



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

Proyecto de Investigación previo la
Obtención del Título de Ingeniero
Mecánica

Título del Proyecto de Investigación:
**“DISEÑO DE UN MOLINO ARTESANAL PARA MAÍZ CON UNA
CAPACIDAD DE 250 KG/H PARA GRANJAS AVÍCOLAS”**

Autor:
Verdesoto García Magno Franklin

Director de Tesis:
Ing. M.Sc. Néstor Javier Córdor Velásquez.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador
2015

DECLARACION DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO

Yo, **Verdesoto García Magno Franklin**, 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.

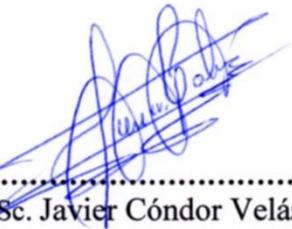
La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

.....
Verdesoto García Magno Franklin

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right, positioned above the printed name.

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

El suscrito, **Ing. M.Sc. Javier Córdor Velásquez.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **Verdesoto García Magno Franklin**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “Diseño de un molino artesanal para maíz con una capacidad de 250 kg/h para granjas avícolas” previo a la obtención del título de Ingeniería Mecánica, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.


.....
(Ing. M.Sc. Javier Córdor Velásquez)

DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN



CERTIFICACIÓN

Quevedo, 23 de Diciembre del 2015

Sr.
Ing. M.Sc. Jorge Murillo Oviedo,
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. VERDESOTO GARCIA MAGNO FRANKLIN, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica presencial del paralelo A, una vez que se revisó el proyecto de titulación de grado, "DISEÑO DE UN MOLINO ARTESANAL PARA MAÍZ CON UNA CAPACIDAD DE 250 KG/H PARA GRANJAS AVÍCOLAS", Tengo el bien informar que se realizó la revisión respectiva por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 2%, 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,

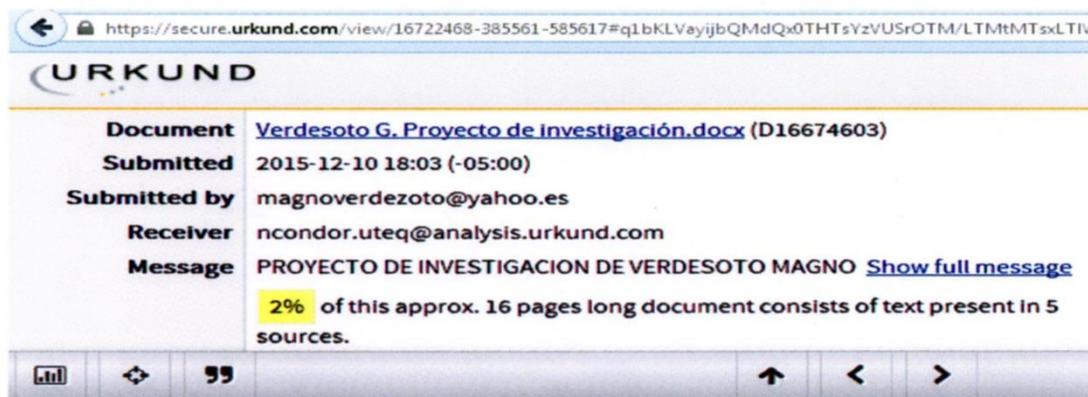


Ing. M.Sc. Javier Córdor Velásquez.

DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN DE GRADO

CC. Archivo.

Se adjunta imagen del sistema **Urkund**



https://secure.orkund.com/view/16722468-385561-585617#q1bKLVayjibQMdQx0THTsYzVUSrOTM/LTMTsLTLV

URKUND

Document	Verdesoto G. Proyecto de Investigación.docx (D16674603)
Submitted	2015-12-10 18:03 (-05:00)
Submitted by	magnoverdezoto@yahoo.es
Receiver	ncondor.uteq@analysis.orkund.com
Message	PROYECTO DE INVESTIGACION DE VERDESOTO MAGNO Show full message

2% of this approx. 16 pages long document consists of text present in 5 sources.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA MECANICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“DISEÑO DE UN MOLINO ARTESANAL PARA MAÍZ CON UNA
CAPACIDAD DE 250 KG/H PARA GRANJAS AVÍCOLAS”**

Presentado la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniería Mecánica

Aprobado por:

Ing. M.Sc. Najarro Quintero Rodolfo
Presidente del Tribunal de Tesis

Ing. M.Sc. Moreira Robert.
Miembro del Tribunal de Tesis

Ing. M.Sc. Pisco Vanegas Juan
Miembro del Tribunal de Tesis

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber permitido culminar mis estudios en la carrera de Ingeniería Mecánica.

A mis padres y familiares por estar siempre presentes motivándome y dando apoyo para que siga adelante durante toda mi formación profesional.

