



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA**

Proyecto de Investigación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Mecánico.

**Título del Proyecto de Investigación:**

**“DISEÑO DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTOS CON  
DIFERENTES FRECUENCIAS. DESTINADA AL GREMIO DE PEQUEÑOS  
PRODUCTORES DE ANIMALES EN EL RECINTO SAN LUIS, DEL CANTÓN  
MOCACHE 2015”**

**Autor:**

**Andrés Alejandro García Carranza**

**Director de Proyecto:**

**Ing. Luis Gabriel Pico Saltos**

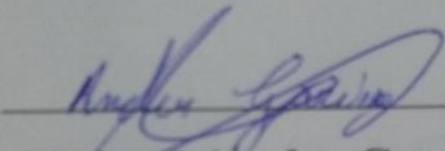
**Quevedo–Ecuador**

**2016**

## **Declaración de autoría y cesión de derechos**

Yo, **Andrés Alejandro García Carranza**, 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.



---

**Andrés Alejandro García Carranza**  
**C.I. 120559716-2**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

### Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Carrera de Ingeniería en Mecánica.

#### **Certificación de culminación del proyecto de investigación**

El suscrito, **Ing. Pico Saltos Gabriel**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Andrés Alejandro García Carranza**, realizó el proyecto de investigación de grado titulado **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTOS CON DIFERENTES FRECUENCIAS. DESTINADA AL GREMIO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE ANIMALES EN EL RECINTO SAN LUIS, DEL CANTÓN MOCACHE 2015”**, previo a la obtención del título de **INGENIERO MECÁNICO**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

A handwritten signature in blue ink that reads 'Luis Gabriel Pico Saltos'.

Ing. Pico Saltos Luis Gabriel

**DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

## Certificado del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.

Sr.

Ing. Jorge Murillo Oviedo, M.Sc.

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA DE LA UTEQ

En su despacho.

De mi consideración.-

Por medio de la presente me permito certificar, que el Sr ANDRÉS ALEJANDRO GARCÍA CARRANZA, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica presencial del paralelo A, una vez que se revisó la tesis de grado titulada “DISEÑO DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTOS CON DIFERENTES FRECUENCIAS. DESTINADA AL GREMIO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE ANIMALES EN EL RECINTO SAN LUIS, DEL CANTÓN MOCACHE 2015”, tengo a bien informar que se realizó la revisión respectiva por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 6%, cumpliendo con el reglamento de Graduación de Estudiantes de Pregrado y la Normativa establecida por la Universidad.

Por la aprobación que se sirva dar a la presente, quedo ante usted muy agradecido.

Atentamente,

*Luis Gabriel Pico Saltos*

Ing. Pico Saltos Luis Gabriel

**DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

The screenshot displays the Urkund web interface. The main content area shows the following details:

- Documento:** Proyecto.GraduacionGarciaAndres.docx (D19192454)
- Presentado:** 2016-04-11 12:35 (-05:00)
- Presentado por:** andres@garcia9carranza@gmail.com
- Recibido:** lpico.uteq@analysis.orkund.com
- Mensaje:** PROYECTO DE GRADO GARCÍA ANDRÉS. [Mostrar el mensaje completo](#)

A yellow box indicates: 6% de esta aprox. 21 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 7 fuentes.

On the right, the 'Lista de fuentes' (List of sources) is shown with the following entries:

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="#">TESIS ORIGINAL-final.docx</a>
	<a href="#">TESIS ORIGINAL.docx</a>
	<a href="#">TESIS ORIGINAL-final(1).pdf</a>
	<a href="#">TESIS ORIGINAL-final(1).docx</a>
	<a href="#">TESIS FINAL TOBAR NARCISA 2016.orkund.docx</a>
	<a href="#">RUIZ NARANJO KATHERINE JANELLA 25.docx</a>



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

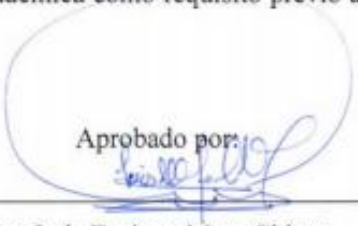
**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Título:**


**“DISEÑO DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTOS CON  
DIFERENTES FRECUENCIAS. DESTINADA AL GREMIO DE PEQUEÑOS  
PRODUCTORES DE ANIMALES EN EL RECINTO SAN LUIS, DEL CANTÓN  
MOCACHE 2015”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de  
Ingeniero Mecánico.

Aprobado por:

  
Ing. Luis Enrique Mera Chinga

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE PROYECTO**

  
Ing. Omar Arturo Cevallos Muñoz

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

  
Ing. Rubén Patricio Alcocer Quinteros

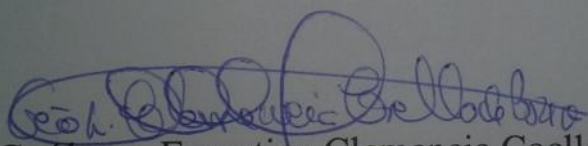
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**

2016

## **Certificación de redacción técnica del proyecto de investigación.**

La suscrita, Geóloga. Ernestina Clemencia Coello León, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que al estudiante GARCÍA CARRANZA ANDRÉS ALEJANDRO, se le procedió a la respectiva revisión y a su vez las correcciones realizadas por el estudiante de su Proyecto Titulado “DISEÑO DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTOS CON DIFERENTES FRECUENCIAS. DESTINADA AL GREMIO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE ANIMALES EN EL RECINTO SAN LUIS, DEL CANTÓN MOCACHE 2015” previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico bajo mi revisión, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Geóloga. Ernestina Clemencia Coello León Msc.  
**REDACCIÓN TÉCNICA**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, quien me ha concedido la vida y así poder culminar con unas de las metas más importantes de mi vida.

A mis padres por el enorme sacrificio que han hecho al hacer realidad este sueño ya que sin ellos no hubiera sido posible.

A mis hermanos, a mis amigos, y demás familiares que de alguna manera han sido inspiraciones a lo largo de mi carrera pre-profesional.

A cada uno de los docentes y profesionales por transmitirme sus conocimientos y experiencia a lo largo de estos años y con estos ha sido posible este proyecto.

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento.

A mis padres Luis García y Marlene Carranza quienes han creído en mí y con su ejemplo me han motivado a seguir adelante y me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos Luis y Diana quienes me han aconsejado en aquellos momentos duros y a mis amigos más cercanos Fabián, Luis, Juan, Darío, Javier, con los que pase momentos de alegrías y tristezas.

## Resumen y palabras claves

El proyecto de investigación surge de la necesidad de los pequeños y medianos productores de animales en el recinto San Luis, Cantón Mocache, de optimizar el proceso de alimentación, los mismos que utilizan alimentos balanceados a base de maíz y de suplementos vitamínicos con el fin de obtener un desarrollo adecuado del sector pecuario, que desde hace mucho tiempo atrás se lo ha realizado de forma manual, ya que el incremento de producción de los animales, sus derivados y los costos de **alimentación** se ven directamente afectados por el recurso humano encargado del proceso de mezclado y control de **calidad** de mezcla homogénea del balanceado. La investigación que se realiza en este recinto, incluye distintos enfoques alimenticios para los animales, para lo cual se utiliza distintas materias primas como es el maíz, trigo y soya que corresponden a balanceados destinados netamente a alimentación. Debido, que la composición del balanceado en su mayor parte es maíz, es de vital importancia para obtener un aprovechamiento óptimo del proceso de mezclado, una correcta homogeneidad de la mezcla con el fin de que los nutrientes sean asimilados y aprovechados en su totalidad por el ganado, obteniendo un alimento de máximo **rendimiento**.

Para el desarrollo de esta investigación se realizó encuestas a los diferentes moradores y productores del sector, los que se ven directamente relacionados con el proceso de alimentación a animales, se utilizaron varios métodos de nivel teórico de análisis-síntesis e inducción-deducción, y como aporte práctico de esta investigación se diseñó una máquina **mezcladora de alimentos** de varias frecuencias, controladas por un variador de velocidades para el proceso de mezclado, la misma que satisface la demanda de producción local, adicionalmente se realizaron planos constructivos con el fin que pueda ser construida varias veces según sea la necesidad de la colectividad en general.

### **Palabras Claves.**

*Calidad, alimentación, rendimiento, mezcladora de alimentos.*

## **Abstract and key words**

The research project arises from the need of small and medium producers of animals in the enclosure San Luis, Mocache Canton, the same as using balanced feed based on corn and vitamin supplements in order to obtain adequate development of the livestock sector , as increased production of animals and animal products, it includes optimization of feeding them that long ago it has been done manually and feed costs are directly affected by the human resource manager mixing process and quality control of homogeneous mixture of balanced and understanding within the enclosure where carried out the research study includes various dietary approaches for animals, so different raw material is corn, wheat and soybeans used to clearly intended to correspond to balanced diet, it is also important to mention the development of the livestock sector within the enclosure as is the production of animals and their derivatives, where your goal is mainly to supply farms producing chickens, pigs, shrimp, etc. Because the composition is balanced for the most part it is corn. It is vital for optimal utilization of the mixing process proper homogeneity of the mixture so that the nutrients are assimilated and fully exploited by livestock, thus obtaining a food of maximum performance. Made adequate study, a mixing machine food various frequencies, controlled by a speed variator for the mixing process, the same that satisfies the demand for local production, additionally construction drawings were made so that it can be built designed several times depending on the needs of the community in general.

### **Key words.**

Quality, power, performance, variable speeds.

## TABLA DE CONTENIDO

Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación; <b>Error! Marcador no definido.</b>	
Certificado del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico. ....	iv
Agradecimiento .....	vii
Dedicatoria.....	viii
Resumen y palabras claves .....	ix
TABLA DE CONTENIDO .....	xi
INDICE DE TABLAS .....	xv
INDICE DE FIGURAS .....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>2</b>
<b>CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1.Problema de investigación.....	3
1.1.1.Planteamiento del problema. ....	3
1.1.2.Formulación del problema.....	4
1.1.3.Sistematización del problema.....	4
1.2.Objetivos.....	4
1.2.1.Objetivo general. ....	4
1.2.2.Objetivos específicos.....	4
1.3.Justificación.....	5
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>6</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>6</b>
2.1.Marco conceptual. ....	7
2.1.1.Alimentos Balanceados. ....	7
2.1.2.Maíz.....	7

2.1.2.2. Valores Nutricionales del Maíz. ....	8
2.1.3. Soya. ....	8
2.1.4. Trigo. ....	9
2.1.5. Mezcladora de alimentos balanceados. ....	10
2.1.6. Tipos de mezcladoras. ....	12
2.1.6.1. Mezcladoras verticales. ....	12
2.1.6.2. Mezcladora Horizontal. ....	13
2.1.6.3. Mezcladora de tambor. ....	14
2.1.7. Motor eléctrico. ....	14
2.1.7.1. Motores de corriente continua. ....	15
2.1.7.2. Motores de corrientes alterna. ....	15
2.1.7.3. Motores universales. ....	15
2.1.8. Variadores de frecuencia. ....	16
2.1.8.1. Fases operativas de un variador de velocidad. ....	17
2.1.8.2. Fase Rectificadora. ....	17
2.1.8.3. Fase de filtrado. ....	18
2.1.8.4. Fase ondulatoria o inversor (“inverter”). ....	18
2.1.8.5. Fase de control. ....	18
2.1.8.6. Programación de un variador de frecuencia. ....	19
2.2. Marco referencial. ....	20
2.2.1. Balanceados. ....	20
2.2.2. Materias primas básicas para la fabricación de alimentos balanceados. ....	21
2.2.3. Descripción del proceso de elaboración del balanceado. ....	22
2.2.4. Sistemas de mezclado en la fabricación. ....	23
2.2.5. Rendimiento volumétrico. ....	23
2.2.6. Almacenamiento. ....	24
2.2.7. Tolva. ....	24

2.2.7.1.Elementos de la tolva.....	24
2.2.7.2.Cálculo estructural de la tolva. ....	25
2.2.8.Tornillo sinfin. ....	25
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>26</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>26</b>
3.1.Localización.....	27
3.2.Tipo de investigación. ....	27
3.2.1.De campo.....	27
3.2.2.Documental.....	27
3.3.Método de investigación.....	27
3.3.1.Deductivo. ....	27
3.3.2.Inductivo.....	28
3.3.3.Analítico. ....	28
3.3.4.Sintético.....	28
3.4.Fuentes de recopilación de información.....	28
3.4.1.Fuentes primarias.....	28
3.4.2.Fuentes secundarias. ....	28
3.5.Diseño de la investigación.....	29
3.5.1.Diseño no experimental.....	29
3.6.Instrumentos de investigación. ....	29
3.6.1.Encuesta.....	29
3.7.Equipo Humano.....	29
3.7.1.Materiales de oficina .....	29
3.7.2.Equipo de oficina.....	30
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>31</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>31</b>
4.1.Resultados.....	32

4.1.1.Resultados de la encuestas.....	32
4.2.Diseño de componentes.....	39
4.2.1.Diseño de la tolva.....	39
4.2.2.Calculo del tornillo sinfín.....	44
4.2.3.Número de revoluciones para el caudal requerido.....	47
4.2.4.Relación de transmisión.....	48
4.2.5.Potencia del motor.....	49
4.2.6.Verificación de esfuerzos en la estructura mediante el Método de Elementos Finitos (MEF). 51	
4.2.7.Análisis de esfuerzos en el eje y tornillo sinfín mediante el Método de Elementos Finitos (MEF).....	61
4.2.8.Selección del Variador de Frecuencia.....	68
4.2.10.Discusión.....	71
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>73</b>
5.1.Conclusiones.....	74
5.2.Recomendaciones.....	75
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>76</b>
<b>CAPITULO VII ANEXOS</b> .....	<b>79</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Conocimiento sobre el proceso de las máquinas de mezclado.....	32
<b>Tabla 2.</b> Beneficios del mezclado del balanceado.....	33
<b>Tabla 3.</b> Máquinas dedicadas al mezclado de balanceado.....	34
<b>Tabla 4.</b> Demanda de máquinas mezcladora de balanceados.....	35
<b>Tabla 5.</b> Mezcladora de alimentos balanceados en San Luis.....	36
<b>Tabla 6.</b> Inversión de capital en máquinas de mezclado.....	37
<b>Tabla 7.</b> Beneficios de vinculación con colectividad.....	38
<b>Tabla 8.</b> Capacidad de producción de la mezcladora según revoluciones.....	49
<b>Tabla 9.</b> Propiedades físicas de la estructura.....	54
<b>Tabla 10.</b> Propiedades del estudio realizado en el software.....	55
<b>Tabla 11.</b> Unidades utilizadas en el estudio.....	55
<b>Tabla 12.</b> Propiedades del material.....	56
<b>Tabla 13.</b> Sujeciones.....	56
<b>Tabla 14.</b> Carga frontal.....	57
<b>Tabla 15.</b> Carga central.....	57
<b>Tabla 16.</b> Detalles del mallado.....	58
<b>Tabla 17.</b> Tensiones Von - Misses.....	58
<b>Tabla 18.</b> Deformación en la estructura.....	59
<b>Tabla 19.</b> Factor de seguridad en la estructura.....	60
<b>Tabla 20.</b> Propiedades físicas del tornillo.....	62
<b>Tabla 21.</b> Propiedades del estudio realizado en el software.....	62
<b>Tabla 22.</b> Unidades utilizadas en el estudio.....	63
<b>Tabla 23.</b> Propiedades del material.....	63
<b>Tabla 24.</b> Sujeciones.....	64
<b>Tabla 25.</b> Carga horizontal.....	64
<b>Tabla 26.</b> Detalles del mallado.....	64
<b>Tabla 27.</b> Tensiones Von - Misses.....	65
<b>Tabla 28.</b> Deformación en la estructura.....	66
<b>Tabla 29.</b> Factor de seguridad en la estructura.....	67
<b>Tabla 30.</b> Gastos de investigación.....	70
<b>Tabla 31.</b> Costos directos.....	70
<b>Tabla 32.</b> Costo total de la máquina.....	70

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Elementos constitutivos del mezclador.....	11
<b>Figura 2.</b> Esquema Mezcladora vertical .....	13
<b>Figura 3.</b> Esquema Mezclador horizontal.....	14
<b>Figura 4.</b> Esquema Mezcladora de tambor .....	14
<b>Figura 5.</b> Esquema de variador de frecuencia .....	16
<b>Figura 6.</b> Esquema de Fases de un convertidor de frecuencia.....	17
<b>Figura 7.</b> Esquema de un rectificador controlado.....	17
<b>Figura 8.</b> Diagrama de conversión de frecuencia .....	18
<b>Figura 9.</b> Esquema electrónico de un variador de frecuencia.....	19
<b>Figura 10.</b> Esquema de las Fases de operación de un variador de frecuencia.....	19
<b>Figura 11.</b> Elementos de la tolva .....	25
<b>Figura 12.</b> Concomimientos de mezclados de alimentos balanceados.....	32
<b>Figura 13.</b> Beneficios del mezclado del balanceado a varias velocidades. ....	33
<b>Figura 14.</b> Existencia de máquinas mezcladoras de balanceado en San Luis. ....	34
<b>Figura 15.</b> Demanda de máquinas de mezclado de alimentos balanceados. ....	35
<b>Figura 16.</b> Servicio de máquinas mezcladoras de alimentos balanceados. ....	36
<b>Figura 17.</b> Inversión de capital en máquinas mezcladoras de alimentos balanceados. ....	37
<b>Figura 18.</b> Beneficios de la vinculación de la UTEQ, mejora de maquinarias. ....	38
<b>Figura 19.</b> Mezcladora de balanceados .....	39
<b>Figura 20.</b> Espesor de pared de la tolva.....	42
<b>Figura 21.</b> Diámetro de la hélice de transporte.....	46
<b>Figura 22.</b> Angulo de inclinación. ....	47
<b>Figura 23.</b> Carga aplicada a tolva frontal .....	52
<b>Figura 24.</b> Carga central .....	53
<b>Figura 25.</b> Características del variador de frecuencia .....	69

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Propiedades del acero ASTM A-36 .....	80
Anexo 2. Tipos de materiales y coeficientes de llenado.....	80
Anexo 3. Motor seleccionado .....	83
Anexo 4. Tablas de chavetas para acople poleas.....	84
Anexo 5. Chumaceras de pared seleccionadas. ....	85
Anexo 6. Bandas de transmisión seleccionadas. ....	86
Anexo 7. Planos.....	86

## Código Dublin

Título:	“Diseño de una máquina mezcladora de alimentos con diferentes frecuencias. Destinada al gremio de pequeños productores de animales del recinto San Luis”				
Autor:	García Carranza Andrés Alejandro				
Palabras clave:	Calidad	Alimentación	Rendimiento	Mezcladora de alimentos	
Fecha de publicación:	26-Mar-2016				
Editorial:	Quevedo: UTEQ,2016				
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p><b>Resumen.-</b> El proyecto de investigación surge de la necesidad de los pequeños y medianos productores de animales en el recinto San Luis, Cantón Mocache, de optimizar el proceso de alimentación, los mismos que utilizan alimentos balanceados a base de maíz y de suplementos vitamínicos con el fin de obtener un desarrollo adecuado del sector pecuario, que desde hace mucho tiempo atrás se lo ha realizado de forma manual, ya que el incremento de producción de los animales, sus derivados y los costos de <b>alimentación</b> se ven directamente afectados por el recurso humano encargado del proceso de mezclado y control de <b>calidad</b> de mezcla homogénea del balanceado. La investigación que se realiza en este recinto, incluye distintos enfoques alimenticios para los animales, para lo cual se utiliza distintas materias primas como es el maíz, trigo y soya que corresponden a balanceados destinados netamente a alimentación. Debido, que la composición del balanceado en su mayor es parte es maíz, es de vital importancia para obtener un aprovechamiento óptimo del proceso de mezclado, una correcta homogeneidad de la mezcla con el fin de que los nutrientes sean asimilados y aprovechados en su totalidad por el ganado, obteniendo un alimento de máximo <b>rendimiento</b>.</p> <p>Para el desarrollo de esta investigación se realizó encuestas a los diferentes moradores y productores del sector, los que se ven directamente relacionados con el proceso de alimentación a animales,</p>				

se utilizaron varios métodos de nivel teórico de análisis-síntesis e inducción-deducción, y como aporte práctico de esta investigación se diseñó una máquina **mezcladora de alimentos** de varias frecuencias, controladas por un variador de velocidades para el proceso de mezclado, la misma que satisface la demanda de producción local, adicionalmente se realizaron planos constructivos con el fin que pueda ser construida varias veces según sea la necesidad de la colectividad en general.

