4.

**Figura 25.** Realizando los cortes biselados a 45 °.



**Figura 26.** Uso de la escuadra para evitar imperfecciones en la estructura.



**Figura 27.** Marcos listos para proceder a las uniones soldadas.



**Figura 28.** Electrodo 6011 fueron los utilizados para las uniones soldadas.



**Figura 29.** Plancha de toll para cubiertas de sección dos, separador y sección 3.



**Figura 30.** Cortando la cubierta de la sección dos



**Figura 31.** Soldando la estructura de la sección dos.



**Figura 32.** Soldando el cono que tendrá la función de separador de la caña.



**Figura 33.** Soldadura de soportes para abrazaderas y rodillos.



**Figura 34.** Sección tres mesa donde saldrá la esterilla de caña.



**Figura 35.** Sección uno de la MHPECG.



**Figura 36.** Sección uno de la MHPECG



**Figura 37. Sección dos de la MHPECG**



**Figura 38. Sección dos de la MHPECG**



**Figura 39.** Sección tres de la MHPECG.



**Figura 40.** Sección tres de la MHPECG



**Figura 41. Máquina Horizontal Procesadora de Esterillas de Caña Guadua (MHPECG)**



## **Anexo 6.**

### **Guía de Seguridad y funcionamiento de la Máquina Horizontal Procesadora de Esterillas de Caña Guadua.**

#### **1. Equipos de Protección Personal (EPP) para el operador.**

El operador debe contar con gafas, guates, botas, mandil y tapones auditivos para poder manipular la máquina.

#### **2. Control de calidad en la caña guadua.**

Se debe seguir un control de calidad al escoger la caña que se va a convertir en esterilla de la siguiente manera color verde oscuro con un diámetro comprendido entre 10 a 12 cm y que este lo más recta posible.

#### **3. Revisar que la MHPECG no tenga ningún objeto extraño a ella.**

Observar que en la máquina no exista objeto que pueda causar inconvenientes al momento de empezar a producir.

#### **4. Conectar la MHPECG a 220 y 110 v.**

La máquina debe estar conectada correctamente a 220 voltios ya que es el voltaje que origina el funcionamiento de los motores y 110 voltios para el funcionamiento de la electroválvula.

#### **5. Colocar la caña escogida.**

Colocar la caña en la sección uno y sostenerla con las abrazaderas correspondientes.

#### **6. Encender el compresor.**

El compresor debe estar con una presión de 80 psi para poder así realizar los cortes en la caña.

#### **7. Activar los cilindros.**

Accionar el pulsador que da el impulso en la electroválvula que activa los cilindros.

#### **8. Girar la caña.**

Después de cada corte girar suavemente la caña con las manos.

#### **9. Hacer avanzar la caña.**

Del tablero de control pulsar el botón avance para así hacer que la caña se desplace una distancia luego hacer parar el avance para seguir con los cortes.

#### **10. Encender los rodillos cepilladores.**

Accionar el pulsador que enciende a los rodillos.

#### **11. Introducir la caña a la sección dos.**

Para que la caña pueda mantenerse plana y ya no de manera circular.

**12. Sostener firmemente la caña ya abierta.**

**13. Empujar la caña.**

Hasta que haya pasado por los rodillos que ya dan el acabado final.

**14. Retirar la esterilla de caña.**

### **Guía de Mantenimiento de la Máquina Horizontal Procesadora de Esterillas de Caña Guadua.**

**1. Engrasado de cadena que da el empuje a la caña**

Ya que las astillas de caña estarán constantemente cayendo sobre la cadena.

**2. Engrasado de riel de donde se transporta el cono que da el empuje a la caña.**

Motivo que pueda trabarse el empuje lo ocasionaría un retraso en el proceso de picado de la caña.

**3. Engrasada a caja reductora.**

**4. Cambio de rodamientos y limpieza interna de motores**

Cada 6 meses.

**5. Filo de cuchillas**

Cada 100 esterillas procesadas.

## **6. Engrasado de chumaceras**

Cada 8 días de trabajo de la MHPECG

## **7. Cambio de lija**

Cada 25 esterillas producidas.

## **8. Sopleteada y pulverizada.**

A todo la maquina completa ya que se mantiene siempre limpia y el aceite o diésel que se use al pulverizar evitara la acumulación de polvo.