A las personas que siempre han estado a mi alrededor, como lo son los docentes, autoridades, amigos que nos han aconsejado día a día sobre el porvenir de la profesión, las dificultades que a diario se presentan y lo más importante por inculcarnos sobre los valores éticos que debemos llevar siempre de la mano y ejercerlos en la vida profesional.

Al Director de Tesis Ing. Javier Córdor Velásquez, por su guía, tiempo, paciencia y ayuda brindada durante el desarrollo y culminación de este proyecto de investigación.

Por último, agradezco a la Empresa Reybanpac C.A., por permitirme y brindarme el tiempo solicitado para la realización de mi trabajo de investigación

DEDICATORIA

Tengo el agrado y devoción de dedicar este trabajo a mis progenitores que son pilares fundamentales en mi vida, guiándome en el aprendizaje diario de mi vida, apoyándome incondicionalmente en las metas propuestas, y que son mis ejemplos de los objetivos planteados se los alcanza con dedicación y esfuerzo. A los docentes que me impartieron sus conocimientos diariamente, y aquellos familiares que estuvieron ahí motivando a seguir adelante y no rendirme nunca para así cumplir una etapa más de mi vida.

RESUMEN

Este trabajo investigativo tuvo el propósito del diseño de un molino artesanal para granos de maíz, con la finalidad de implementar esta máquina para el uso del pequeño y mediano productor, dedicado a la actividad avícola, dotándolos de un equipo técnico; eliminando procesos tradicionales, y de alto costo en la producción de alimentos para aves. Se estableció la investigación, para conocer la incidencia del diseño de una máquina trituradora de maíz dentro del proceso productivo de granjas avícolas, se realizó el diagnóstico y pronóstico dentro del planteamiento del problema, se detallan objetivos a cumplirse en el transcurso del proyecto. Se ejecutó en la Provincia de los Ríos, en el cantón Quevedo, se obtienen los resultados y discusión de la investigación, aquí se encontró todos los parámetros empleados para el diseño de la máquina, características de operación, factor de seguridad, materiales y velocidad del rodillo, sistema de transmisión y limitaciones. El estudio financiero permitió conocer el nivel de rentabilidad que tuvo la puesta en marcha del proyecto, con un Valor Actual Neto de \$327,76, una Tasa Interna de Retorno de 30.33%, y una Relación Beneficio Costo de \$3.34.

Se determinó, que las conclusiones, si fueron alcanzadas en el proceso de investigación.

Palabras claves: máquina, diseño, velocidad, transmisión, pecuarias

SUMMARY

This research work was intended design of a handmade corn grain mill, in order to implement this machine for the use of small and medium producers, dedicated to the poultry industry, providing them with technical equipment; eliminating traditional processes, and high cost in the production of food for birds. Research was established to determine the incidence of designing a crushing machine corn in the production process of poultry farms, diagnosis and prognosis in the problem statement was made, detailed objectives met during the project. He was executed in the province of Los Rios, in the canton Quevedo, results and discussion of research are obtained here all parameters used for machine design, operating characteristics, safety factor, materials and speed found roller system and transmission limitations. The financial study to indicate the level of profitability that had the launch of the project, with a net present value of \$ 327.76, an Internal Rate of Return of 30.33%, and a benefit cost \$ 3.34.

It was determined that the conclusions, if they were hit in the research process.

Keywords: machine, design, speed, transmission, livestock

TABLA DE CONTENIDO

<i>DECLARACION DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO</i> -----	<i>ii</i>
<i>CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN</i> -----	<i>iii</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i> -----	<i>v</i>
<i>DEDICATORIA</i> -----	<i>vi</i>
<i>RESUMEN</i> -----	<i>vii</i>
<i>SUMMARY</i> -----	<i>viii</i>
<i>TABLA DE CONTENIDO</i> -----	<i>ix</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i> -----	<i>xi</i>
<i>INDICE DE FIGURAS</i> -----	<i>xi</i>
<i>INDICE DE ANEXOS</i> -----	<i>xii</i>
<i>INDICE DE ECUACIONES</i> -----	<i>xii</i>
<i>CAPITULO I</i> <i>CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</i> -----	<i>1</i>
1.1 Introducción.-----	<i>2</i>
1.2 Problema de investigación. -----	<i>3</i>
1.2.1 Planteamiento del problema. -----	<i>3</i>
1.2.2 Formulación del problema. -----	<i>4</i>
1.2.3 Sistematización del problema. -----	<i>4</i>
1.3 Objetivos.-----	<i>4</i>
1.3.1 Objetivo general.-----	<i>4</i>
1.3.2 Objetivos específicos.-----	<i>4</i>
1.4 Justificación.-----	<i>5</i>
<i>CAPITULO II</i> <i>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN</i> -----	<i>6</i>
2.1 Marco Conceptual. -----	<i>7</i>
2.1.1 Maíz. -----	<i>7</i>
2.1.2 Molino.-----	<i>7</i>
2.1.3 Artesanía.-----	<i>7</i>
2.1.4 Diseño. -----	<i>7</i>
2.1.5 Granja avícola. -----	<i>7</i>
2.1.6 Fuerza. -----	<i>8</i>
2.1.7 Momento.-----	<i>8</i>
2.1.8 Esfuerzo.-----	<i>8</i>
2.1.9 Esfuerzo cortante.-----	<i>8</i>
2.1.10 Dimensionado de piezas. -----	<i>8</i>
2.1.11 Resistencia de materiales. -----	<i>8</i>
2.2 Marco Referencial. -----	<i>9</i>
2.2.1 Localización de Quevedo.-----	<i>9</i>
2.2.2 Clima. -----	<i>10</i>
2.2.3 Maíz en el Ecuador. -----	<i>10</i>
2.2.4 Áreas maiceras del Ecuador.-----	<i>10</i>
2.2.5 Componentes del grano de maíz. -----	<i>10</i>
2.2.6 Molinos. -----	<i>11</i>
2.2.7 Tipos y principio de funcionamiento de los molinos.-----	<i>11</i>