### **Palabras Claves.**

*Calidad, alimentación, rendimiento, mezcladora de alimentos.*

**Abstract .-** The research project arises from the need of small and medium producers of animals in the enclosure San Luis, Mocache Canton, the same as using balanced feed based on corn and vitamin supplements in order to obtain adequate development of the livestock sector , as increased production of animals and animal products, it includes optimization of feeding them that long ago it has been done manually and feed costs are directly affected by the human resource manager mixing process and quality control of homogeneous mixture of balanced and understanding within the enclosure where carried out the research study includes various dietary approaches for animals, so different raw material is corn, wheat and soybeans used to clearly intended to correspond to balanced diet, it is also important to mention the development of the livestock sector within the enclosure as is the production of animals and their derivatives, where your goal is mainly to supply farms producing chickens, pigs, shrimp, etc. Because the composition is balanced for the most part it is corn. It is vital for optimal utilization of the mixing process proper homogeneity of the mixture so that the nutrients are assimilated and fully exploited by livestock, thus obtaining a food of maximum performance. Made adequate study, a mixing machine food various frequencies, controlled by a speed variator for the mixing process, the same that satisfies the demand for local production, additionally

	<p>construction drawings were made so that it can be built designed several times depending on the needs of the community in general.</p> <p><b>Keywords.</b></p> <p>Quality, power, performance, variable speeds.</p>
Descripción:	96 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm; 10 hojas: 29.7 x 42.0 cm + CD-ROM 6162
URI:	<u>(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)</u>

## INTRODUCCIÓN

La capacidad de producir más a menor costo es el objetivo de toda organización, el recinto San Luis no es la excepción, en donde se ha visto la necesidad de implementar maquinaria sofisticada, con el fin de mejorar el proceso de alimentación para el ganado como para la parte pecuaria y sus derivados.

La optimización del proceso de mezclado de balanceados ayuda a disminuir los costos de producción al reducir personal encargado de esta tarea, conforme a esto la implementación de una máquina automatizada de mezclado mejora considerablemente la calidad del proceso y se obtiene una mezcla homogénea con una capacidad de mezclado mínima de 1000 kg/hora.

Hoy en día los avances tecnológicos permiten desarrollar cualquier tipo de mecanismo o máquina de forma digital antes de proceder a construirla, esto mediante técnicas CAD (Design Aided Computer) que son herramientas de ingeniería y están presentes en las diferentes disciplinas y técnicas, como es el campo aeroespacial, industrial y en nuestro caso el área de ingeniería mecánica enfocada a procesos agroindustriales. Es importante también destacar el análisis mediante el MEF (Método de Elementos Finitos) que en muchos programas de diseño mecánico ya viene integrado, esta herramienta nos permite por medio de un proceso de mallado identificar los esfuerzos máximos producidos en los elementos mecánicos y de esta manera determinar si las dimensiones son adecuadas o necesitaría algún tipo de refuerzo o sobre espesor.

Una de las verificaciones más importantes durante el proceso de diseño mecánico con la ayuda CAD es simular el movimiento de los diferentes componentes con el fin de evitar colisiones o fricciones innecesarias entre los mecanismos, además esta herramienta nos permite optimizar al máximo el material a utilizar ya que también podemos obtener planos de construcción.

Para el diseño de la máquina se obtuvo información relevante de los pequeños y medianos productores de la zona y cuál es la necesidad que ellos tenían. Todos los componentes fueron diseñados y los materiales y componentes se tomaron de catálogos y de información de empresas dedicadas a la construcción e implementación de maquinaria agroindustrial en la localidad.

**CAPITULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación.**

Insuficiente maquinaria agroindustrial – pecuaria destinada al procesamiento de balanceados para animales del sector San Luis del cantón Mocache.

### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

En la actualidad el lugar donde se realiza el proyecto de investigación no dispone de una máquina para el proceso de alimentación en el sector pecuario, lo que comprende la elaboración de balanceados para obtener una mezcla homogénea y así garantizar una adecuada alimentación para un mejor desarrollo de los animales a bajo costo.

La competitividad en el mercado hace que día a día se realicen proyectos productivos de vinculación relacionados estrechamente con los pequeños y medianos productores los mismos que al no tener una correcta organización ven afectada su producción y por ende la calidad de los productos derivados de los animales.

#### **Diagnóstico.**

Actualmente el mezclado se lo realiza de una forma poco técnica (con palas) y de esta manera no se llega a tener una mezcla homogénea del alimento para cubrir varios tipos de combinaciones de balanceados acorde el animal alimentar y según su necesidad vitamínica y se pueden presentar los siguientes problemas:

- Desnutrición del animal.
- Gastos adicionales.
- Retraso en obtener el producto final.

#### **Pronóstico.**

La implementación de este tipo de maquinaria hace posible que los costos de producción se mantengan a un nivel accesible para el pequeño productor que frente a la necesidad de maquinaria opta por importar este tipo de máquinas a costos más elevados y sin posibles garantías ante posibles averías de las mismas. Dado al amplio conocimiento técnico es

posible diseñar una máquina adecuada para el mezclado de balanceados en el sector de San Luis cantón Mocache, la misma que dispone de un análisis estructural y verificación de funcionamiento computacional previa su posterior construcción.

### **1.1.2. Formulación del problema.**

¿Cómo obtener una mezcla homogénea de balanceados que sirva de alimento de acuerdo al animal y según su necesidad vitamínica y proteica?

### **1.1.3. Sistematización del problema.**

¿Cómo diseñar una máquina mezcladora de alimentos balanceados?

¿Cuáles son los componentes y mecanismos de la máquina?

¿Cómo verificar el funcionamiento y esfuerzos estructurales de la máquina previa a su fabricación?

## **1.2. Objetivos.**

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

Diseñar una máquina mezcladora de alimentos con diferentes frecuencias, que satisfaga la demanda de los pequeños productores del recinto San Luis, del cantón Mocache.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar los cálculos necesarios para el diseño de la máquina mezcladora de balanceado.
- Analizar los diferentes componentes y mecanismos de la máquina mezcladora.

- Modelar y Simular mediante software de diseño mecánico, elementos finitos, el funcionamiento y los esfuerzos estructurales producidos en la máquina.

### **1.3. Justificación.**

Debido al amplio crecimiento del sector pecuario en el recinto San Luis se ve la necesidad de optimizar la producción de animales y sus derivados con el fin de obtener mejores réditos económicos a menor inversión de capital. Los moradores del sector frecuentemente realizan el proceso de mezclado de manera manual generando mayores costos de producción y a la vez alimentando inadecuadamente a sus animales.

Una de las principales ventajas de la implementación de una máquina que ayude al pequeño productor es la calidad de producto obtenido, ya que al ser una máquina de gran capacidad se puede producir una mezcla adecuada como una cantidad de procesamiento por ahora adecuada.

Mediante este sistema electrónico también se puede obtener distintas velocidades de mezclado con la implementación de variadores de frecuencia acopladas al motor eléctrico, el mismo que varía el número de revoluciones del sinfín y por ende la velocidad tangencial en las paletas de la máquina lo que resulta en mayor o menor grado de dispersión del producto a mezclar según sea la necesidad del productor.

Otra ventaja de la implementación del diseño es la fácil documentación que este estudio brinda, esto quiere decir la disposición de los planos constructivos que serán accesibles para toda la colectividad con el fin de beneficiar a toda la comunidad en general.

**CAPITULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA**  
**INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual.**

### **2.1.1. Alimentos Balanceados.**

En la nutrición práctica un concentrado suele describirse como un alimento o una mezcla de alimentos que proporciona nutrientes primordiales (proteína, hidratos de carbono y grasa) y contiene menos del 18% de fibra bruta. No obstante, en el comercio de los alimentos el término concentrado se ha destinado casi universalmente para los suplementos preparados comercialmente [2].

En este sentido el término concentrado hace referencia a una concentración de proteínas, minerales, o vitaminas que es superior a las encontradas en los alimentos básicos. Estos concentrados se presentan corrientemente en forma de mezclas, las cuales pueden suministrar varios nutrientes individuales con los que deben reforzarse los alimentos básicos para obtener raciones adecuadas [2].

### **2.1.2. Maíz.**

Este cereal está extendido como cultivo agrícola en todo el mundo sin embargo, su origen no se ha podido establecer con precisión. Existen teorías de que el maíz es originario de Asia o del valle Central de México o de los Altiplanos de Perú, Ecuador y Bolivia, no obstante se puede afirmar que el maíz ya se lo cultivaba en América Latina desde épocas precolombinas [3].

El maíz ocupa el tercer lugar en la producción mundial después del trigo y el arroz no solo por la facilidad de adaptación a diversas condiciones ecológicas y edáficas si no por los usos que detallamos a continuación que le confieren importancia económica [3].

#### **2.1.2.1. Clasificación Botánica.**

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pterapsidae

Clase: Angiosperma  
Subclase: Monocotiledónea  
Orden: Graminales  
Familia: Gramineae  
Tribu: Maydeae  
Género: Zea  
Especie: Mays  
Nombre científico: Zea mays L [3].

#### **2.1.2.2. Valores Nutricionales del Maíz.**

El maíz es el cereal más adquirido en el Continente, el cual posee características ideales y únicas en contra del colesterol [4].

Características del Maíz:

100 gr., de maíz contribuyen:

- Proteínas: 10 gr.
- Fibras: 10 gr.
- Hidratos de carbono: 66 gr.
- Grasas: 25 gr.
- Vitaminas: A (12%), B1 (25%) y B3 (9%).
- 265 calorías. [4].

#### **2.1.3. Soya.**

La soya es una planta de alto valor nutricional y proteico, buena calidad del aceite de su semilla. Anualmente se siembran en el mundo más de 80 millones de hectáreas en zonas ubicadas entre latitudes 50° N y 40° S y entre altitudes que van desde 0 hasta los 1200 msnm. La mayoría de investigadores coinciden en que la soya se originó en las provincias nororientales de China y Manchuria, región en que la soya era cultivada para la alimentación humana y animal desde un periodo no menos de 7.000 años [5].

### **2.1.3.1. Clasificación Botánica.**

Reino: Vegetal  
División: Angiospermas  
Clase: Dicotiledóneas  
Orden: Rosales  
Familia: Leguminosae  
Subfamilia: Faboideae  
Género: Glycine  
Subgénero: Soya  
Especie: G. max (L) Merrill [5]

### **2.1.3.2. Valor nutricional de la soya.**

- Proteína: 40.3 %
- Aceite: 21 %
- Carbohidrato: 33.8 %
- Minerales: 4.9 % [6]

### **2.1.4. Trigo.**

#### **2.1.4.1. Origen, características e importancia del trigo duro.**

El inicio del cultivo de plantas fue originalmente descrito como la revolución neolítica. Para el trigo, es probable que su cultivo se iniciase alrededor del 12.000 antes de la actualidad (a.a.) y en algún lugar del creciente fértil (actual Mesopotamia). Estudios con marcadores moleculares han mostrado que todas las formas cultivadas tienen su origen en las montañas del suroeste de Turquía, desde donde se distribuyeron hacia el norte y el sur de Mesopotamia alrededor del 10.000 a.a. Posteriormente, se distribuyó a lo largo de toda la cuenca mediterránea, hasta llegar a Italia y España alrededor del año 7000 a.a [7].

#### **2.1.4.2. Clasificación Botánica.**

División: Magnoliphyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales (Graminales)

Familia: Gramíneas (Poaceas),

Subfamilia: Festucoidae,

Tribu: Triticaceae (Hordeae),

Género: Triticum

#### **2.1.5. Mezcladora de alimentos balanceados.**

“La principal razón de crearse una mezcladora de alimentos balanceados, es el originar una mezcla similar de las cantidades correctas de cada nutriente, evitándose que afecte negativamente el rendimiento de los animales al consumir estos alimentos” [8].

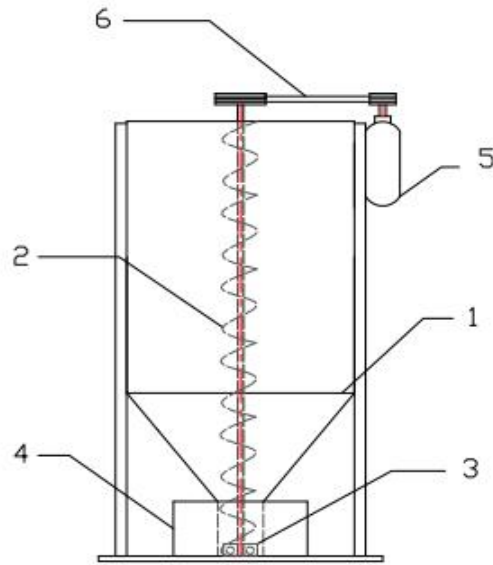
“La razón primordial de una mezcladora es mover las partículas de los ingredientes; teniéndose en cuenta que un mezclado más eficaz y rápido, se logra con una mezcladora que origina un máximo movimiento de partículas” [8].

##### **2.1.5.1. Elementos del mezclador.**

El mezclador de la planta de balanceados consta de las siguientes partes:

1. Carcasa cilíndrico - cónico
2. Tornillo sinfín
3. Chumacera
4. Tolva de alimentación
5. Motor eléctrico
6. Poleas

**Figura 1.** Elementos constitutivos del mezclador



**FUENTE:** [9]

### **2.1.5.2. Mezclado.**

La mezcla tiene por objeto combinar todos los componentes que entran en distinta proporción y con características muy variadas, como densidad, tamaño, etc. Para conseguir la distribución uniforme de cada materia prima, es decir homogenizar el producto, esto crea un valor agregado que no existe en los ingredientes de manera individual. Las cantidades de cada componente que se van a mezclar dependen del tipo de fórmula que se esté realizando, la cual previamente se balancea de acuerdo a la composición de las materias primas.

Aunque las mezclas que se realizan en la planta son diferentes tanto en ingredientes como en cantidad, el orden de mezclado es prácticamente el mismo en todos los casos. [10].

### **2.1.5.3. Factores que influyen en la mezcla.**

Existen algunos factores que influyen en la mezcla, tales como:

- a) Tamaño de partícula
- b) Forma de la partícula

c) Peso específico

d) Humedad

a) Tamaño de la Partícula.

El tamaño de la partícula es importante, puesto que conforme disminuye el tamaño, se produce una distribución más uniforme. La reducción del tamaño a la mitad altera las características del mezclado por más de dos veces. Entre las características afectadas se incluye la absorbencia por ingredientes líquidos.

El tamaño óptimo de la partícula se establece a raíz del tipo de alimento o de animal consumidor.

b) Forma de la partícula.

La rapidez y eficiencia del mezclado depende de la forma de la partícula, una forma menos angular y más redondeada aumenta la rapidez y eficiencia del mezclado.

c) Peso Específico.

Los productos que tienen mayor peso específico, tienden a caer hacia el fondo de la mezcla y la de menor se queda en la parte superior.

d) Humedad.

La humedad afecta la correcta dispersión de las partículas provocando la formación de grupos aislados.

## **2.1.6. Tipos de mezcladoras.**

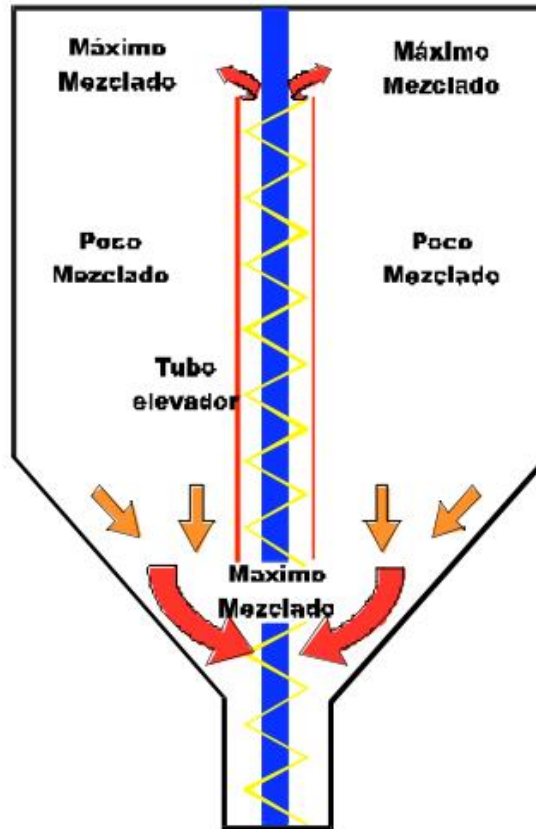
### **2.1.6.1. Mezcladoras verticales.**

“Una mezcladora vertical puede llegar a originar una mezcla similar en 8 a 10 minutos si se utiliza el sistema de doble gusano, en comparación con una que comúnmente tarda de 12 a 15 minutos” [8, p. 9].

“Se debe detallar que solo el 10% de alimento es movido en igual tiempo, en vista que la mayor parte del mezclado se da a través de un tubo elevador y un gusano, que origina la

recirculación de los ingredientes, por la razón primordial que los alimentos que se encuentran afuera del tubo no son movidos rápidamente necesitando más tiempo” [8, p. 9].

**Figura 2.** Esquema Mezcladora vertical



FUENTE: [8, p. 9]

### 2.1.6.2. Mezcladora Horizontal.

“Las mezcladoras horizontales pueden originar una mezcla uniforme de 2 a 4 minutos, mezclando en su totalidad las partículas que se encuentran en movimiento. Se debe detallar además que este tipo de mezcladoras son estacionarias” [8, p. 10].

“La ventaja de las mezcladoras horizontales en comparación con las verticales es que su desgaste es más lento, obteniéndose un costo de producción por año más bajo” [8, p. 10].

“La desventaja de las mezcladoras horizontales en función a las verticales es su costo, en vista que son más caras, por sus componentes de mayor resistencia” [8, p. 10].