<i>CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</i> -----	21
3.1. Localización.-----	22
3.1.1. Ubicación geográfica.-----	22
3.2. Tipo de investigación. -----	22
3.3. Métodos de investigación. -----	22
3.4. Fuentes de investigación.-----	22
3.5. Diseño de la investigación. -----	22
3.6. Instrumentos de investigación. -----	23
3.7. Tratamiento de los datos.-----	23
3.8. Recursos humanos y materiales. -----	23
<i>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i> -----	24
4.1 Resultados “Diseño de la máquina”. -----	25
4.1.1 Diseño de la máquina. -----	25
4.1.1.1. Parámetros de diseño.-----	26
4.1.2 Capacidad de molienda. -----	28
4.1.3 Diseño de los martillos -----	29
4.1.4 Fuerza de ruptura de cada grano. -----	30
4.1.5 Cálculo de velocidades tangenciales del martillo.-----	31
4.1.5.1. Velocidad tangencial-----	32
4.1.5.2. Velocidad angular con carga -----	32
4.1.5.3. Movimiento angular desacelerado-----	33
4.1.6. Calculo de la masa y dimensionamiento de los martillos. -----	34
4.1.7. Diseño del disco porta-martillos. -----	38
4.1.8. Diseño del perno porta-martillo. -----	39
4.1.8.1. Análisis de cargas sobre el sistema eje porta-martillos-----	40
4.1.9. Diseño del distanciador de discos porta-martillos. -----	43
4.1.10. Potencia del motor-----	43
4.1.11. Fuerza total de la banda.-----	44
4.1.12. Diseño del eje principal del Molino. -----	46
4.1.12.1. Peso total de los componentes incidentes sobre el eje. -----	46
4.1.12.2. Análisis de cargas sobre el eje principal -----	47
4.1.13. Diseño de la malla de cribado. -----	49
4.1.14. Selección de lengüeta. -----	49
4.1.15. Selección de polea. -----	49
4.1.16. Selección de banda. -----	50
4.1.17. Componentes extras. -----	50
4.1.18. Análisis económico.-----	50
4.1.18.1. Costos de materia prima. -----	50
4.1.18.2. Costos de maquinado.-----	51
4.1.18.3. Costo total de inversión.-----	52
4.1.18.4. Estudio Financiero-----	53
4.1.18.4.1. Flujo de efectivo -----	53
4.1.18.4.2. Valor Actual Neto (VAN)-----	53
4.1.18.4.3. Tasa Interna de Retorno (TIR) -----	54

4.1.18.4.4.	Relación Beneficio Costo (B/C) -----	55
4.1.18.4.5.	Indicadores de rentabilidad -----	56
4.1.19.	Diferencia entre la molienda manual y molino artesanal -----	56
4.1.20.	Mantenimiento preventivo. -----	56
4.1.21.	Selección del molino artesanal para maíz -----	57
4.2	Discusión -----	57
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----		59
5.1.	Conclusiones-----	60
5.2.	Recomendaciones. -----	61
CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA -----		62
6.1.	BIBLIOGRAFIA -----	63
6.2.	LINKOGRAFIA -----	64
CAPITULO VII ANEXOS -----		65
<i>Planos -----</i>		<i>78</i>

INDICE DE TABLAS

1.	Causas- efectos -----	4
2.	Porcentaje de cultivo de maíz en Ecuador -----	10
3.	Composición promedio de las partes componentes del grano de maíz. -	11
5.	Datos obtenidos de los resultados del diseño -----	26
5.	Peso total sobre el eje -----	46
6.	Costos de materia prima -----	51
7.	Costos de maquinado -----	52
8.	Costo total -----	52
9.	Criterio de análisis tir y van -----	53
10.	Flujo de caja -----	53
11.	Indicadores de rentabilidad -----	56