**Figura 3.** Esquema Mezclador horizontal



FUENTE: <http://molinosazteca.com/blog/post.php?id=2>

### 2.1.6.3. Mezcladora de tambor.

“Esta clase de máquina, revuelven sus ingredientes de la misma forma que las mezcladoras de concreto teóricamente hablando, dándose un mezclado eficiente, aunque se dan problemas de atascamiento cuando se añaden sustancias pegajosas” [8, p. 10].

“Se debe detallar que hay información reducida con respecto a su confiabilidad o capacidad referente a la mezcla uniforme” [8, p. 10].

**Figura 4.** Esquema Mezcladora de tambor



FUENTE: <http://www.tabletpress.es/chemical-mixer.html>

### 2.1.7. Motor eléctrico.

“Es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica rotacional en el eje, accionando cualquier tipo de carga mecánica” [11].

Los motores eléctricos más importantes son

- Motores de corriente continua.
- Motores de corriente alterna.
- Motores universales [11].

#### **2.1.7.1. Motores de corriente continua.**

Los motores de corriente continua o directa son aquellas máquinas que gracias a su campo magnético transforman la energía eléctrica en mecánica. [11]

Una máquina de corriente continua (generador o motor) se compone principalmente de dos partes. El estator da soporte mecánico al aparato y contiene los devanados principales de la máquina, conocidos también con el nombre de polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre un núcleo de hierro. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente directa mediante escobillas fijas (conocidas también como carbones). [11]

#### **2.1.7.2. Motores de corrientes alterna.**

“Se conocen como motores de corriente alterna a los motores eléctricos que solo pueden funcionar con alimentación de este tipo, convirtiendo la energía eléctrica en fuerzas de giro” [11].

“Un generador eléctrico, transforma la energía mecánica de rotación en eléctrica, especificando que la máquina más simple de este tipo es el alternador” [11].

#### **2.1.7.3. Motores universales.**

El motor universal, es un motor capaz de trabajar tanto en corriente continua (DC) como en corriente alterna (AC), su aplicación principal es para herramientas portátiles debido a su bajo coste, su reducido tamaño, su poco peso y que pueden trabajar en corriente alterna (AC 60 Hz), las ventajas de este motor son grandes pares de arranque y elevadas velocidades de rotación cuando se alimentan con excitación en serie (características semejantes al motor de continua con excitación en serie), sus desventajas es

que necesitan mantenimiento (cambio de escobillas) aunque en aplicaciones domésticas no suelen llevar a cabo este mantenimiento, y se dimensionan las escobillas hasta el fin de la vida útil del electrodoméstico. [11].

### 2.1.8. Variadores de frecuencia.

“Es un aparato de elementos electrónicos, que trabaja con un motor jaula de ardilla, provocando su arranque y parada más suave, controlando la velocidad del motor, por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor desde la red eléctrica, convirtiéndose como mejor alternativa el uso de estos equipos” [12, p. 18].

**Figura 5.** Esquema de variador de frecuencia



**FUENTE:** <http://www.grupolevano.com/descripcion.php?codprod=282>

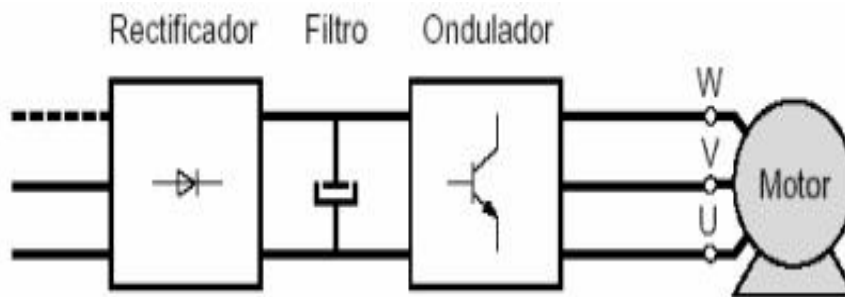
“El objetivo del variador de frecuencia es regular la velocidad mediante el ahorro de energía, teniendo presente que la característica principal es voltaje/frecuencia = CTE, produciendo de esta forma un desplazamiento de la curva de Torque vs RPM. Al obtener  $V/F = Cte. = Flujo$ , logrando el máximo torque de arranque con una corriente de arranque controlada” [12, p. 18].

“La manera de variar la velocidad de un motor es: realizando un control que logre obtener un torque máximo el cual puede ser dado por PWM, el cual ubica de manera perpendicular los ejes de Flujo y Corriente” [12, p. 19].

### 2.1.8.1. Fases operativas de un variador de velocidad.

“Un ordenador electrónico de velocidad está constituido por circuitos que concentran transistores de potencia como el IGBT o tiristores, siendo su principio básico de convertir la energía eléctrica de frecuencia industrial en energía eléctrica de frecuencia variable”. [12, p. 20].

**Figura 6.** Esquema de Fases de un convertidor de frecuencia

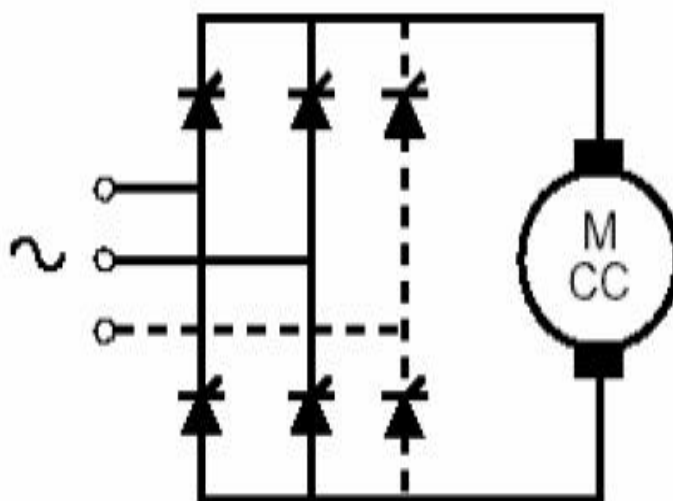


FUENTE: <http://www.instrumentacionycontrol.net>

### 2.1.8.2. Fase Rectificadora.

“En la siguiente fase se transforma el voltaje alterno en continuo, mediante un bloque rectificador, constituido por tiristores, diodos, etc., aceptando entradas monofásicas y trifásicas actuando como un convertidor de fase, el variador de velocidad”. [12, p. 20].

**Figura 7.** Esquema de un rectificador controlado



FUENTE: <http://www.instrumentacionycontrol.net>

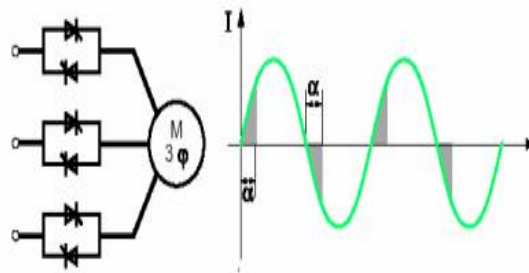
### 2.1.8.3. Fase de filtrado.

“En ésta fase, la energía intermedia es de corriente continua la cual es filtrada para minimizar el voltaje rectificado, mediante condensadores y bobinas optimizando el factor de potencia, consiguiendo un voltaje continuo y fijo” [12, p. 21].

### 2.1.8.4. Fase onduladora o inversor (“inverter”).

“En esta última etapa el Inversor convierte la tensión continua de la etapa de filtrado en otra tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos, empleándose en la actualidad IGBT’s para crear los pulsos controlados de tensión. Los IGBT remiten pulsos de duración variable obteniendo una corriente casi senoidal en el motor”. [12, p. 21].

**Figura 8.** Diagrama de conversión de frecuencia

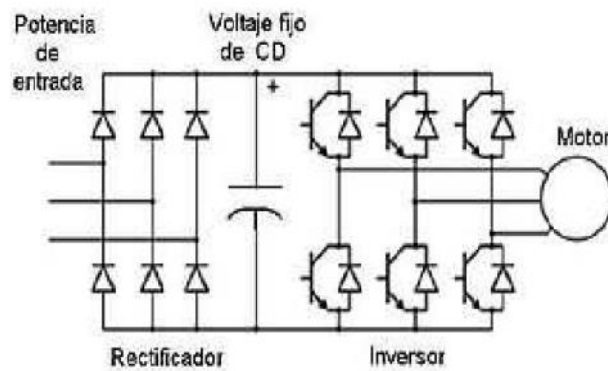


FUENTE: <http://www.instrumentacionycontrol.net>

### 2.1.8.5. Fase de control.

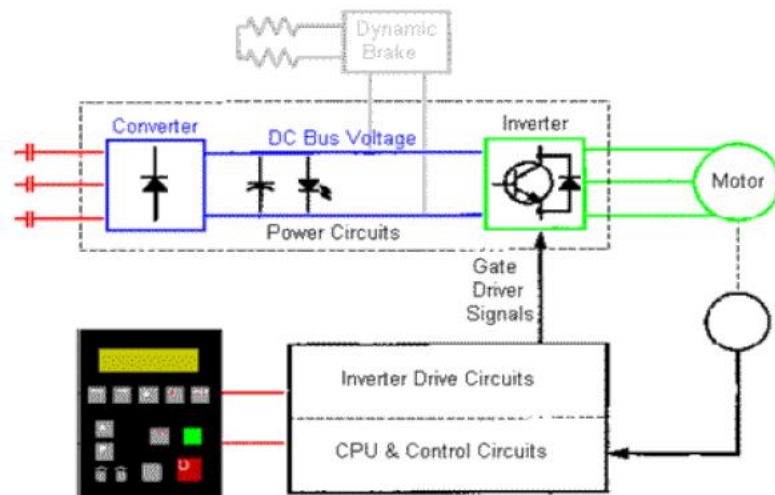
“En la siguiente fase se controla a los IGBT que provocan pulsos variables de tensión y frecuencia que ingresarán al motor. La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Teniendo presente que una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor y por ende el rendimiento del mismo. Las señales de control para arranque, parada y variación deben ser aisladas galvánicamente. Se debe detallar además que comúnmente se instala con cable apantallado, para impedir que falsas señales ingresen al control”. [12, p. 22].

**Figura 9.** Esquema electrónico de un variador de frecuencia



FUENTE: <http://www.instrumentacionycontrol.net>

**Figura 10.** Esquema de las Fases de operación de un variador de frecuencia.



FUENTE: <http://www.instrumentacionycontrol.net>

#### 2.1.8.6. Programación de un variador de frecuencia.

“Se debe detallar que la mayoría de variadores tienen un grupo de valores donde se mira la conducta dinámica del equipo y parámetros de configuración, como:

- Límites de torque.
- Entradas y salidas digitales.
- Entradas y salidas analógicas
- Elección de operación del dispositivo, etc.
- La forma que comúnmente se utiliza para programar un variador de frecuencia es manipulando un panel frontal donde se selecciona parámetros adaptables”. [12, p. 25].

## **2.2. Marco referencial.**

### **2.2.1. Balanceados.**

La industria de alimentos balanceados se caracteriza por su estrecha conexión con las actividades pecuarias, principalmente la avicultura, la porcicultura y la ganadería.

Además, esta industria es una de los principales demandantes de bienes agrícolas, como sorgo, maíz amarillo duro y frijol de soya, constituyéndose en una de las industrias más influyentes en el desarrollo del sector agropecuario del país.

La caracterización de la industria del alimento balanceado adquiere especial importancia en el marco de análisis de la cadena de valor de carne de pollo, no sólo porque posee una elevada incidencia como insumo básico en los costos de producción sino por las implicancias desde el punto de vista de la organización de la industria.

La producción de alimentos balanceados consiste en unos pocos procesos, que además de ser muy simples, no varían mucho entre plantas, debido a la flexibilidad que estas brindan para la elaboración de diferentes tipos de alimentos, no obstante, los niveles de inversión para la operación de estas plantas son elevados; en primer lugar por los altos volúmenes de materias primas que deben procesar, al igual que el nivel de producción que genera la industria, y en segundo lugar, para la elaboración de alimentos balanceados, es lo más importante a considerar en la calidad o estándares de presentación de las materias primas, ya que estos factores influyen directamente sobre el rendimiento de los animales. [9]

#### **Balanceados para aves.**

Los alimentos balanceados para aves, están diseñados para brindar los nutrientes indispensables para cada una de las fases de producción, con el fin de lograr los mejores beneficios económicos en la explotación avícola, siguiendo recomendaciones de sanidad y manejo.

Todos los alimentos son elaborados con materias primas seleccionadas, calificadas de acuerdo a parámetros microbiológicos tolerantes establecidos para animales (bacterias totales, coliformes, hongos, micotoxinas, DON, T2, ocratoxina, calidad de grasas), además se toma en cuenta el valor de digestibilidad (mejor porcentaje de absorción de nutrientes). [9]

### **Balanceados para cerdos.**

Los alimentos para cerdos, están diseñados para brindar los nutrientes necesarios para el desarrollo del animal, y actualmente el objetivo obtener animales de 100 kg peso vivo en 150 días de vida, con un consumo inferior a 240kg de alimento por animal; logrando así obteniendo un productor para enfrentar los mercados que son cada vez más competitivos, obteniendo un mejor rentabilidad con su producción. [9]

### **Otros tipos de balanceados.**

Además de los alimentos balanceados mencionados anteriormente tenemos:

- Balanceados para bovinos
- Balanceados para equinos
- Balanceados para peces.

## **2.2.2. Materias primas básicas para la fabricación de alimentos balanceados.**

### **Ingredientes de origen vegetal.**

Este grupo de ingredientes representan una opción importante en la obtención de niveles proteicos significativos, como es el caso de la soya que aporta en un 45% de proteína.

Asimismo, hay materias primas cuyo aporte proteico es bajo, sin embargo son una fuente significativa de aglutinantes naturales, propiedad importante para la compactación del alimento balanceado. [13]

### **Cereales y legumbres.**

Grupo de materias primas que en muchos casos resultan de derivados de otras, como por ejemplo de la cosecha de arroz, el grano quebradizo es molido y comercializado como polvillo de arroz; asimismo, el afrecho de trigo resulta del subproducto harina de trigo.

Estos ingredientes son elementales en la fabricación de alimentos balanceados, por sus contenidos de fibra, gluten y almidones, los mismos que al ser tratados en el proceso, se forman cadenas moleculares que al ser mezclados con los demás ingredientes mejoran las uniones entre sí. Estos ingredientes son ideales por su bajo costo, y se los utiliza en gran medida como vehículos de premezclas vitamínicas y minerales. [13]

### **Ingredientes de origen marino.**

Las materias primas de origen marino contienen un 60% a 65% de proteína del total de su masa. Las principales harinas se las obtiene de peces como la Albacora, Bonito, Atún, entre otros peces que resultan de la pesca industrial, así como también de los desechos de las plantas atuneras. La obtención de estas harinas provienen de plantas harineras, a partir de las cuales la materia prima, llámense de pesca o desechos, pasa por un proceso térmico que asegura su estado de inocuidad, preservando su parte nutricional. Del conjunto de ingredientes de un alimento balanceado, éste es el principal por su alto valor proteico.

También se tienen harinas de calamar, de camarón, de pulpo, entre otras variedades de origen marino, pero son muy poco utilizadas para la obtención del alimento balanceado para el camarón. Entre las principales restricciones se tiene que, para el calamar es un producto de alto contenido fibroso, lo que dificulta el proceso de fabricación del alimento. Por otra parte, no se recomienda usar harina de camarón para evitar el canibalismo entre esa especie. [13]

### **2.2.3. Descripción del proceso de elaboración del balanceado.**

El proceso de elaboración del balanceado depende de algunas etapas, cuya finalidad es combinar ingredientes con características únicas en una ración formulada, para aportar todos los requerimientos nutricionales a los animales, es decir obtener un producto final de calidad.

Para elaborar los alimentos se requieren dos procesos básicos:

- La molienda.
- La mezcla.

Durante la fase de la molienda, se reduce el tamaño de las partículas de los ingredientes, con el fin de facilitar la mezcla y la digestión de los ingredientes en los animales. [9]

#### 2.2.4. Sistemas de mezclado en la fabricación.

Existen dos sistemas que pueden combinarse entre sí dando lugar a un sistema mixto:

- Premezcla: las materias primas se dosifican en grano y posteriormente se muelen en conjunto
- Premolienda: las materias primas se muelen individualmente y posteriormente se dosifican en harina para mezclarse a continuación.
- Mixto: se realiza la molienda individual para las materias primas de mayor volumen (cereales) y éstas se dosifican junto con el resto sin moler para ser todo ello molido nuevamente y mezclado al final.

#### 2.2.5. Rendimiento volumétrico.

La capacidad que tiene el molino para desintegrar o moler la materia prima en un determinado tiempo se define como rendimiento volumétrico.

En los molinos de martillos el rendimiento depende de los parámetros mecánicos y del modelo a construir o sea depende de las dimensiones, frecuencia de rotación del rotor forma de los martillos.

Existen ecuaciones empíricas para determinar el rendimiento volumétrico en los molinos de martillos, dependiendo si el diámetro del rotor es mayor que la longitud del rotor estas son las siguientes:

$$Q_0 = 0.1D_r^2L$$

Dónde:

$$Q_0 = R \quad V_t \quad \text{étl} \quad e \quad m \quad \text{cúb} \quad / \quad ho \quad (m^3/h)$$

$$D_r = D \quad \text{ám} \quad d \quad r \quad e \quad m \quad (m)$$

$$L = L \quad d \quad r \quad e \quad m \quad (m)$$

$$n = F \quad d \quad r \quad ónd \quad r \quad e \quad r \quad p \quad m \quad (r \quad )$$

### 2.2.6. Almacenamiento.

Una vez realizada la recepción de materia prima, estas son almacenadas en bodegas o en silos dependiendo del empaque del insumo. El producto a granel se almacena generalmente en silos con condiciones específicas de ventilación, que previenen un rápido deterioro de las materias primas.

Los insumos almacenados en bodegas están empacados en sacos y deben ser ubicados en estantes que permitan una ventilación apropiada para su conservación, además de permitir a los operarios una manipulación sencilla.

El almacenamiento de las materias es de gran importancia, ya que de este depende, en gran parte, la calidad del producto final. Para preservar las propiedades nutritivas de los ingredientes es indispensable una limpieza adecuada de los silos así como de las bodegas, para evitar la aparición de roedores, muy comunes en estas plantas debido a la abundancia de alimentos. [9]

### 2.2.7. Tolva.

El almacenamiento tiene como fin conservar los productos a través de un tiempo, de acuerdo a su durabilidad. Existen varias capacidades dependiendo del tipo de tolva, las que van desde 2.5 toneladas hasta 45 toneladas métricas.

La tolva de almacenamiento tiene la forma cilindro cónica, y en la parte inferior posee un sistema de descarga conformado por un tubo cilíndrico con tapa.

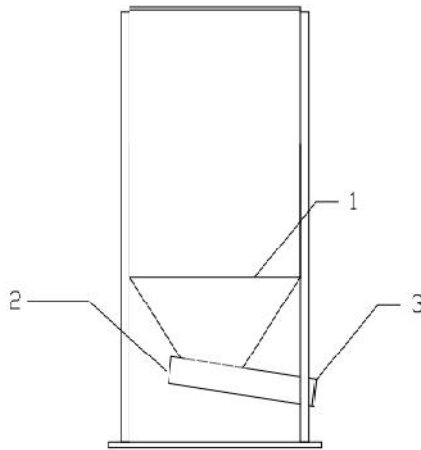
#### 2.2.7.1. Elementos de la tolva.