INDICE DE FIGURAS

1.	Cantones de la Provincia de Los Ríos -----	9
2.	Métodos de funcionamiento de un molino -----	11
3.	Molino de martillo -----	12
4.	Molino de martillo -----	14
5.	Molino de piedra -----	17
6	Molino de rodillos -----	18
7.	Molino de platos -----	19
8.	Molino de bolas -----	20
9.	Posición de la herramienta de percusión. -----	28
10.	Martillo -----	30
11.	Disco porta-martillos -----	38
12.	Perno porta-martillos -----	39

13.	Esquema de fuerza del sistema eje porta-martillos-----	40
14.	Mdsolids-Diagrama de fuerzas de corte(N) sobre el perno porta-martillo. -----	41
15.	Diagrama de momento flector (Nmm) sobre el perno porta-martillo----	42
16.	Diagrama de fuerza banda floja vs banda tensa-----	44
17.	Eje principal-----	46
18.	Diagrama de fuerzas cortantes -----	47
19.	Diagrama del momento flector-----	48

INDICE DE ANEXOS

1.	<i>Normas designación de aceros</i> -----	66
2.	<i>Características del acero</i> -----	66
3.	<i>Especificaciones del motor</i> -----	67
4.	<i>Selección de banda</i> -----	69
5.	<i>Chumacera</i> -----	70
6.	<i>Tablas de banda y polea</i> -----	71
7.	<i>Cronograma de Mantenimiento</i> -----	73
8.	<i>Diseño propuesto (Molino Martillo)</i> -----	74
9.	<i>Máquina del mercado (Molino de bolas)</i> -----	75
10.	<i>Máquina del mercado (Molino de Rodillos)</i> -----	76
11.	<i>Máquina del mercado (Molino de Platos)</i> -----	77

INDICE DE ECUACIONES

1	FUERZA DE RUPTURA -----	30
2	ENERGÍA CINÉTICA -----	31
3	VELOCIDAD TANGENCIAL -----	31
4	VELOCIDAD TANGENCIAL CON CARGA -----	32
5	VELOCIDA ANGULAR CON CARGA -----	32
6	VELOCIDAD ANGULAR DEL MOTOR -----	32
7	MOVIMIENTO ANGULAR DESACELERADO -----	33
8	ACELERACIÓN ANGULAR -----	33
9	MOMENTO DE FUERZA DE CORTE -----	34
10	MOMENTO DE INERCIA DEL MARTILLO -----	34
11	MOMENTO DE FUERZA DE CORTE -----	34
12	FUERZA DE CORTE -----	34
13	MASA DEL MARTILLO-----	34
14	ANCHO DEL MARTILLO-----	36
15	ÁREA DE DESGARRO -----	36
16	ESFUERZO CORTANTE -----	36
17	FUERZA CENTRÍFUGA -----	36
18	FACTOR DE SEGURIDAD -----	37
19	FALLA POR TRACCIÓN-----	37
20	ESPESOR DE DISCO -----	39

21	ESFUERZO DEL PERNO-----	42
22	POTENCIA DEL MOTOR -----	43
23	TORQUE DEL MOTOR-----	44
24	FUERZA DE BANDA FLOJA -----	45
25	TENSIÓN DEL EJE -----	45
26	FUERZA DE BANDA TENSA-----	45
27	FUERZA TOTAL -----	45
28	RELACIÓN DE TRANSMISIÓN -----	49
29	POTENCIA DE DISEÑO-----	50
30	VALOR ACTUAL NETO-----	54
31	TASA INTERNA DE RETORNO-----	54
32	RELACIÓN BENEFICIO COSTO -----	55

CÓDIGO DUBLIN

Título	“DISEÑO DE UN MOLINO ARTESANAL DE MAÍZ CON UNA CAPACIDAD DE 250 KG/H PARA GRANJAS AVÍCOLAS”				
Autor	Verdesoto García Magno Franklin				
Palab. Claves	Máquina	Diseño	Velocidad	Trasmisión	Pecuarías
Fech.Publica.					
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2015				
Resumen	<p>Resumen.- Este trabajo investigativo tuvo el propósito del diseño de un molino artesanal para granos de maíz, con la finalidad de implementar esta máquina para el uso del pequeño y mediano productor, dedicado a la actividad avícola, dotándolos de un equipo técnico; eliminando procesos tradicionales, y de alto costo en la producción de alimentos para aves. Se estableció la investigación, para conocer la incidencia del diseño de una máquina trituradora de maíz dentro del proceso productivo de granjas avícolas, se realizó el diagnóstico y pronóstico dentro del planteamiento del problema, se detallan objetivos a cumplirse en el transcurso del proyecto. Se ejecutó en la Provincia de los Ríos, en el cantón Quevedo, se obtienen los resultados y discusión de la investigación, aquí se encontró todos los parámetros empleados para el diseño de la máquina, características de operación, factor de seguridad, materiales y velocidad del rodillo, sistema de transmisión y limitaciones. El estudio financiero permitió conocer el nivel de rentabilidad que tuvo la puesta en marcha del proyecto, con un Valor Actual Neto de \$327,76, una Tasa Interna de Retorno de 30.33%, y una Relación Beneficio Costo de \$3.34.</p> <p>Summary.- This research work was intended design of a handmade corn grain mill, in order to implement this machine for the use of small and medium producers, dedicated to the poultry industry, providing them with technical equipment; eliminating traditional processes, and high cost in the production of food for birds. Research was established to determine the incidence of designing a crushing machine corn in the production process of poultry farms, diagnosis and prognosis in the problem statement was made, detailed objectives met during the project. He was executed in the province of Los Rios, in the canton Quevedo, results and discussion of research are obtained here all parameters used for machine design, operating characteristics, safety factor, materials and speed found roller system and transmission limitations. The financial study to indicate the level of profitability that had the launch of the project, with a net present value of \$ 327.76, an Internal Rate of Return of 30.33%, and a benefit cost \$ 3.34.</p> <p>Keywords: machine, design, speed, transmission, livestock</p>				
Descripción	106 hojas: INEN A4 dimensión, 29x21cm+CD-ROM 6162				
URI					