La tolva de almacenamiento consta de las siguientes partes:

1. Carcasa cilíndrico – cónico.

2. Sistema de descarga
3. Tapa sistema descarga

**Figura 11.** Elementos de la tolva



**FUENTE:** [9]

#### **2.2.7.2. Cálculo estructural de la tolva.**

El cálculo estructural de la tolva implica el cálculo de todos los diferentes elementos que la componen. Se ha dividido entonces este capítulo en los elementos principales que se calcularon, y se los presenta de una manera sincronizada, de acuerdo al orden de construcción.

#### **2.2.8. Tornillo sinfín.**

El tornillo sinfín se encuentra alojado en el interior del mezclador, su función es transportar la materia prima a la parte superior desde la base, para que esta se disperse en forma de pileta, y por gravedad caiga a la parte inferior, repitiendo el proceso de mezclado; además consta de una tolva de alimentación. [9].

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

### **3.1. Localización.**

Este proyecto de titulación se lo llevará a cabo entre la ciudad de Quevedo y Mocache, perteneciente a la región costa, Provincia de Los Ríos. Esta ciudad cuenta con una población de 173.575 habitantes, encontrándose a una altura de 74 metros sobre el nivel del mar.

### **3.2. Tipo de investigación.**

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

Mediante este tipo de investigación se realizó encuestas a los diferentes moradores y productores del sector, los que se ven directamente relacionados con el proceso de alimentación a animales.

#### **3.2.2. Documental.**

Esta investigación se llevó a cabo a través de la recopilación de información teórica, que nos permite comparar y profundizar los conocimientos, que nos sirven para el desarrollo del diseño de la máquina de mezclado de balanceados y su incidencia en la producción.

### **3.3. Método de investigación.**

#### **3.3.1. Deductivo.**

El siguiente método de investigación se utilizó con el objetivo de reclutar información y de esta manera obtener una base segura sobre el diseño para la máquina mezcladora de balanceados de maíz y suplementos vitamínicos, en especial conexiones del variador de frecuencia.

### **3.3.2. Inductivo.**

Este método se basa en explicar las conjeturas elaboradas referentes al desarrollo del diseño de la máquina de mezclado de balanceados a diferentes velocidades, fundamentándose en los indicios logrados para transformar los aspectos generales que favorecen al desarrollo de las conclusiones de la investigación que se está realizando.

### **3.3.3. Analítico.**

El método analítico se encuentra encaminado a analizar los datos de la encuesta elaborada a los productores del sector de San Luis, con el objetivo de verificar el acogimiento de la máquina. De la misma manera mediante un software de diseño mecánico fue posible detallar cada mecanismo de la maquina como posibles fallos en la manufactura de la misma.

### **3.3.4. Sintético.**

Con este método se reunieron las partes recopiladas más importantes a través de los métodos dados e indicados, para posteriormente proceder a comparar los resultados obtenidos e iniciar en la elaboración de las conclusiones del diseño de la máquina de mezclado de balanceado para animales en el sector de San Luis.

## **3.4. Fuentes de recopilación de información.**

### **3.4.1. Fuentes primarias.**

La recopilación de la información elaborada se dio a través de la observación directa, pláticas y encuestas.

### **3.4.2. Fuentes secundarias.**

La recopilación de esta información se dio mediante argumentos, web y revistas.

### **3.5. Diseño de la investigación.**

#### **3.5.1. Diseño no experimental.**

Esta investigación se originó en la búsqueda a una cantidad considerable de pequeños y medianos productores del sector pecuario en el recinto San Luis del Cantón Mocache, por lo que se han estudiado las variables referentes al tema.

### **3.6. Instrumentos de investigación.**

#### **3.6.1. Encuesta.**

Las encuestas fueron realizadas a los productores del sector de San Luis, los cuales están dentro del entorno de producción de carnes de animales y derivados, del sector pecuario en general, la encuesta trata de adquirir información relevante, para proceder a diseñar una máquina que cumpla las expectativas solicitadas en las encuestas.

### **3.7. Equipo Humano.**

**Autor:** Andrés Alejandro García Carranza

**Director de tesis:** Ing. Luis Gabriel Pico Saltos MSC.

#### **3.7.1. Materiales de oficina**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Remas de papel A4	4
CD-RW	10
Anillados	8
Carpetas	9
Empastados	2
Calculadora	1

### **3.7.2. Equipo de oficina**

Impresora	1
Computadora	1
Cámara fotográfica	1

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

## 4.1. Resultados.

### 4.1.1. Resultados de la encuestas.

Debido a que la investigación se la realizó en un pequeño sector donde existen 20 productores pecuarios, se tomó como muestra el 100% de la población, es importante destacar la información real y valedera con el fin de dar un resultado técnico adecuado y verídico.

#### PREGUNTA N° 1

¿Qué proceso de mezclado de alimentos balanceados conoce?

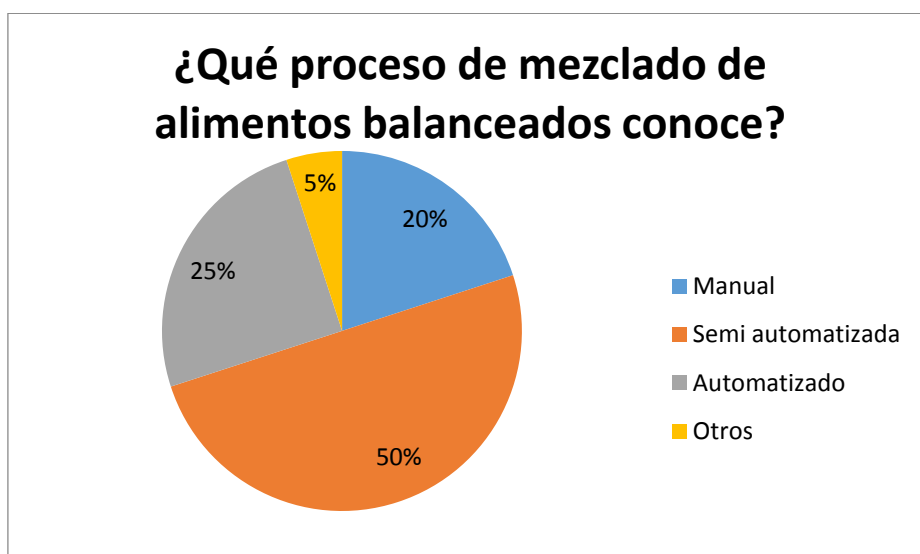
**Tabla 1.** Conocimiento sobre el proceso de las máquinas de mezclado

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Manual	4	20%
Semi automatizada	10	50%
Automatizado	5	25%
Otros	1	5%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**FUENTE:** Estudio de campo.

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Figura 12.** Concomimientos de mezclados de alimentos balanceados.



**ELABORADO POR:** EL AUTOR 2015

## ANÁLISIS.

El análisis de la figura de la primera pregunta, establece los conocimientos de máquinas mezcladoras de alimentos balanceados, de donde el 50% de encuestados tienen conocimientos sobre el proceso Semi Automatizado, el 25% conoce el proceso automatizado, el 20 % conocen el proceso manual y el 5% tienen conocimientos de otro tipo de procesos del mezclado de alimentos balanceados.

### PREGUNTA N° 2

¿Qué beneficios se obtiene al mezclar el balanceado a diferentes velocidades en el proceso semi automatizado?

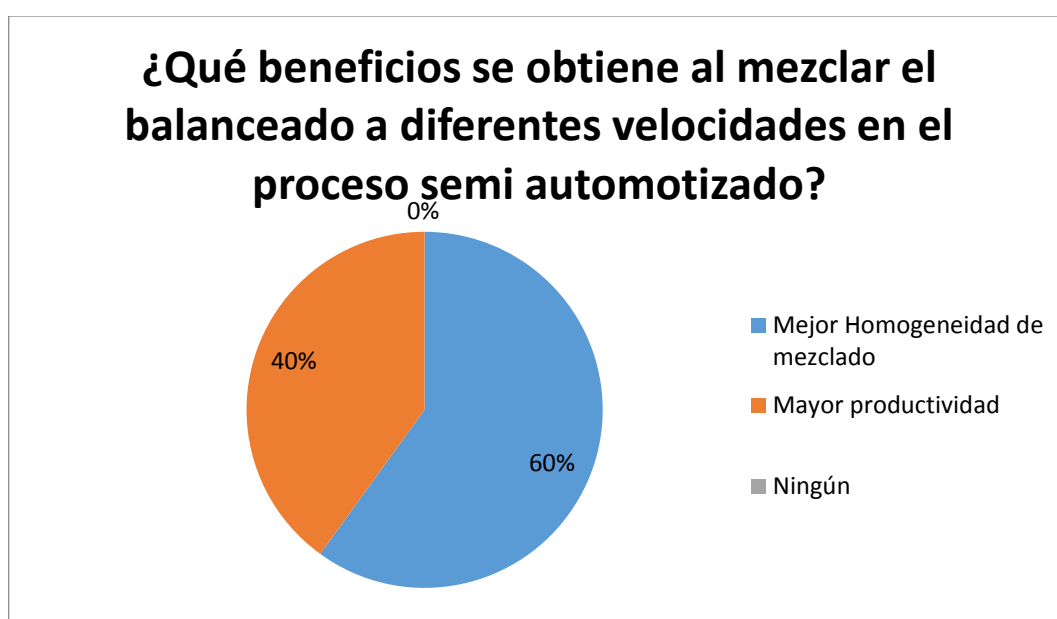
**Tabla 2.** Beneficios del mezclado del balanceado.

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Mejor Homogeneidad de mezclado	12	60%
Mayor productividad	8	40%
Ningún	0%	0%
<b>Total</b>	20	100%

FUENTE: ESTUDIO DE CAMPO.

ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

**Figura 13.** Beneficios del mezclado del balanceado a varias velocidades.



ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

## ANÁLISIS.

El análisis elaborado de la segunda pregunta, que se trata de qué beneficios se obtienen al mezclar el balanceado a diferentes velocidades en el proceso semi automatizado, determina que el 60% de encuestados observa mejor homogeneidad del mezclado, mientras que el 40% en cambio se fija en una mayor productividad existente en el proceso.

### PREGUNTA N°3

¿Existen máquinas dedicadas al mezclado de balanceados en el recinto San Luis?

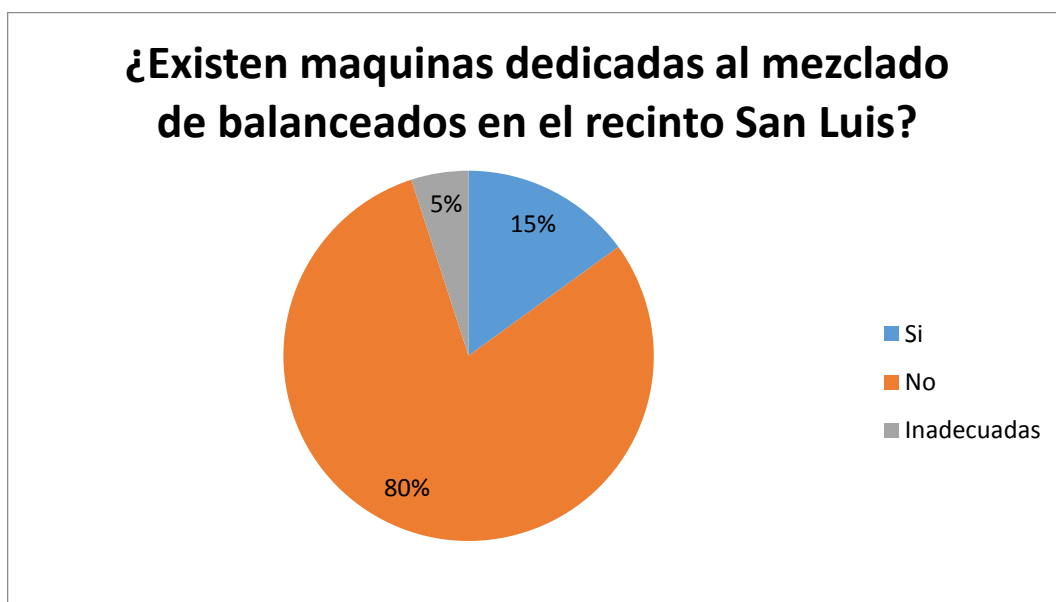
**Tabla 3.** Máquinas dedicadas al mezclado de balanceado.

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Si	3	15%
No	16	80%
Inadecuadas	1	5%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**FUENTE:** ESTUDIO DE CAMPO

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2105)

**Figura 14.** Existencia de máquinas mezcladoras de balanceado en San Luis.



**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

## ANÁLISIS.

Del análisis realizado a la tercera pregunta, que se trata sobre el conocimiento de la existencia de máquinas mezcladoras de balanceados en el recinto de San Luis, determina que el 80% de los encuestados no tienen conocimientos sobre máquinas dedicadas al mezclado de alimentos balanceados, mientras que el 15% si tienen conocimientos sobre esta clase de máquinas y finalmente el 5% tienen conocimiento de la existencia de máquinas mezcladoras inadecuadas.

### PREGUNTA N°4

¿Existe gran demanda de mezclado de alimentos balanceados para animales que justifique la inversión de automatizar el proceso?

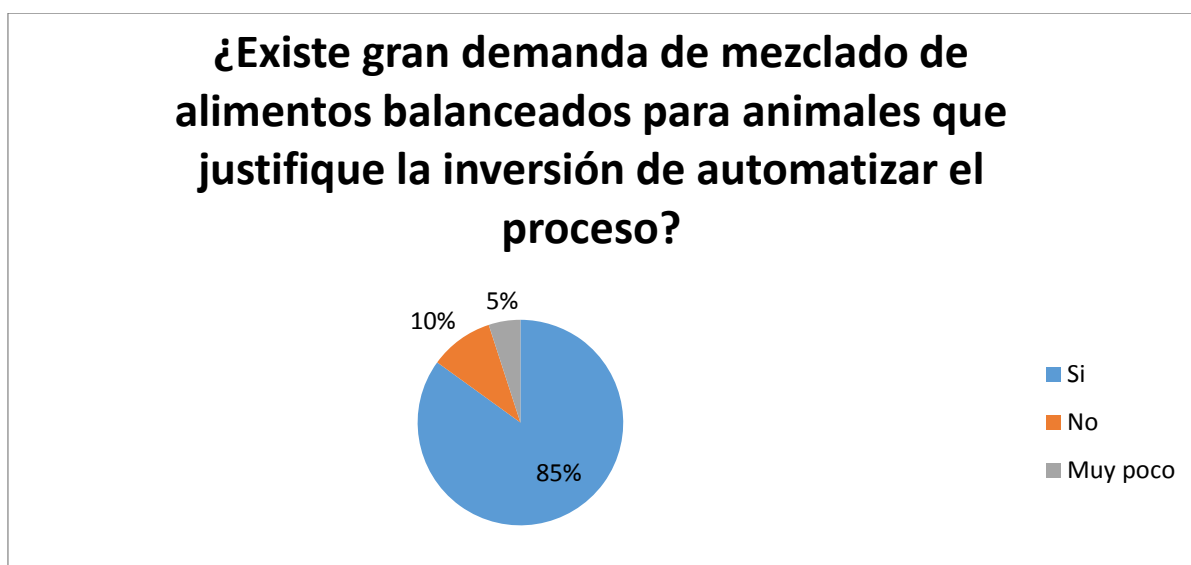
**Tabla 4.** Demanda de máquinas mezcladora de balanceados.

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Si	17	85%
No	2	10%
Muy poco	1	5%
<b>Total</b>	20	100%

FUENTE: ESTUDIO DE CAMPO.

ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

**Figura 15.** Demanda de máquinas de mezclado de alimentos balanceados.



ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

## ANÁLISIS.

El análisis de la cuarta pregunta elaborada, que sí, ¿Existe gran demanda de mezclado de alimentos balanceados para animales que justifique la inversión de automatizar el proceso? Determinó que: el 85% de los encuestados concluyeron que si existe gran demanda de mezclado de alimentos balanceados para animales, mientras que el 10% reconocieron que no existe gran demanda y finalmente el 5% dijo que la demanda de mezclado es muy poca.

### PREGUNTA N° 5

¿Existe el servicio de mezclado de alimentos balanceados en el recinto San Luis? si es así indique el rango del valor del servicio.

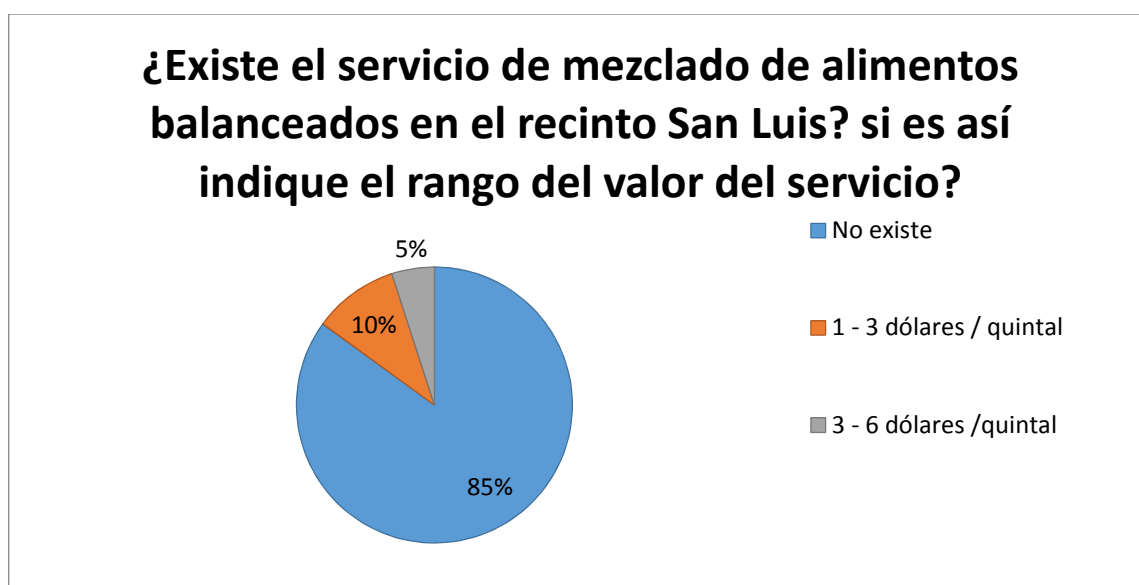
**Tabla 5.** Mezcladora de alimentos balanceados en San Luis.

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
No existe	17	85%
1 - 3 dólares / quintal	2	10%
3 - 6 dólares /quintal	1	5%
<b>Total</b>	20	100%

FUENTE: ESTUDIO DE CAMPO.

ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

**Figura 16.** Servicio de máquinas mezcladoras de alimentos balanceados.



ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

## ANÁLISIS.

El análisis de la quinta pregunta elaborada determinó que: el 85% del personal encuestado dijo que no existe el servicio de mezclado de balanceados, mientras que el 10% dijo que si existe dicho servicio pagando de 1-3 dólares el quintal y finalmente el 5% optó por la opción que si existe el servicio de mezclado pero pagando de 3-6 dólares el quintal.