CAPITULO I
CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción.

Los granos de maíz son productos de consumo masivo a nivel mundial, constituyéndose en artículos de primera necesidad, el maíz, forma parte de la alta gama de granos existentes en el mercado es utilizado para la fabricación de alimentos, bebidas, procesos agroindustriales, entre otros. Ecuador es un país agrícola que se ha caracterizado por su gran diversidad de cultivos y extensas áreas dedicadas a esta actividad; dentro de las plantaciones más recurrentes podemos encontrar: maíz, cacao, arroz, plátano, banano, cebada, caña de azúcar, entre otros, donde el cultivo de gramíneas como el maíz es uno de los mayormente producidos en las diferentes regiones, cultivado dos veces por año, debido a su gran capacidad de adaptación climática.

En la actualidad los diferentes campos de producción se están tecnificando, con la incorporación de máquinas o sistemas para la fabricación de sus productos, respondiendo al cambio de la matriz productiva del país. La implementación de estas máquinas en el mercado industrial y agroindustrial es favorable para la eliminación de los diferentes procesos fuera de los estándares de calidad y del uso de métodos poco convencionales.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende contribuir al pequeño agricultor de la localidad Quevedeña, con el diseño de un molino artesanal de bajo costo para el mismo, que es de uso imprescindible en las granjas criadoras de pollos, en fábricas productoras de balanceados. Siendo además, accesible a la utilización de otros productos que se ajusten a los requerimientos y límites mecánicos previamente establecidos.

Dimensionando todos los elementos que constituyen la máquina artesanal, considerando todos los requerimientos como; vida útil, resistencia de materiales, entre otros, de manera que tenga un diseño óptimo. El propósito principal es perfilar una máquina trituradora de granos que tenga una capacidad de 250 kg/h, que se enfoca en la utilización para los diferentes productores artesanales y puedan tecnificar, mejorar, y radicarse en el ámbito mercantil, potencializando el diseño de máquinas, afianzando la relación entre la mecánica y la agricultura, dos ciencias que contribuirán al progreso económico, social y ambiental del cantón.

1.2 Problema de investigación.

1.2.1 Planteamiento del problema.

La actividad avícola del pequeño y mediano productor en la provincia de Los Ríos, presenta falencias en el ámbito tecnológico con respecto al molino artesanal, utilizado para su producción; con un estudio de campo y obteniendo la información, se resaltan las necesidades existentes y se mencionan, las ventajas que se tendrían con una máquina de molienda con mejores características, que reemplace las que poseen o las adquieran por primera vez los agricultores.

En el ámbito local, el pequeño y mediano productor dedicado a la crianza de aves debe gestionar el cambio de máquina artesanal para la molienda de granos, con los componentes y análisis de los diferentes factores que involucran su uso, existiendo una deficiencia en la producción de maíz molido, que se aleja de los estándares necesarios de los mercados para obtener de forma óptima el producto final.

1.2.1.1 Diagnóstico.

En la actualidad, es posible evidenciar en la provincia de Los Ríos el crecimiento de la actividad avícola, donde el proceso productivo se realiza a base de los conocimientos obtenidos por la experiencia laboral, lo que influye en la productividad, y por ende en las actividades que éstas generan.

Por este motivo, es notorio que en el proceso avícola existe carencia de conocimiento tecnológico en la utilización de este tipo de maquinarias para la molienda de granos, por lo cual resulta viable la aplicación de este proyecto que brinde la oportunidad de contar con una máquina artesanal que cumpla con las especificaciones de la demanda a nivel local y regional.

1.2.1.2 Pronóstico

Sin la correcta tecnificación en el proceso alimenticio de la producción avícola para el pequeño productor, se genera un alto nivel de riesgo, debido a la competencia de las grandes industrias y la adquisición de productos ya elaborados para la crianza de aves, lo cual reduciría la utilidad generada, dando paso a convertirse en un negocio poco rentable y en casos extremos su desaparición del mercado.

Tabla 1 Causas- Efectos

Causas	Efecto
Competitividad industrial, en calidad, costos y producción.	Reduce utilidad generada por la crianza de aves
Falta de diseños innovadores	Baja rentabilidad
Dependencia de productos ya elaborados	Quiebra de un negocio

Fuente: AUTOR, 2015

Elaborado: Autor, 2015

1.2.2 Formulación del problema.

¿Cómo incide el diseño artesanal de una máquina trituradora de maíz en el desarrollo productivo de las granjas avícolas?

1.2.3 Sistematización del problema.

- Este anteproyecto se centró en el diseño y cálculo de una máquina trituradora de maíz para las granjas avícolas y abarca el análisis mecánico, de costos, y funcionamiento aplicado al proceso productivo.
- ¿Qué esfuerzos influyen en el desempeño mecánico de la maquina?
- ¿Cuál es la potencia requerida por la máquina para su óptimo funcionamiento?
- ¿Cómo incide el costo de un equipo en su adquisición?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Diseñar un molino artesanal de granos de maíz accesible a la pequeña y mediana industria.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Investigar los diferentes tipos de molinos y seleccionar el más óptimo para la molienda de maíz con una capacidad de 250 kg/h
- Establecer los componentes mecánicos de las diferentes partes que conforman la máquina.
- Determinar la potencia necesaria de la máquina para la selección de un motor acorde a las necesidades.

- Establecer costos de construcción para detallar la inversión que efectuaría el productor.

1.4 Justificación.

El uso del molino de granos es una tecnología que se viene empleando desde hace mucho tiempo, para la realización de diferentes actividades de producción en el ámbito agroindustrial, como; producción de harinas de maíz, balanceados, preparación de maíz para previo consumo de aves, entre otras. El pequeño productor fabrica esta máquina de forma artesanal, es decir sin previos conocimientos técnicos, por lo cual surge la necesidad del diseño y cálculo adecuado para la creación de una máquina que cumpla con las especificaciones que permitan trabajar con mayor eficiencia, durabilidad y eficacia.

La utilización de granos molidos en los diferentes métodos de crianza animal, genera la necesidad para los micros productores de contar con una máquina artesanal, de bajo costo y fácil accesibilidad.

Por consiguiente, se justifica el diseño y cálculo de un molino de granos, que mediante sus características técnicas, innovación y mejoramiento en el mercado, contribuirán al desarrollo tecnológico de la industria, incorporando a los avicultores a las nuevas tendencias y procesos, que aporten al desarrollo económico, social, y tecnológico de la plaza artesanal, mediante el cual con la selección y diseño de un molino artesanal sofisticada la molienda de granos, haciendo que el mecanismo empleado garantice y permita mejoras en la producción, crianza y alimentación de aves.

CAPITULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Conceptual.

2.1.1 Maíz.

Es una de las gramíneas más antiguas del continente americano. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, es la sublime especie plantada de este género. Otras especies del género Zea, generalmente llamadas teocintle y las del género Tripsacum, conocidas como arrocillo o maicillo, son formas más salvajes parientes de Zea mays. Son clasificadas como del Nuevo Mundo, porque su centro de origen se encuentran en América. [1]

2.1.2 Molino.

Es una máquina que muele, manipulado de energía ya sea la del viento, agua, un motor térmico o uno eléctrico. [2]

2.1.3 Artesanía.

Es una labor muy minuciosa donde cada objeto es ideal necesitando el tiempo adecuado, al promover este trabajo los artesanos fijan sus prácticas en técnicas ejercitadas y opulentas a lo largo de su vida.

2.1.4 Diseño.

El diseño es la actividad evolutiva en la que implica proyectar, programas, coordinar varios factores de índole humano y material, hacer lo invisible en visible, llegando a una comunicación, incluyendo juicios de valor, conocimientos técnicos y adquisición de nuevos conocimientos. [3]

2.1.5 Granja avícola.

Una granja avícola es un establecimiento agropecuario para la cría de aves de corral teniendo pollos, pavos, patos, y gansos, con el propósito de usarlos como base alimenticia sea matándolos por su carne o recogiendo sus huevos. Las aves de corral son criadas en grandes cantidades, siendo la cría de pollos y gallinas la de mayor volumen. Anualmente se crían más de 50 000 millones de pollos como fuente de alimento, tanto por su carne como por sus huevos. Las gallinas criadas para producción de huevos son denominadas ponedoras mientras que los pollos hembra criados para aprovechar su carne a menudo son denominados broilers. [4].

2.1.6 Fuerza.

Es la magnitud vectorial que mide la intensidad del intercambio de momento lineal entre dos partículas o sistemas de partículas. Según una definición clásica, fuerza es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los materiales.

2.1.7 Momento.

El momento de una fuerza F aplicada en un punto P con respecto de un punto O viene dado por el producto vectorial del vector OP por el vector fuerza.

2.1.8 Esfuerzo.

Esfuerzo es la resistencia que ofrece un área unitaria (A) del material del que está hecho un miembro para una carga aplicada externa (fuerza, F).