### PREGUNTA N° 6

¿Estaría usted de acuerdo en invertir en maquinaria dedicada al mezclado de alimentos balanceados para su producción?

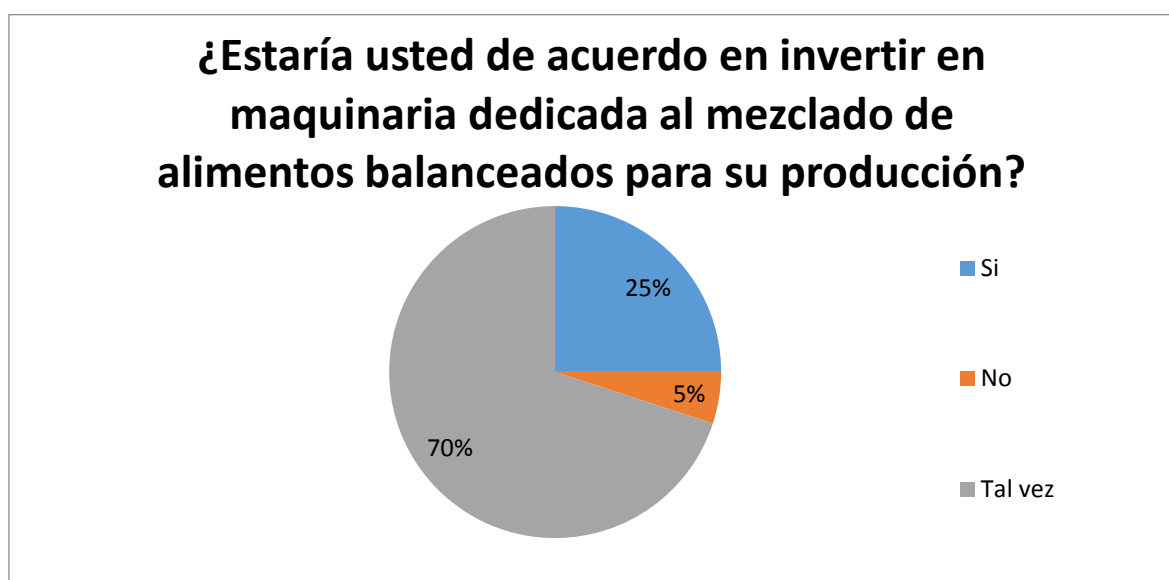
**Tabla 6.** Inversión de capital en máquinas de mezclado.

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Si	5	25%
No	1	5%
Tal vez	14	70%
<b>Total</b>	20	100%

FUENTE: ESTUDIO DE CAMPO.

ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

**Figura 17.** Inversión de capital en máquinas mezcladoras de alimentos balanceados.



ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

## ANÁLISIS.

Una vez llevada a cabo la investigación referente a la sexta pregunta, se resuelve que: el 70% de los encuestados, respondieron que Tal vez estarían de acuerdo en invertir en maquinaria dedicada al mezclado de alimentos balanceados para su producción, mientras que el 25% contestaron que SI invertirían y finalmente el 5% contestaron que NO están de acuerdo en invertir en la maquinaria nombrada.

### PREGUNTA N°7

¿Cree beneficioso la vinculación de la UTEQ con estudios dedicados a producción y mejora de maquinaria agrícola?

**Tabla 7.** Beneficios de vinculación con colectividad.

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Si	17	85%
No	1	5%
Poco	2	10%
<b>Total</b>	20	100%

FUENTE: ESTUDIO DE CAMPO.

ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

**Figura 18.** Beneficios de la vinculación de la UTEQ, mejora de maquinarias.



ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

## **ANÁLISIS.**

Una vez llevada a cabo la investigación, referente a la séptima y última pregunta, que se trata si cree que sería beneficioso la vinculación de la UTEQ con estudios dedicados a la producción y mejora de maquinaria agrícola, dijeron que: SI el 80% de los encuestados, mientras tanto que el 15% dijeron que Poco y finalmente el 5% optaron por decir que No creen que sea beneficioso.

### **4.2. Diseño de componentes.**

Para el diseño de la máquina se han tomado en cuenta varios aspectos como es la capacidad de la máquina, materiales y componentes eléctricos.

#### **4.2.1. Diseño de la tolva.**

El caudal transportado está en función directamente de la velocidad de giro del motor, que es regulable mediante el variador de frecuencia.

**Figura 19.** Mezcladora de balanceados



**ELABORADO POR: AUTOR (2015)**

### **Volumen total de la máquina.**

El diseño de la máquina está en función de una capacidad de almacenamiento de 300 kg cuando la máquina esté completamente llena.

El volumen establecido en cada sección de la tolva con el fin de determinar los diámetros adecuados. Las alturas de cada sección corresponden a la fácil ubicación de los demás componentes como tolvas de alimentación y de descarga.

### **Diámetro de la parte superior (parte cilíndrica).**

$V_s = 0.26 \text{ m}^3$  Tomado del software de diseño solids works 2015.

$$h_s = 0.7 \text{ m} \quad (l \quad d \quad t \quad )$$

$$V_s = \pi R^2 h_s \quad (E \quad 4.1)$$

$$R = \sqrt{\frac{V_s}{\pi * h_s}}$$

$$R = 0.343 \text{ m} \approx 0.35 \text{ m} \text{ (radio de la tolva)}$$

Para el diseño se utilizarán valores enteros dando como diámetro de la tolva 0.7 m (especificado en los planos).

### **Diámetro de la parte media cónica.**

$V_m = 0.0947 \text{ m}^3$  Tomado del software de diseño

$$h_m = 0.540 \text{ m} = l \quad d \quad to$$

$$V_m = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + r^2 + R r)$$

$$0.565r^2 + 0.1977r - 0.0255 = 0$$

Resolviendo la ecuación cuadrática tenemos:

$$r = 0.1 \text{ m} \text{ (Radio menor en la sección cónica)}$$

### **Diámetro de la parte inferior (sección cilíndrica).**

$V_i = 0.014 \text{ m}^3$  Tomado del software de diseño

$$h_i = 0.45 \text{ m (altura de tolva)} \quad (4.1)$$

$$V_i = \pi r^2 h_i$$

$$r = \sqrt{\frac{V_i}{\pi * h_i}}$$

$$r = 0.0995 \text{ m} \approx 0.1 \text{ m (Radio de tolva cilíndrica de la parte inferior)}$$

### Capacidad de almacenamiento (Mezclado en la tolva)

La capacidad de almacenamiento corresponde al volumen de la máquina en función de la densidad del producto a almacenar, en este caso balanceado de maíz.

$V = 0.37 \text{ m}^3$  Tomado del software de diseño (Volumen total de mezcla en la tolva principal)

Densidad del maíz.

$$\rho_m = 720 \text{ kg/m}^3 \text{ Según [14, p. 35]}$$

Capacidad de almacenamiento.

$$m = \rho_m * V \quad (E \quad 4.2)$$

$$m = 720 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.37 \text{ m}^3$$

$$m = 266.4 \text{ kg}$$

Más la capacidad de la tolva frontal o bandeja de carga igual a:

$$m = 38.16 \text{ kg} \text{ Detallada más adelante.}$$

La capacidad total de la máquina es igual a:

$$m_T = 266.4 \text{ kg} + 38.16 \text{ kg}$$

$$m_T = 304.56 \text{ kg} \text{ Capacidad total de la máquina.}$$

### Calculo del espesor de la tolva.

Para el cálculo del espesor se asume al balanceado como fluido que ejerce presión hidrostática desde las paredes interiores hacia afuera.

Para el cálculo se utiliza las ecuaciones de teoría de esfuerzos en cilindros presentes en el libro Shigley, J. (2008). *Diseño en Ingeniería mecánica*. Mexico: McGraw-Hill. Pág. 109. [15]

Esfuerzo radial:

$$\sigma_r = 0 \quad (E \quad 4.3)$$

El esfuerzo tangencial:

$$\sigma_t = \frac{P_i(d_i + t)}{2 * t} \quad (\text{Ecuacion 4.4})$$

El esfuerzo longitudinal:

$$\sigma_1 = \frac{P_i * d_i}{4 * t} \quad (E \quad 4.5)$$

Y la presión interna:

$$P_i = \rho * g * r \quad (E \quad 4.6)$$

Dónde:

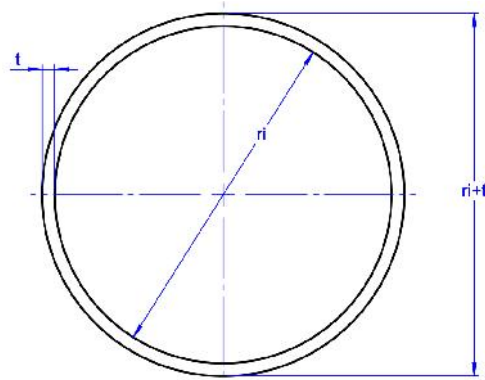
$P_i$  = Presión Interna.

$\rho$  = Densidad relativa promedio máxima de la carga.

$g$  = Aceleración de la gravedad.

$r_i$  = Radio interno de la carcasa

**Figura 20.** Espesor de pared de la tolva



**ELABORADO POR: AUTOR (2015)**

Datos para reemplazar en la ecuación de presión interna.

$$\rho = 720 \text{ K /m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$r_i = 0.35 \text{ m}$$

$$D_i = 0.70 \text{ m}$$

$$P_i = 720 \text{ K /m}^3 * 9.8 \text{ m/s}^2 * 0.35 \text{ m}$$

$$P_i = 2469.6 \left( \frac{\text{k}}{\text{m} * \text{s}^2} \right) * \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$P_i = 2.4 \quad \text{k}$$

Es necesario también determinar el esfuerzo cortante máximo que viene dado por la ecuación tomada de Shigley, J. (2008). *Diseño en Ingeniería mecánica*. Mexico: McGraw-Hill.

$$\tau_m = \frac{SS_y}{n} \quad (E \quad 4.7)$$

Dónde:

$SS_y$  = resistencia de fluencia al corte.

$n$  = Factor de seguridad.

El criterio del factor de seguridad garantiza la fiabilidad y robustez del componente mecánico es este caso se utilizó de acuerdo con la experiencia profesional un factor de seguridad de 2.

$$S_{S_y} = 0.5 * S_y$$

$$S_y a = 250 M = a A \quad A 36 \text{ Anexo 1}$$

Por lo tanto:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{250 M}{8}$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = 31.25 M$$

Si sabemos que:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{\sigma_t - \sigma_l}{2}$$

Reemplazamos el esfuerzo longitudinal y tangencial en la ecuación anterior para determinar el espesor de la plancha de acero.

$$2 * \tau_{m\acute{a}x} = \frac{P_i * (d_i + t)}{2 * t} - \frac{P_i * d_i}{4 * t}$$

$$t = 346x10^{-3}m$$

Por lo tanto se trabajara con un espeso de 3.5 mm.

#### 4.2.2. Cálculo del tornillo sinfín.

Para poder determinar las dimensiones adecuadas del tornillo sinfín se utilizó recomendaciones de la norma UNE 58-207-89 la que hace referencia a medidas de la guía del sin fin (tubo elevador) en series normalizadas como la R-10 que recomienda un valor de 200 mm el cual se utilizará para el diseño del sinfín de transporte.

Para poder utilizar al máximo la máquina se ha estimado un valor de descarga de 1000 Kg/hora como flujo másico, este valor también tiene como referencia máquinas que ya han sido construidas por varios productores locales.

$$\dot{m} = 1000k /h$$

$$\rho = 720 K /m^3$$

$$Q = \frac{1000k /h}{720 k /m^3} c_1$$

$$Q = 1.38 \frac{m^3}{h}$$

En donde:

$Q_v$  = Caudal o volumen transportado.  $1.38 m^3/h$

$\varphi$  = Coeficiente de llenado. Se considera un valor del coeficiente de llenado de 0,40 propio de materiales que fluyen fácilmente. Ver Anexo 2.

$d_t$  = Diámetro del tubo elevador. Se toma igual a 200 mm.

$S$  = Paso de la hélice. Se estima para  $S$  un valor igual a  $0.75*d_{he}$

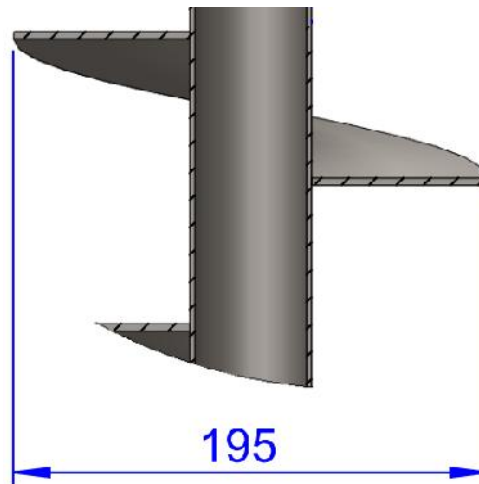
### **Diámetro de la Hélice.**

Con el fin de evitar el desgaste y pérdidas de potencia por fricción entre la hélice y el tubo transportador se ha diseñado el diámetro de la hélice con una tolerancia de 2.5 mm por cada lado, tomando en cuenta que el tamaño de grano de balanceado es mayor a este valor, lo que evita que el balanceado se filtre por este espacio.

$d_t = 200 m$  = diametro interior del tubo elevador

$d_{he} = 195 m$  = diametro exterior hélice

**Figura 21.** Diametro de la hélice de transporte.



**ELABORADO POR:** AUTOR (2015)

### **Calculo del paso.**

Se ha tomado en cuenta que entre más carga se ubique en el transportador, más pequeño debe ser el paso.

Se tiene que:

$$S = 0.75 * d_{he} \quad (E \quad 4.8)$$

$$S = 146.25 \text{ m}$$

Se tomó un valor entero por lo que se utilizó el valor de 146 mm.

### **Angulo de inclinación.**

El ángulo de inclinación corresponde al avance del tornillo y este se lo determina mediante el paso y diámetro de la hélice.

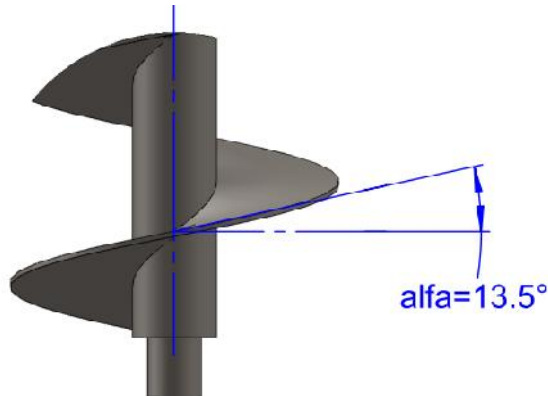
$$\tan \alpha = \frac{S}{d_{he} * \pi} \quad (E \quad 4.9)$$

$$\tan \alpha = \frac{146.25m}{195m * \pi}$$

$$\alpha = 13.42^\circ \approx 13.5^\circ$$

Se trabajó con valores enteros.

**Figura 22.** Angulo de inclinación.



**ELABORADO POR:** AUTOR (2015)

#### 4.2.3. Número de revoluciones para el caudal requerido.

Es necesario saber que número de revoluciones debe tener el tornillo para satisfacer la necesidad de 1000 kg/hora.

Para lo cual se utiliza la siguiente ecuación.

$$Q_v = 60 \varphi \frac{\pi}{4} d_{ne} * S * n \quad (E \quad 4.10)$$

En donde:

$Q_v$  = Caudal o volumen transportado.  $1.38 \text{ m}^3/h$

$\varphi$  = Coeficiente de llenado. Se considera un valor del coeficiente de llenado de 0,40 propio de materiales que fluyen fácilmente. Ver Anexo 2.

$d_{ne}$  = Diámetro del tornillo elevador. 195 mm

S = Paso de la hélice (Se estima para s un valor igual a 146 mm)

$n$  = Número de revoluciones

$$Q_v = 60 \varphi \frac{\pi}{4} d_{he}^2 * S * n$$

$$n = \frac{Q_v}{60 \varphi \frac{\pi}{4} d_{he}^2 * S}$$

$$n = \frac{1.38m^3/h}{60 \varphi \frac{\pi}{4} (0.195)^2 * 0.146}$$

$$n = 13.28 \text{ r/r} \approx 14$$

$n$  \* Numero de removidas(10)

**Rpm= 140**

#### 4.2.4. Relación de transmisión.

Las poleas utilizadas se seleccionaron según factibilidad del mercado y de tal manera que reduzcan la velocidad en el tornillo sinfin principal.

$$D_1 = 100 \text{ m}$$

$$D_2 = 400 \text{ m}$$

Las velocidades a pesar de ser modificadas por el variador de frecuencia, es ayudado por medio de las poleas para que la frecuencia de trabajo no llegue a ser tan baja.

Según los datos de trabajo para una producción de 1000 kg/hora o 1ton/hora se trabaja a una velocidad del sin fin igual a 140 rpm.

Entonces:

$$N_1 = x$$

$$N_2 = 14$$

$$i = \frac{N_2}{N_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$N_1 = \frac{N_2 * D_2}{D_1} = \frac{140 * 400}{100} = 560 \text{ rr}$$

De esta manera si queremos obtener una producción de 1000 Kg/hora se deberá utilizar esta velocidad.

### **Producción requerida según diseño y numero de revoluciones.**

Se puede aumentar la producción a manera de aumentar las revoluciones en N1 que corresponde al eje motriz, el mismo que se encuentra conectado al variador de frecuencia y se puede modificar las revoluciones del mismo.

**Tabla 8.** Capacidad de producción de la mezcladora según revoluciones

<b>Producción requerida</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>
1000 kg/h	560	140
1250 Kg/h	700	175
1500 kg/h	840	210

**ELABORADO POR:** AUTOR (2015)

### **4.2.5. Potencia del motor.**

Para determinar la potencia del motor se asume que la mezcladora se encuentra a carga completa se utiliza la ecuación siguiente:

$$P = P_H + P_N + P_S \quad (E \quad 4.11)$$

Ecuación tomada de [15, p. 35]

Dónde:

P = Potencia del transportador a plena carga

$P_H$  = Potencia necesaria para el desplazamiento del material.

$P_N$  = Potencia para el accionamiento del tornillo en vacío.

$P_S$  = Potencia requerida por la inclinación.