2.1.9 Esfuerzo cortante.

Es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma. Se elige como variante Q , T , o V .

2.1.10 Dimensionado de piezas.

El dimensionado de piezas mecánicas, usualmente vigas, pilares, barras, ejes y similares sometidos a esfuerzos normales se refiere al cálculo de la sección transversal mínima para asegurar que dicho elemento tiene una resistencia adecuada frente a los esfuerzos normales. Actualmente en la pieza el dimensionamiento es totalmente diferente a la pieza está fraccionada o comprimida. [5].

2.1.11 Resistencia de materiales.

La resistencia de materiales clásica es una disciplina de la ingeniería mecánica, la ingeniería estructural y la ingeniería industrial que estudia los sólidos deformables mediante modelos simplificados. La resistencia de un elemento se define como la capacidad que tiene para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo. Un modelo de resistencia de materiales establece una relación entre las fuerzas aplicadas, también llamadas cargas o acciones, y los esfuerzos y desplazamientos inducidos por ellas. Generalmente las simplificaciones geométricas y las restricciones impuestas sobre el modo

de aplicación de las cargas hacen que el campo de deformaciones y tensiones sean sencillos de calcular. [5].

2.2 Marco Referencial.

2.2.1 Localización de Quevedo.

Es considerada como la cuna de la agricultura, es un sector privilegiado por su situación geográfica, siendo esta el intercambiador intenso de productos.

Localizada al 1° 20' 30" de Latitud Sur y los 79° 28' 30" de Longitud occidental, dentro de una zona subtropical.

FIGURA 1. Cantones de la Provincia de Los Ríos



Fuente: INMOMUNDO, 2015

2.2.2 Clima.

Es una zona subtropical, de temperatura de unos 20 a 33 °C y a veces llega a los 38 °C. Las lluvias nacen al este de la ciudad (en el cantón La Maná está el epicentro principal). Con esto Quevedo tiene precipitaciones en todos los meses, anualmente oscila entre 3.000 a 4.000 mm.

2.2.3 Maíz en el Ecuador.

Gramínea de fácil cultivo y de producción anual, pertenecen al género de las Zeas. La gramínea amarilla dura que se produce en Ecuador, es de la mejor calidad, destinado para la producción de alimentos balanceados para las industrias del consumo humano. La temporada donde se da la cosecha más alta es en el ciclo de invierno (Abril - Julio).

2.2.4 Áreas maiceras del Ecuador.

La nativa cosecha de maíz, la consume la avicultura con el 57%, alimentos el 6% de balanceados para animales, la exportación a Colombia con el 25%, un 4% para industrias de consumo humano, y lo demás para semilla y el autoconsumo.

Tabla 2. Porcentaje de cultivo de maíz en Ecuador

Provincia	Porcentaje de cultivo
Los Ríos	33%
Manabí	22%
Guayas	21%
Loja	8%
Pichincha	1%
Imbabura	1%
Resto de provincias	14%
Total	100%

Fuente: www.sica.gov.ec, 2015

2.2.5 Componentes del grano de maíz.

Los más importantes elementos químicos de la gramínea son: lípidos, proteínas y almidones como muestra la tabla 3, asimismo se puede encontrar mínimos porcentajes de

azúcares, minerales, fibra dura, y de ciertas sustancias orgánicas como componentes liposolubles.

Tabla 3. Composición promedio de las partes componentes del grano de maíz.

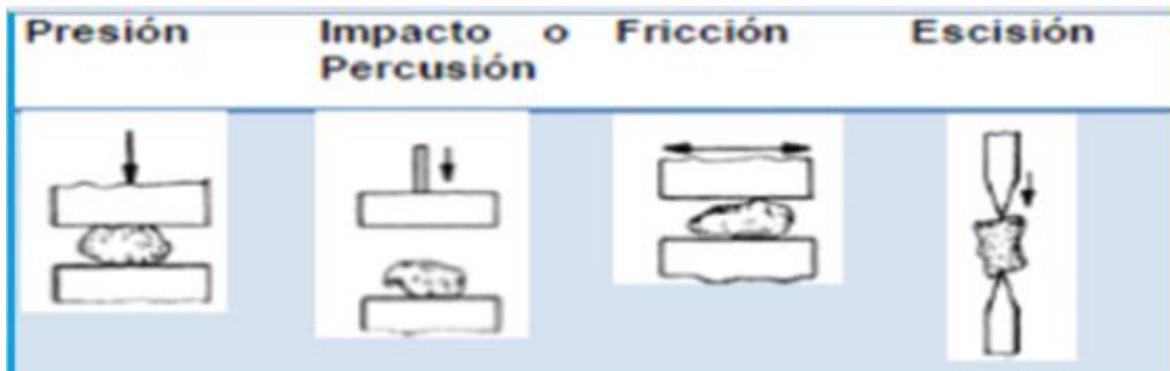
Composición del grano %						
Partes del grano	% en peso seco del grano entero	Almidón	Grasa	Proteína	Ceniza	Azúcar
Endospermo	82.9	87.6	0.8	8.0	0.3	0.6
Germen	11.1	8.3	33.2	18.4	10.5	10.8
Pericarpio	5.3	7.3	1.0	3.7	0.8	0.34
Tapa Superior	0.8	0.8	3.8	9.1	1.6	1.6
Grano Entero	100	73.4	4.4	9.1	1.4	1.9

Fuente: [6]

2.2.6 Molinos.

Los molinos son equipos mecánicos elaborados para modificar el tamaño del grano. Estos utilizan diferentes métodos para su funcionamiento, como se indica en la **figura 2**.