En la práctica, la capacidad de un transportador de tornillo sin-fin está expresada en la fórmula:

$$Q_M = p * Q_v = 720 \frac{k}{m^3} * 1.38 \frac{m^3}{h} = 1 \frac{t}{h}$$

La potencia necesaria para el desplazamiento del material será igual a:

$$P_H = \frac{Q_M * L * \lambda * g}{3600} \quad (E \quad 4.12)$$

Dónde:

$Q_M$  = Capacidad del transportador

$L$  = Longitud del transportador. 1.6 m

$\lambda$  = Coeficiente de resistencia al desplazamiento. 1.9 según Anexo 2

$g$  = Gravedad

$$P_H = \frac{1 \frac{t}{h} * 1.6m * 1.6 * 9.8m/s^2}{3600}$$

$$P_H = 0.007 K$$

Potencia para el accionamiento del tornillo en vacío es igual a:

$$P_N = \frac{d_{he} * L}{20} \quad (E \quad 4.13)$$

$$P_N = \frac{0.195 * 1.6}{20}$$

$$P_N = 0.0156 K$$

Potencia requerida por la inclinación es igual a:

$$P_S = \frac{Q_M * L * g}{3600} \quad (E \quad 4.14)$$

$$P_S = \frac{1 \frac{t}{h} * 1.6m * 9.8m/s^2}{3600}$$

$$P_S = 0.004 k$$

Entonces la potencia total requerida será igual a:

$$P = P_H + P_N + P_S$$

$$P = (0.007 + 0.0156 + 0.004) K$$

$$P = 0.0266 K$$

Al no tomar en cuenta pérdidas por fricción y además suponiendo que la capacidad de producción será triplicada según la necesidad del productor se selecciona un motor de **0.75 HP a 1 HP** a 1700 rpm el mismo que será conectado al variador de frecuencia. Anexo 3

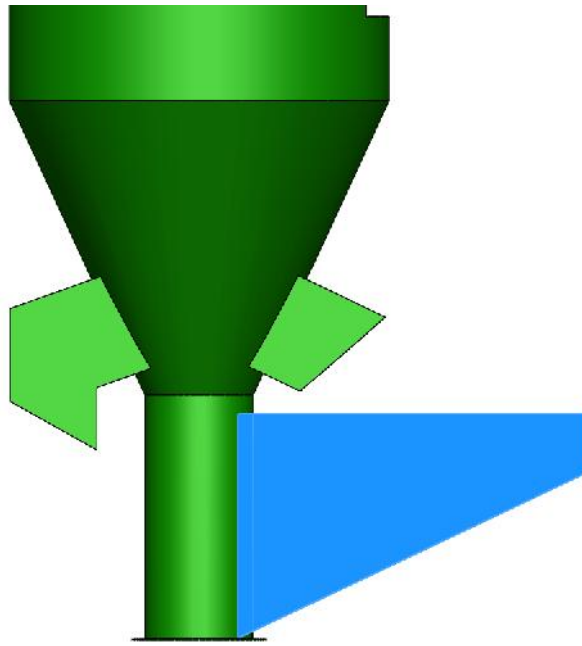
#### **4.2.6. Verificación de esfuerzos en la estructura mediante el Método de Elementos Finitos (MEF).**

Con el fin de garantizar la estabilidad de la estructura de la mezcladora de balanceados se realizó el análisis de la misma aplicando el método de elementos finitos y según especificaciones del material, en este caso el ASTM A36 además de las propiedades físicas del balanceado.

##### **Carga aplicada a tolva frontal**

Asumiendo que la tolva delantera se llena completamente, se aplica la carga en la parte inferior de la tolva. Los datos de volumen se tomaron del software de diseño.

**Figura 23.** Carga aplicada a tolva frontal



**ELABORADO POR: AUTOR (2015)**

### **Carga aplicada a tolva frontal**

Volumen de la tolva frontal

$$V = 0.053m^3 \text{ (Tomando del software de diseño figura 24)}$$

Densidad del maíz

$$\rho_m = 720 \text{ k} / m^3 \text{ Según [14, p. 35]}$$

Masa sobre la tolva

$$m = \rho_m * V \quad (E \quad 4.15)$$

$$m = 720 \frac{k}{m^3} * 0.053m^3$$

$$m = 38.16 \text{ k}$$

Entonces;

$$C_f = 38.16 \text{ k} * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$C_f = 374.35 \text{ N}$$

$$C_f = C \quad f$$

### Carga central

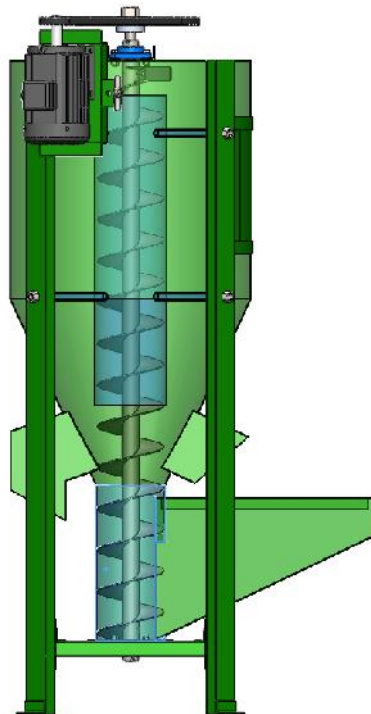
Asumiendo que la mezcladora está completamente llena se determina la carga que esto representa y se aplica sobre la estructura.

La capacidad total de la maquina es igual a:

$$m_T = (266.4 + 38.16) \text{ k}$$

$$m_T = 304.56 \text{ k} \quad (\text{Capacidad total de la máquina})$$

**Figura 24.** Carga central



**ELABORADO POR:** AUTOR (2015)

$$C_c = 304.56 k * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$C_c = 2987.73 N$$

$$C_c = C \quad c_1$$

### Resultados del análisis en el software.

Una vez realizado el diseño e ingresado los valores de carga se obtiene los siguientes resultados. Para el análisis se ingresaron propiedades mecánicas de los materiales utilizados.

### Propiedades físicas de la estructura.

El software de diseño mecánico nos entrega las propiedades necesarias para poder realizar el análisis, esto es principalmente el volumen mediante el cual obtenemos la masa aplicando cierto material al modelo diseñando para este caso se utilizó el acero ASTM A36.

**Tabla 9.** Propiedades físicas de la estructura

Sólido a analizar	Trayecto del archivo	Tratado como	Propiedades
	<p>D:\PROYECTOS\PROYECTOS 2016\05MEZCLADORA\AMEZCLADORA\ANALISIS\MEZCLADORA.SLDPRT Feb 18 21:36:58 2016</p>	Sólido	<p><b>P: 954.27 N</b>  <b><math>\rho</math>: 7850 kg/m<sup>3</sup></b>  <b>m: 97.3745 kg</b>  <b>vol: 0.012964 m<sup>3</sup></b></p>

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Tabla 10.** Propiedades del estudio realizado en el software.

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de malla	Malla sólida
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Tipo de solver	FFEPlus
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS.

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

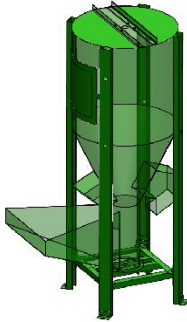
**Tabla 11.** Unidades utilizadas en el estudio

Unidades:	Métrico (MKS)
Tensión	N/ m <sup>2</sup>
Velocidad angular	Rad/seg
Longitud	mm
Temperatura	Kelvin

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Tabla 12.** Propiedades del material

Solido a analizar	Propiedades del material	Componentes
	<p>ASTM A36</p> <p>Modelo: Isotrópico</p> <p><math>\rho</math>: 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p>L tracción: 4e+008 N/ m<sup>2</sup></p> <p>L elástico: 2.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><math>\varepsilon</math>: 2e+011 N/ m<sup>2</sup></p>	<p><b>Estructura , tolvas</b></p>

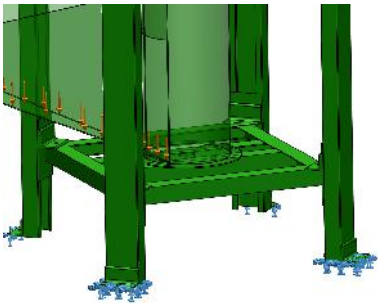
**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Sujeciones y cargas.**

Las sujeciones presentes en el estudio son fijas y están ubicadas en la parte inferior de la estructura, estas impiden el desplazamiento en todas direcciones.

**Tabla 13.** Sujeciones

Solido a analizar	Nombre de la sujeción	Detalles
	<p>Sujeción fija-1</p>	<p><b>Entidades: 4 caras</b></p> <p><b>Tipo: Geometria fija</b></p>

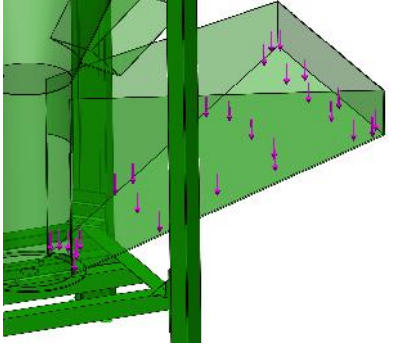
**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Cargas.**

La fuerza aplicada se calculó anteriormente, asumiendo que la tolva de alimentación se encuentra completamente llena.

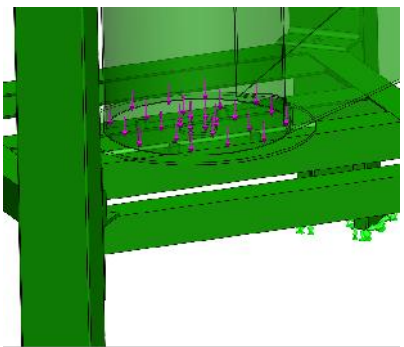
**Tabla 14. Carga frontal**

Asignación	Nombre de la carga	Detalles
	<p>Fuerza-1 Dirección: -y</p>	<p><b>Entidades: 1 caras</b> <b>Valor: 374.35 N</b></p>

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Tabla 15. Carga central**

Asignación	Nombre de la carga	Detalles
	<p>Fuerza-2 Dirección: -y</p>	<p><b>Entidades: 1 caras</b> <b>Valor: 2987.73 N</b></p>

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

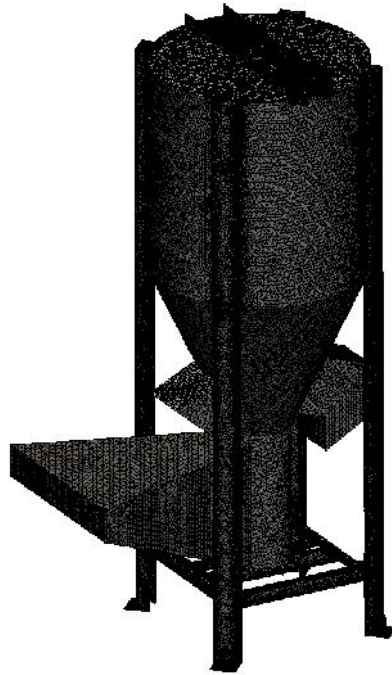
**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Mallado.**

La malla consta de miles de puntos, en donde la información sobre las características del material y otras se recopilan, asignando además las fuerzas, los flujos térmicos, etc, así como la densidad del material.

**Tabla 16.** Detalles del mallado

Número total de nodos	2103854
Cociente máximo de aspecto	37.567
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	71.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.352
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:14:51



Estructura mallada

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

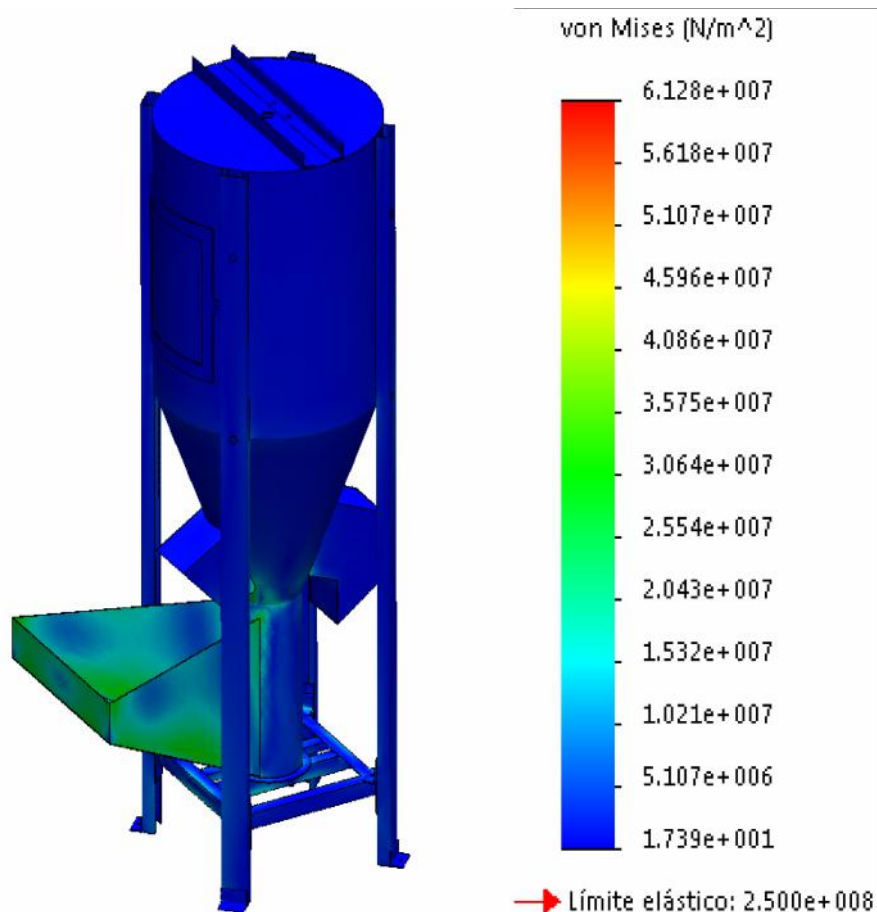
**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

### **Resultados de tensiones.**

La tensión de Von Mises se utiliza en el argumento de las teorías de falla como un diseño confiable en caso que su indicador sea aceptable

**Tabla 17.** Tensiones Von - Misses

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de Von Mises	1.739+001 N/m <sup>2</sup> Nodo: 1473755	6.128+007 N/m <sup>2</sup> Nodo: 7708



### MEZCLADORA-Análisis estático

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

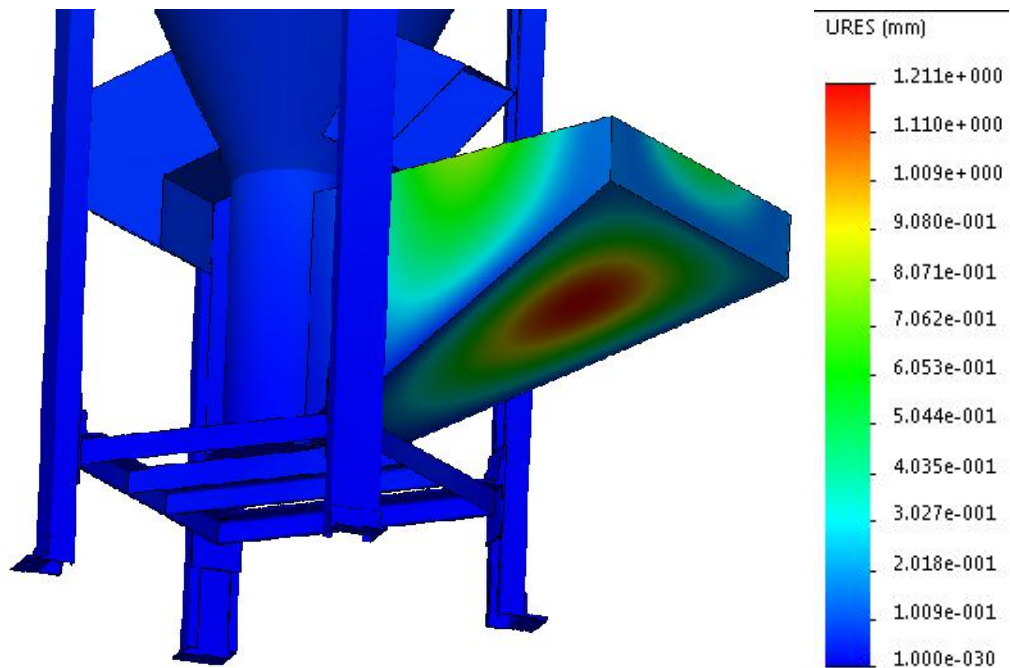
#### Resultado de deformaciones.

Se debe detallar que otro factor importante es el análisis de las deformaciones, por lo que tienen que ver con los cambios en la forma de la estructura que se dan al asignar las cargas.

En la tabla a continuación se muestran los valores máximos y mínimos de deformación.

**Tabla 18.** Deformación en la estructura

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm Nodo: 230	1.2111 Nodo: 1700983



**MEZCLADORA-Análisis de desplazamiento**

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

Según el análisis mostrado se puede verificar que la parte de la estructura que está sometida a desplazamiento es la tolva frontal en la parte inferior en donde reposa todo el peso del balanceado, con un desplazamiento de 1.18 mm cuando la tolva está totalmente cargada.

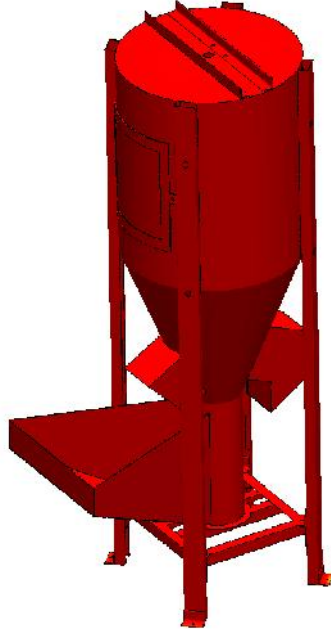
**Factor de seguridad en la estructura.**

Es la relación entre el valor calculado de la capacidad máxima y el del requerimiento esperado real al cual será sometido. Se debe especificar que los cálculos de los diversos componentes de la maquinaria deben incluir un coeficiente de seguridad que garantice el buen funcionamiento de los mismos.

**Tabla 19.** Factor de seguridad en la estructura

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
--------	------	------	------

Factor de seguridad	Cociente relacionado	<b>4.1</b>	3.28e+007
		Nodo: 7708	Nodo: 1473755



### **MEZCLADORA-Análisis del factor de seguridad**

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

#### **4.2.7. Análisis de esfuerzos en el eje y tornillo sinfín mediante el Método de Elementos Finitos (MEF).**

Se asume que el tornillo está cargado en su máxima capacidad para hacer el análisis.

#### **Carga aplicada en el tornillo.**

Volumen de la guía central

$$L = 1600 \text{ m} \quad l_c$$

$$\varnothing = 200 \text{ m} \quad d \text{ á m}$$

$$V = 0.0502 \text{ m}^3 \text{ (Tomado del software de diseño)}$$

Densidad del maíz

$$\rho_m = 720 \text{ k} / \text{m}^3 \text{ Según [14, p. 35]}$$

Masa sobre la guía central

$$m = \rho_m * V$$

$$m = 720 \frac{k}{m^3} * 0.0502m^3$$

$$m = 36.14 k$$


Entonces;

$$C_t = 36.14 k * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$C_t = 354.57 N$$

$$C_t = C \quad c_t$$

**Tabla 20.** Propiedades físicas del tornillo

Sólido a analizar	Trayecto del archivo	Tratado como	Propiedades
	D:\PROYECTOS\PROYECTOS 2016\05MEZCLADORA\A MEZCLADORA\ANALISIS\MEZCLADORA.SLDPRT Feb 18 21:36:58 2016	Sólido	<b>P: 151.18 N</b> <b><math>\rho</math>: 7850 kg/m<sup>3</sup></b> <b>m: 15.415 kg</b> <b>vol: 0.002 m<sup>3</sup></b>

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Tabla 21.** Propiedades del estudio realizado en el software

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de malla	Malla sólida
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Tipo de solver	FFEPlus
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático

Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)


**Tabla 22.** Unidades utilizadas en el estudio

Unidades:	Métrico (MKS)
Tensión	Mm
Velocidad angular	Kelvin
Longitud	Rad/seg
Temperatura	N/ m <sup>2</sup>

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Tabla 23.** Propiedades del material

Solido a analizar	Propiedades del material	Componentes
	<p>ASTM A36</p> <p>Modelo: Isotrópico</p> <p><math>\rho</math>: 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p>L tracción: 4e+008 N/ m<sup>2</sup></p> <p>L elástico: 2.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><math>\epsilon</math>: 2e+011 N/ m<sup>2</sup></p>	<p><b>Sinfín</b></p>

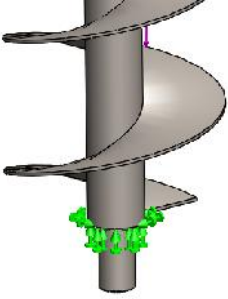
**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

### Sujeciones y cargas

Las sujeciones presentes en el estudio son fijas y están ubicadas en la parte inferior del tornillo sinfín, esto impiden el desplazamiento en todas direcciones

**Tabla 24.** Sujeciones

Solido a analizar	Nombre de la sujeción	Detalles
	Sujeción fija-1	<b>Entidades: 1 caras</b> <b>Tipo: Geometria fija</b>


**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

### Cargas.

La fuerza aplicada se calculó anteriormente, asumiendo que el tornillo se encuentra completamente lleno, a plena carga.

**Tabla 25.** Carga horizontal

Asignación	Nombre de la carga	Detalles
	Fuerza-1 Dirección: -y	<b>Entidades: 1 caras</b> <b>Valor: 354.57 N</b>

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

### Mallado.

**Tabla 26.** Detalles del mallado

Número total de nodos

65374

Cociente máximo de aspecto	57.845
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	6.5
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	3.07
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:51

Sinfin mallado



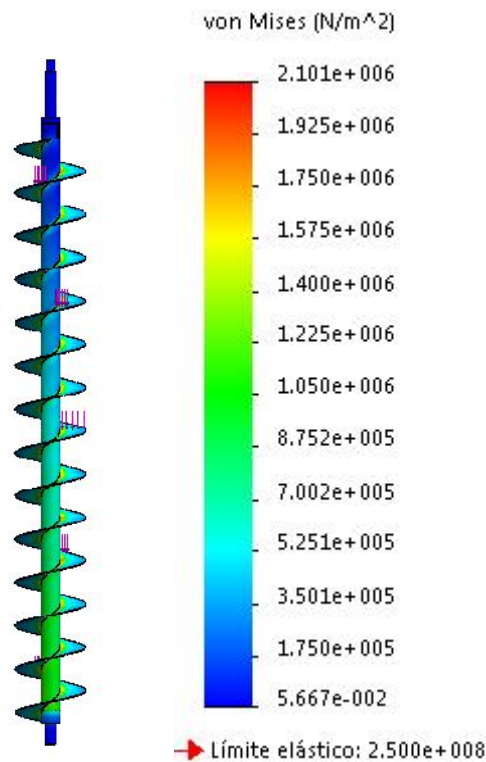
**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Resultados de tensiones.**

**Tabla 27.** Tensiones Von - Misses

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de Von Mises	5.667-002 N/m <sup>2</sup> Nodo: 63626	2.101+006 N/m <sup>2</sup> Nodo: 41039



### SINFÍN-Análisis estático

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

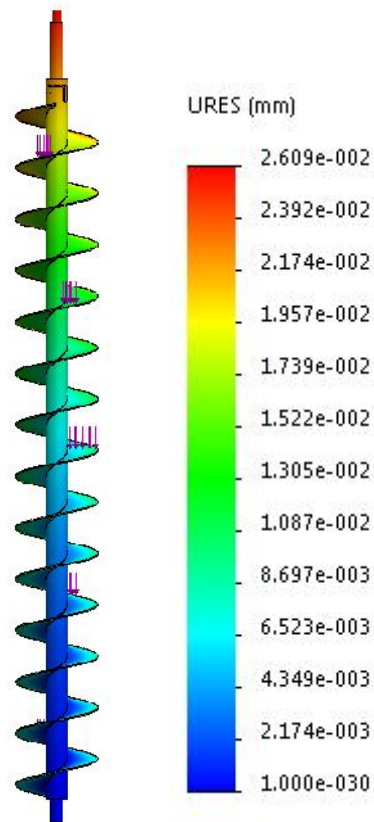
#### **Resultado de deformaciones.**

Se debe tener presente que las deformaciones de la estructura son muy importantes en el diseño, ya que se relaciona con los cambios en la forma de la estructura que se dan al generar las cargas.

En la tabla siguiente se muestran los valores máximos y mínimos de deformación.

**Tabla 28.** Deformación en la estructura

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	1.00e-03 mm Nodo: 3823	2.609e-002 mm Nodo: 63638



### MEZCLADORA-Análisis de desplazamiento

FUENTE: SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

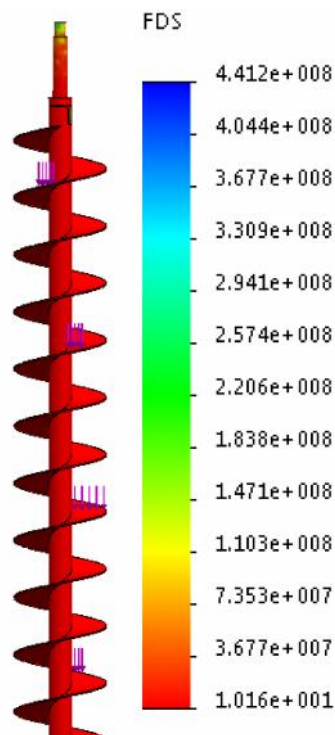
ELABORADO POR: EL AUTOR (2015)

Según el análisis mostrado se puede verificar que en la parte inferior del tornillo sinfín es donde se produce mayor esfuerzo, con un desplazamiento de 0.02 mm cuando la tolva esta total mente cargada.

### Factor de seguridad en la estructura

**Tabla 29.** Factor de seguridad en la estructura

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad	Cociente relacionado	<b>10</b>	4.411e+008
		Nodo: 6296	Nodo: 63626



#### **MEZCLADORA-Análisis del factor de seguridad**

**FUENTE:** SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

Mediante el anterior análisis se ha verificado que en el tornillo sinfín el eje resiste adecuadamente a los esfuerzos y cargas al que es sometido, además de la carga muerta, esto garantiza que el elemento funcionará adecuadamente.

Se acepta un factor de seguridad alto debido a que este elemento es el que mayor trabajo realiza en la máquina y está sometido a desgaste por fricción.

#### **4.2.8. Selección del Variador de Frecuencia**

En el mercado local existen varios proveedores de variadores de frecuencia, el principal factor de selección en este caso es la potencia del motor y el tipo de corriente al que trabajará el mismo.

Para este caso se ha seleccionado el variador de frecuencia para potencia de motor de 0.75 HP, y voltaje de 220 V. SINAMICS G110 de la marca SIEMENS proveedor en Ecuador.

**Figura 25.** Características del variador de frecuencia

No. de Depósito	Descripción				Precio Lista Unit. US \$																																																																								
	<p>SINAMICS G110 ofrece funcionalidad básica para la mayor parte de las aplicaciones industriales de velocidad variable (Ej.: bombas, bandas transportadoras y ventiladores). Trabaja con control de tensión-frecuencia (V/f).</p> <p><b>Especificaciones técnicas - SINAMICS G110</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Tensión de Alimentación</td> <td>Monofásica 200-240 VAC +/- 10%</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia de Salida</td> <td>0-650 Hz, resolución 0.01 Hz</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Protección</td> <td>IP20</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de Operación</td> <td>Máxima 40 °C (hasta 50° con desclasificación)</td> </tr> <tr> <td>Factor de sobrecarga</td> <td>150% durante 60 seg.</td> </tr> <tr> <td>Entradas digitales</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Salidas digitales</td> <td>1 (24 VDC)</td> </tr> <tr> <td>Entradas analógicas</td> <td>1 (0-10 VDC utilizable como cuarta entrada digital)</td> </tr> </table> <p><b>EQUIPO PARA TENSIÓN DE CONEXIÓN 220V MONOFÁSICO<sup>1)</sup></b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Pot. del motor<sup>2)</sup> HP</th> <th>kW</th> <th>Corriente de Entrada (A)</th> <th>Corriente de Salida (A)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100022579</td> <td>6SL3211-0AB13-7UA1</td> <td>0.5</td> <td>0.37</td> <td>6.2</td> <td>2.3</td> <td>179,00</td> </tr> <tr> <td>100022581</td> <td>6SL3211-0AB15-5UA1</td> <td>0.75</td> <td>0.55</td> <td>7.7</td> <td>3.2</td> <td>192,00</td> </tr> <tr> <td>100022583</td> <td>6SL3211-0AB17-5UA1</td> <td>1</td> <td>0.75</td> <td>10.0</td> <td>3.9</td> <td>211,00</td> </tr> <tr> <td>100022585</td> <td>6SL3211-0AB21-1UA1</td> <td>1.5</td> <td>1.1</td> <td>14.7</td> <td>6.0</td> <td>241,00</td> </tr> <tr> <td>100022587</td> <td>6SL3211-0AB21-5UA1</td> <td>2</td> <td>1.5</td> <td>19.7</td> <td>7.8</td> <td>293,00</td> </tr> <tr> <td>100022589</td> <td>6SL3211-0AB22-2UA1</td> <td>3</td> <td>2.2</td> <td>27.2</td> <td>11.0</td> <td>363,00</td> </tr> <tr> <td>100022574</td> <td>6SL3211-0AB23-0UA1</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>35.6</td> <td>13.6</td> <td>437,00</td> </tr> </tbody> </table>				Tensión de Alimentación	Monofásica 200-240 VAC +/- 10%	Frecuencia de Salida	0-650 Hz, resolución 0.01 Hz	Tipo de Protección	IP20	Temperatura de Operación	Máxima 40 °C (hasta 50° con desclasificación)	Factor de sobrecarga	150% durante 60 seg.	Entradas digitales	3	Salidas digitales	1 (24 VDC)	Entradas analógicas	1 (0-10 VDC utilizable como cuarta entrada digital)	Tipo	Pot. del motor <sup>2)</sup> HP	kW	Corriente de Entrada (A)	Corriente de Salida (A)		100022579	6SL3211-0AB13-7UA1	0.5	0.37	6.2	2.3	179,00	100022581	6SL3211-0AB15-5UA1	0.75	0.55	7.7	3.2	192,00	100022583	6SL3211-0AB17-5UA1	1	0.75	10.0	3.9	211,00	100022585	6SL3211-0AB21-1UA1	1.5	1.1	14.7	6.0	241,00	100022587	6SL3211-0AB21-5UA1	2	1.5	19.7	7.8	293,00	100022589	6SL3211-0AB22-2UA1	3	2.2	27.2	11.0	363,00	100022574	6SL3211-0AB23-0UA1	4	3	35.6	13.6	437,00	 <p>SINAMICS G110 con panel BOP</p>	
Tensión de Alimentación	Monofásica 200-240 VAC +/- 10%																																																																												
Frecuencia de Salida	0-650 Hz, resolución 0.01 Hz																																																																												
Tipo de Protección	IP20																																																																												
Temperatura de Operación	Máxima 40 °C (hasta 50° con desclasificación)																																																																												
Factor de sobrecarga	150% durante 60 seg.																																																																												
Entradas digitales	3																																																																												
Salidas digitales	1 (24 VDC)																																																																												
Entradas analógicas	1 (0-10 VDC utilizable como cuarta entrada digital)																																																																												
Tipo	Pot. del motor <sup>2)</sup> HP	kW	Corriente de Entrada (A)	Corriente de Salida (A)																																																																									
100022579	6SL3211-0AB13-7UA1	0.5	0.37	6.2	2.3	179,00																																																																							
100022581	6SL3211-0AB15-5UA1	0.75	0.55	7.7	3.2	192,00																																																																							
100022583	6SL3211-0AB17-5UA1	1	0.75	10.0	3.9	211,00																																																																							
100022585	6SL3211-0AB21-1UA1	1.5	1.1	14.7	6.0	241,00																																																																							
100022587	6SL3211-0AB21-5UA1	2	1.5	19.7	7.8	293,00																																																																							
100022589	6SL3211-0AB22-2UA1	3	2.2	27.2	11.0	363,00																																																																							
100022574	6SL3211-0AB23-0UA1	4	3	35.6	13.6	437,00																																																																							
	<b>ACCESORIOS</b>																																																																												
	<b>Panel Operador BOP, para SINAMICS G110</b>																																																																												
100022671	6SL3255-0AA00-4BA1	Para controlar y poner en marcha desde el mismo variador pudiéndose usar con varios equipos. Función para copiar y descargar parámetros.			36,00																																																																								
	<b>Kit de programación por medio de PC, para SINAMICS G110</b>																																																																												
100022676	6SL3255-0AA00-2AA1	Para controlar y poner en marcha el variador desde un PC (el PC debe tener instalado el software de puesta en marcha <b>STARTER</b> <sup>3)</sup> ). Incluye un conector macho Sub-D de 9 polos, un cable estándar RS232 (3 metros) y un DVD con el Software STARTER)			39,00																																																																								

**FUENTE:** <https://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/Lista%20de%20Precios%20Final%20Siemens%20Industry%20Ecuador.pdf>

En la imagen se puede observar el modelo elegido, cabe mencionar las entradas digitales para un proceso posterior más automatizado, en donde se puede controlar a distancia mediante un CPU. La conexión del mismo se especifica en los planos.

#### 4.2.9. Análisis Económico.

El análisis económico comprende todos los gastos que se han realizado durante el proyecto de investigación.

### Gastos de investigación.

Son aquellos en donde intervienen los costos por investigación a empresas o asesoramiento en algún tema desvinculado de la carrera, además de costos por impresiones, uso de internet, uso de equipo informático y viáticos.

**Tabla 30.** Gastos de investigación

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Impresiones	4	12	48
Equipo de computo	1	350	350
Viáticos	10	10	100
Uso de internet	50 horas	1	50
Impresión Planos	4	6	24
	Subtotal		<b>\$ 570</b>

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Tabla 31.** Costos directos

Cantidad	Material	Precio Unitario	Precio total
2	Plancha de tool de 3 mm	60	120
2	Perfil G	30	60
1	Angulo estructural 40x5	25	25
1	Polea 400 mm	35	35
1	Polea 100 mm	15	15
4	Bisagras 3/8"	1.5	6
0.5	Tubo estructural redondo 50 mm	60	30
2	Chumaceras de pared 32 mm	38	76
8	Tuercas 3/4"	1.25	10
1	Motor 1Hp	200	200
1	Variador de frecuencia	250	250
1	Banda V	6	6
12	Pernos y tuercas 3/8"	0.60	7.2
0.5	Tubo de 1/2"	12	6
	SUB TOTAL		<b>\$ 846.2</b>

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

**Tabla 32.** Costo total de la máquina.

DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
Mano de obra	400
Costos indirectos	570
Costos directos	846
Imprevistos	100
<b>TOTAL</b>	<b>1918</b>

**ELABORADO POR:** EL AUTOR (2015)

Los costos fueron tomados con la ayuda de empresas relacionadas con la construcción de estas máquinas, las mismas que toman como referencia en materiales del mercado local y de fácil accesibilidad. Los valores se tomaron del año 2016.

#### **4.2.10. Discusión.**

Es importante destacar el amplio desarrollo del sector industrial de la provincia y en especial del cantón Mocache, en este caso se hace mención al recinto San Luis, que se ha destacado en los últimos años por su producción agrícola y pecuaria, en donde se ha visto la necesidad de implementar máquinas industrializadas que abastezcan la demanda de producción de alimentos para animales.

El proceso de alimentación del ganado y aves desde hace mucho tiempo atrás se lo ha venido desarrollando con métodos convencionales y cuando la demanda es grande tanto de carnes como de sus derivados, el proceso de alimentación también aumenta, es por tal razón que las cantidades de alimento en este caso se deben realizar con maquinaria adecuada y con un respectivo análisis de producción.

Las máquinas mezcladoras se han venido desarrollando en función de la cantidad de alimento, en este caso balanceado, que al ser mezclado con complementos vitamínicos constituyen la nutrición perfecta, tanto para aves como para rumiantes. Una producción exigente se determina a partir de la cantidad de balanceado requerido, según las encuestas realizadas se ha llegado a la conclusión que la maquina adecuada tendría una producción mínima de 1000 kg/hora, valor que equivale para suministrar de alimentación a por lo menos dos agrupación similares en un día.

Según estos datos se diseñó la máquina tomando en cuenta el caudal que este entregaría como mínimo y midiendo esto, determinar si se debe o no aumentar la producción, solamente al aumentar la velocidad de producción de la maquina mediante elementos electrónicos.

Las principales ventajas que ofrece la máquina al momento de funcionamiento y operación serán:

- Variación del caudal de mezclado a través de la regulación de la velocidad del tornillo sinfín mediante un variador de frecuencia.
- El mezclador de balanceados es de fácil instalación, deberá ser adecuadamente anclado para evitar vibraciones.
- Al mezclar mediante la máquina diseñada se obtiene un producto más homogéneo y de mejor calidad, apto para el consumo de los animales.

Todo el diseño se lo realizó con fundamentos y métodos relacionados con la ingeniería mecánica, además mediante la ayuda de software de elementos finitos se determinó la resistencia estructural de la misma al momento que esta se encuentra completamente cargada.

Hoy en día mediante nuevas tecnologías y software de avanzada relacionados con ingeniería mecánica es posible determinar el funcionamiento de mecanismos y máquinas complejas con el fin de predecir posibles fallos y llegar a un diseño adecuado, que no solamente cumpla la función a la cual es destinada sino también optimizar los materiales de construcción y evitar pérdidas.

El proceso de implantación se lo realizará posteriormente, quedando a disposición los planos constructivos según todos los cálculos realizados, considerando las normas INEN de dibujo técnico mecánico, con el fin de que cualquier persona relacionada con la fabricación de estas máquinas la puedan construir.

Mediante el análisis de costos también se ha determinado que la máquina es de fácil adquisición para una pequeña o mediana empresa ya que la inversión de la misma se recupera en corto plazo.

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones.

- Mediante el presente estudio se ha visto la necesidad de diseñar una máquina mezcladora de alimentos con diferentes frecuencias controlada mediante un variador de velocidades. Destinada al gremio de pequeños productores de animales en el recinto San Luis, del cantón Mocache 2015.
- Mediante un software de diseño y elementos finitos se modeló la máquina con el fin de verificar las dimensiones calculadas y el funcionamiento de la misma, además se realizó el análisis con el mismo método para garantizar que los elementos no fallaran por tensión (Von Misses) el mismo que sirve para verificar el factor de seguridad según el material utilizado (ASTM A 35)
- Se han analizado los diferentes componentes y mecanismos que comprenden la máquina mezcladora, con el fin de comprender su funcionamiento y facilitar su conexión y posibles fallas de funcionamiento.
- Mediante el software de diseño mecánico también se realizaron los planos técnicos de construcción los mismos que servirán para la posterior implementación de la máquina, todas las especificaciones de construcción y ensamblaje han sido detalladas en los planos.
- Dependiendo de la demanda de producción del sector se puede modificar la frecuencia de trabajo del motor con el fin de reducir o aumentar la velocidad del mismo, este se encuentra conectado al eje motriz y al tornillo sinfin, lo que permite realizar un mezclado más rápido y aumentar la capacidad de producción de alimentos.

## 5.2. Recomendaciones.

- Es recomendable trabajar según las especificaciones de fabricante para el ensamble de los componentes eléctricos y electrónicos, los mismos que son más susceptibles a daños y con un costo de moderado a alto. Para su instalación es importante el uso de herramientas adecuadas y equipo de protección personal.
- Es importante que la mezcladora al momento de su instalación, cuente con un anclaje adecuado con el fin de evitar vibraciones que producirían un deterioro de los mecanismos, además de ruidos innecesarios. En el diseño de la máquina, se realizaron perforaciones en los soportes laterales, con el fin de ubicar pernos de anclaje.
- Un factor muy importante a tomar en cuenta es que el material a ser mezclado, en este caso el balanceado se encuentre con la humedad apropiada, ya que puede provocar un mal funcionamiento de los elementos, específicamente del tornillo sinfín, ya que quedaría obstruida la tolerancia entre el sinfín y el tubo elevador provocando que el motor llegue a forzarse, además que el exceso de humedad puede dañar los elementos de rodadura como son los rodamientos.
- Al momento de seleccionar el variador de frecuencia es importante verificar que esté acorde a las condiciones de trabajo del motor, tanto en voltaje como intensidad de corriente, ya que este elemento se lo encuentra para varias potencias de trabajo, los más comunes están en 0.25 a 1 HP con un voltaje de 220-230 V.
- Al momento de la construcción de la máquina mezcladora de alimentos, es importante seguir todas las especificaciones de los planos para que no existan inconvenientes de ensamblaje y además utilizar equipo de protección personal para la industria metalmecánica.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

- [1] E. Ezpinoza Arellano, «Revista El Agro,» *La Revista del Agro*, pp. 17-20, 6 10 2012.
- [2] H. L. CRAMPTON E., «Nutricion Animal Aplicada,» de *Nutricion Animal*, Zaragoza, 2010.
- [3] M. LLANOS, «El maiz cultivo y aprovechamiento,» de *El maiz y Generalidades*, España- Madrid, Mundi - Prensa, 2012.
- [4] C. Perez, «Naturesan,» Valores nutricionales del Maiz, 4 8 2011. [En línea]. Available: <http://www.naturesan.net/valor-nutricional-maiz/>. [Último acceso: 4 2 2016].
- [5] C. E., «El cultivo de Soya en el Ecuador,» *Manual Tecnico Divulgativo*, pp. 2- 52, 2010.
- [6] V. Rubem y G. Vitaliano, «Valores Nutirionales de la Soya,» de *Potencialidades de la soya y el uso en la alimentacion humana y animal*, COLOMBIA, CORPAICO, 2010, p. 9.
- [7] Mac KeY J, «Its concept,e volution, and taxonomy,» de *Durum Wheat* , New York, The Haworth Press, 2010, pp. 3-61.
- [8] J. Rodriguez, «cpbaurum,» 2006. [En línea]. Available: <http://www.cpbaurum.com>.
- [9] J. L. Estrella Flores y B. E. Fonseca Cuenca, repotenciacion, construccion, montaje y pruebas de una planta de balanceados de la comunidad valle del anzú provincia de Pastaza, Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, 2009.
- [10] A. Barbor y A. Crespo, Diseño de una línea de producción de fertilizantes pulverizados, Guayaquil: ESPOL, 2009.
- [11] G. E. Harper, El ABC del Control Electrónico de las Maquinas Electricas, Mexico DF.: LIMUSA S.A., 2011.
- [12] J. Á. Jacho Toapanta , diseño e implementacion de una demostracion practica en el laboratorio de maquinas electricas utilizando el variador defrecuencia como fuente de ahorro de energia, Guayaquil: Universidad Catolica De Santiago de Guayaquil, 2012.
- [13] V. Parrales Rizzo y J. Tamayo Vargas , diseño de un modelo de gestion estrategico para el mejoramiento de la productividad y calidad aplicado a una planta procesadora de alimentos balanceados, Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2012.
- [14] C. Salas, Diseño de un molino de rodillos para molienda de granos, destinado al área de alimentos del Cestta-Epoch, Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012.

[15] P. Rueda y G. Solís, Propuesta tecnológica para el aumento en un 25% de la capacidad productiva de la arenera Camilo Cienfuegos, Cuba: Universidad de Pinar del Rio, 2011.

[16] J. Shigley, Diseño en Ingeniería mecánica, Mexico: McGraw-Hill, 2008.

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

## Anexo 1. Propiedades del acero ASTM A-36

Tiene un esfuerzo de fluencia de 2 530 kg/cm<sup>2</sup> (250 MPa, 36 ksi) y un esfuerzo mínimo de ruptura en tensión de 4 080 kg/cm<sup>2</sup> a 5 620 kg/cm<sup>2</sup> (400 a 550 MPa, 58 a 80 ksi), y su soldabilidad es adecuada. Se desarrolló desde hace muchos años en Estados Unidos para la fabricación de estructuras remachadas, atornilladas y soldadas, mejorando el contenido de carbono de los aceros disponibles en aquella época, como el ASTM A7. Con la innovación de este tipo de acero, las conexiones soldadas empezaron a desplazar a las remachadas que pronto desaparecieron.

Nomenclatura		F <sub>y</sub> (3)		F <sub>u</sub> (4)	
NMX (1)	ASTM (2)	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>
B-254	A36	250	2 530	400 a 550	4 080 a 5 620
B-99	A529	290	2 950	414 a 585	4 220 a 5 975
B-282	A242	290	2 950	435	4 430
		320	3 235	460	4 710
		345	3 515	485	4 920
B-284	A572	290	2 950	414	4 220
		345	3 515	450	4 570
		414	4 220	515	5 270
		450	4 570	550	5 620
	A992	345	3 515	450 a 620	4 570 a 6 330
B-177	A53	240	2 460	414	4 220
B-199	A500 (6)	320	3 235	430	4 360
B-200	A501	250	2 530	400	4 080
	A588	345 (6)	3 515 (6)	483 (6)	4 920 (6)
	A913	345 a 483 (7)	3 515 a 4 920 (7)	448 a 620 (7)	4 570 a 6 330 (7)

## Anexo 2. Tipos de materiales y coeficientes de llenado

### Clase I

Son materiales pulverulentos, no abrasivos, con peso específico entre 0.4 – 0.7 aproximadamente, que se desplazan fácilmente. Para estos materiales el coeficiente de llenado  $\alpha$  es de 0,4. Coeficiente  $f = 1,2$ .

Entre los materiales pertenecientes a esta clase están:

- Cebada, trigo, malta, arroz y similares.
- Harina de trigo y similares.
- Carbón en polvo.
- Cal hidratada y pulverizada.

## **Clase II**

Son materiales en granos o pequeños tamaños, mezclados en polvo, no abrasivos, que corren fácilmente. Peso específico entre 0,6-0,8. Para estos materiales el coeficiente de llenado es de 0,3. Coeficiente  $f = 1,4$  a  $1,6$ .

Entre los materiales pertenecientes a esta clase están:

- Alumbre en polvo.
- Haba de soja.
- Granos de café, cacao y maíz,
- Carbón de hulla en finos y menudos.
- Cal hidratada.

## **Clase III**

Son materiales semiabrasivos de pequeño tamaño, mezclados con polvos. Peso específico entre 0,6-1,2. Para estos materiales el coeficiente de llenado  $\alpha = 0,25$ . Coeficiente  $f = 2$  a  $2,5$

Entre los materiales pertenecientes a esta clase están:

- Alumbre en terrones.
- Bórax.
- Carbón vegetal.
- Corcho troceado.
- Pulpa de papel.
- Leche en polvo.
- Sal.
- Almidón.
- Azúcar refinada.

- Jabón pulverizado.

#### **Clase IV**

Son materiales semiabrasivos o abrasivos, granulares o pequeños tamaños en mezcla con polvos. Peso específico 0,8-1,6. Para estos materiales el coeficiente de llenado  $\alpha$  es de 0,20. Coeficiente  $f = 3$  a  $4$ .|

Entre los materiales pertenecientes a esta clase están:

- Bauxita en polvo.
- Negro de humo.
- Harina de huesos.
- Cemento.
- Arcilla.
- Azufre.
- Arena.
- Polvo de piedra caliza.
- Azúcar sin refinar.
- Resinas sintéticas.
- Oxido de cinc.

#### **Clase V**

Son materiales abrasivos, troceados o en polvo, como pueden ser cenizas, hollines de conductos de humos, cuarzo pulverizado, arena silícea. Con estos materiales se debe trabajar con coeficiente de llenado muy bajo  $\alpha \sim 0,10-0,12$ , evitando que entre en contacto con soportes y cojinetes. No es aconsejable utilizar transportadores de tornillo sinfín para este tipo de material.

**TABLA 1.17.**

Diámetro del tornillo (mm)	Velocidad máxima (r.p.m.) según clase de material				
	I	II	III	IV	V
100	180	120	90	70	30
200	160	110	80	65	30
300	140	100	70	60	25
400	120	90	60	55	25
500	100	80	50	50	25
600	90	75	45	45	25

**Anexo 3. Motor seleccionado**

No. de Depósito

Descripción



Motor 2 polos Tipo 1LA7 090



Motor 2 polos Tipo 1LA7 112



**¡Su motor es muy valioso!**

Protéjalo únicamente con productos Siemens:

- SIRIUS
- SINAMICS
- MICROMASTER

Eficiencia IE1	Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia		Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A)	
			HP	kW			220 VAC	440 VAC
<b>VELOCIDAD 3.600 rpm (2 polos)</b>								
100160471	1LA7070 - 2YA60	71	0.75	0.56	77.4	1.15	2.4	1.2
100160475	1LA7073 - 2YA60	71	1.0	0.75	62.8	1.15	3.5	1.75
100160481	1LA7080 - 2YA60	80	1.5	1.12	69.3	1.15	5.3	2.65
100160486	1LA7083 - 2YA60	80	2.0	1.50	73.4	1.15	6.2	3.1
100160493	1LA7093 - 2YB60	90 L	3.0	2.20	82.3	1.10	9.0	4.5
100172337	1LA7097 - 2YB60	90 L	4.0	3.00	84.5	1.15	12.2	6.1
100160508	1LA7113 - 2YB60	112 M	5.0	3.73	85.2	1.15	16.0	8.0
100160517	1LA7115 - 2YB60	112 M	7.5	5.60	86.0	1.15	21.8	10.9
100160520	1LA7132 - 2YB70	132 S/M	10.0	7.5	88.1	1.15	28.0	14.0
100172339	1LA7133 - 2YB70	132 S/M	15.0	11.2	88.1	1.15	41.0	20.5
100059899	1LA7165 - 2YB70	160 S/M	20.0	14.9	88.5	1.15	53.6	26.8
100059902	1LA7165 - 2YC70	160 M/L	25.0	18.7	89.5	1.15	63.6	31.8
100172340	1LA7167 - 2YB70	160 M/L	30.0	22.4	89.6	1.15	77.2	38.6
100160441	1LA5184 - 2YB80	180 M	40.0	29.8	91.5	1.05	102.0	51.0
100172269	1LA5206 - 2YB80	200 L	50.0	37.3	92.5	1.15	124.0	62.0
100172331	1LA5207 - 2YB80	200 L	60.0	44.5	92.4	1.15	148.0	74.0
100172336	1LA5223 - 2YB80	225 S/M	75.0	55.5	93.1	1.15	188.0	94.0

Anexo 4. Tablas de chavetas para acople poleas.

**DIMENSIONES CHAVETEROS Y CHAVETAS S/DIN**  
**6885/1 - 6886 y 6887**

*STANDARD KEYWAYS S/DIN 6885/1 - 6886 and 6887*



INICIO  
HOME

PRODUCT  
PRODUCT

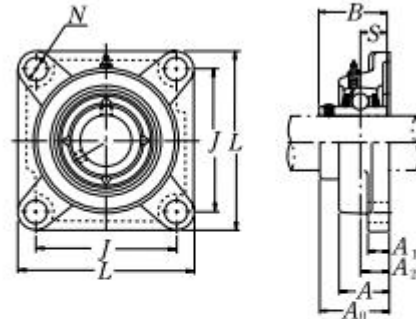


Ø eje d mm desde- hasta	Medidas chaveta b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas del chavetero en el eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886 y 6887		t <sub>1</sub> m/m	Tol. admisible (en altura)m/m	Ø m/m desde- hasta	Tol. H-7 m/m
		d + t <sub>2</sub> m/m	Tol. admisible (en altura)m/m	d + t <sub>2</sub> m/m	Tol. admisible (en altura)m/m				
17-22	6x6	d+2,6	+0,1	d+2,1	+0,1	3,5	+0,2	10-18	+0,018 0
22-30	8x7	d+3,0		d+2,4		4,1			
30-38	10x8	d+3,4	+0,2	d+2,8	+0,2	4,7	+0,3	30-50	+0,025
38-44	12x8	d+3,2		d+2,6		4,9			
44-50	14x9	d+3,6		d+2,9		5,5			
50-58	16x10	d+3,9		d+3,2		6,2			
58-65	18x11	d+4,3		d+3,5		6,8			
65-75	20x12	d+4,7		d+3,9		7,4			
75-85	22x14	d+5,6		d+4,8		8,5			
85-95	25x14	d+5,4		d+4,6		8,7			
95-110	28x16	d+6,2		d+5,4		9,9			
110-130	32x18	d+7,1		d+6,1		11,1			
130-150	36x20	d+7,9	d+6,9	12,3					
150-170	40x22	d+8,7	d+7,7	13,5					
170-200	45x25	d+9,9	d+8,9	15,3					
200-230	51x28	d+11,2	d+10,1	17					
230-260	56x32	d+12,9	d+11,8	19,3					
260-290	63x32	d+12,6	+0,3	d+11,5	+0,3	19,6	400-500	+0,063 0	

## Anexo 5. Chumaceras de pared seleccionadas.

### UCF2

Soportes tipo brida cuadrada  
con tornillos de apriete



Dím. Eje  mm pulgadas	Designación soporte(1)	Dimensiones nominales									Tamaño tornillo  mm pulgadas	Número de rodamiento
		mm pulgadas										
		L	J	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A	N	A <sub>0</sub>	B	S		
12 1/2	UCF201D1 UCF201-008D1	86 3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	64 2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	15 19/32	11 7/16	25.5 1	12 15/32	33.3 15/16	31 1.2205	12.7 0.500	M10 3/8	UC201D1 UC201-008D1
15 9/16 5/8	UCF202D1 UCF202-009D1 UCF202-010D1	86 3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	64 2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	15 19/32	11 7/16	25.5 1	12 15/32	33.3 15/16	31 1.2205	12.7 0.500	M10 3/8	UC202D1 UC202-009D1 UC202-010D1
17 11/16	UCF203D1 UCF203-011D1	86 3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	64 2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	15 19/32	11 7/16	25.5 1	12 15/32	33.3 15/16	31 1.2205	12.7 0.500	M10 3/8	UC203D1 UC203-011D1
20 3/4	UCF204D1 UCF204-012D1	86 3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	64 2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	15 19/32	11 7/16	25.5 1	12 15/32	33.3 15/16	31 1.2205	12.7 0.500	M10 3/8	UC204D1 UC204-012D1
25 13/16 7/8	UCF205D1 UCF205-013D1 UCF205-014D1	95 3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	70 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	16 5/8	13 1/2	27 11/16	12 15/32	35.8 113/32	34.1 1.3425	14.3 0.563	M10 3/8	UC205D1 UC205-013D1 UC205-014D1
19/16 1	UCF205-015D1 UCF205-100D1											UC205-015D1 UC205-100D1
30	UCF206D1	108	83	18	13	31	12	40.2	38.1	15.9	M10	UC206D1
11/16 11/8 13/16 11/4	UCF206-101D1 UCF206-102D1 UCF206-103D1 UCF206-104D1											UC206-101D1 UC206-102D1 UC206-103D1 UC206-104D1
35 11/4 15/16 13/8 17/16	UCF207D1 UCF207-104D1 UCF207-105D1 UCF207-106D1 UCF207-107D1	117 4 <sup>19</sup> / <sub>32</sub>	92 3 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	19 3/4	15 19/32	34 11 <sup>1</sup> / <sub>32</sub>	14 3 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	44.4 13/4	42.9 1.6890	17.5 0.689	M12 7/16	UC207D1 UC207-104D1 UC207-105D1 UC207-106D1 UC207-107D1
40 11/2 19/16	UCF208D1 UCF208-108D1 UCF208-109D1	130 5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	102 4 <sup>1</sup> / <sub>64</sub>	21 5 <sup>3</sup> / <sub>64</sub>	15 19/32	36 11 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	16 5/8	51.2 2 <sup>1</sup> / <sub>64</sub>	49.2 1.9370	19 0.748	M14 1/2	UC208D1 UC208-108D1 UC208-109D1
45 15/8 111/16 13/4	UCF209D1 UCF209-110D1 UCF209-111D1 UCF209-112D1	137 5 <sup>13</sup> / <sub>32</sub>	105 4 <sup>9</sup> / <sub>64</sub>	22 5 <sup>5</sup> / <sub>64</sub>	16 5/8	38 11/2	16 5/8	52.2 2 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	49.2 1.9370	19 0.748	M14 1/2	UC209D1 UC209-110D1 UC209-111D1 UC209-112D1

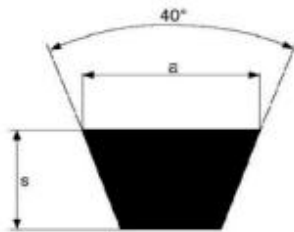
**Nota** (1) Estas designaciones de soporte indican el tipo relubricable. Si se necesita el tipo sin mantenimiento, selección los tipos sin el sufijo "D1".

Anexo 6. Bandas de transmisión seleccionadas.

	<b>CATÁLOGO DE CORREAS INDUSTRIALES</b>	<b>2010</b>
---	---	-------------

<b>DAYCO GOLD LABEL V - MM</b> <b>CORREAS TRAPECIALES DE SECCIÓN CONVENCIONAL</b>	
--	---

NORMA DE REFERENCIA: RMA/MPTA IP20 - DIN 2215 - ISO 4184
NORMA DE ANTIESTATICIDAD DE REFERENCIA: ISO 1813
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO: DE -30 A 80 GRADOS CENTÍGRADOS



**LEYENDA:**  
a= ancho de la base mayor  
s= espesor de la correa

TABLA		
SECCIÓN	a mm.	s mm.
Z	10	6
A	13	8
B	17	11
C	22	14
D	32	19
E	40	25

	Z	A	B	C	D	E
X'	13	17	26	26	43	52
X''	25	33	43	62	76	105

**LEYENDA:**  
X' = DIFERENCIA ENTRE EL DESARROLLO EXTERNO Y EL DESARROLLO PRIMITIVO  
X'' = DIFERENCIA ENTRE EL DESARROLLO INTERNO Y EL DESARROLLO PRIMITIVO

Anexo 7. Planos