FIGURA 2. Métodos de funcionamiento de un molino



Fuente: REPOSITORIO ESPE, 2013

Elaborado: Bermeo Carolina

2.2.7 Tipos y principio de funcionamiento de los molinos.

2.2.7.1 Molino de martillo.

Se encuentran constituidos por una cámara circular donde se ubican los martillos fijos o giratorios que giran a alta velocidad triturando el grano. Situándose en la parte inferior una malla que comprueba el tamaño de partícula de la harina. En general se utilizan mallas con

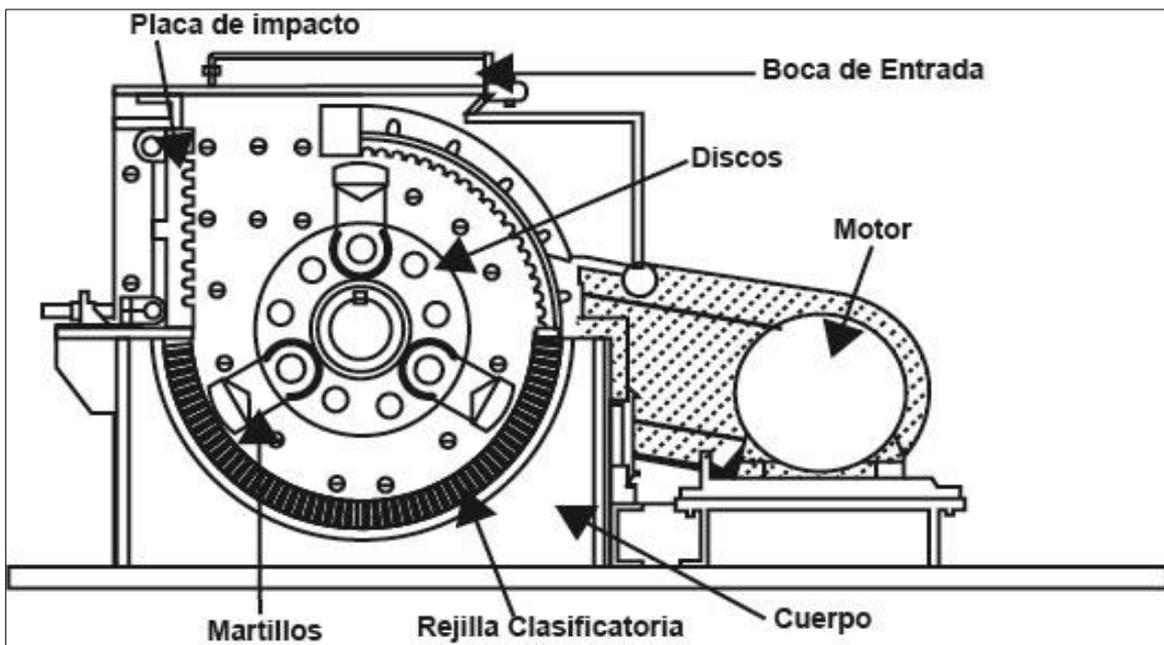
orificios de 1 milímetro para harinas de consumo humano y de 3 milímetros para la alimentación animal. Estos molinos no resultan adecuados para la molienda húmeda, produciendo elevas temperatura, alto nivel de ruido y dificulta la circulación del maíz. [2].

2.2.7.1.1 Principio de funcionamiento.

El producto se dirige hacia a la sección de entrada media de un alimentador que se controla por un corriente del motor consistiendo un imán en distintos tipos.

La máquina se funciona en dos direcciones. El proceso de molienda se realiza con una velocidad periférica muy alta, lanzando al producto entre las alas movidas y la camisa. Aquellos que ya tienen unas dimensiones adecuadas son llevados a la cámara del producto molido acumulándose en un búnker en un orificio de la camisa. [2].

FIGURA 3. Molino de martillo



Fuente: Trituración y Molienda S.A. de C.V.

En el proceso de elaboración del balanceado puede haber un número de ingredientes que requieren alguna forma de procesamiento. Estos ingredientes incluyen granos de cereales, maíz gruesas que requieren la reducción de tamaño de partícula que mejorará el rendimiento del ingrediente y aumentar el valor nutritivo. Hay muchas maneras de lograr esta reducción de tamaño de partícula.

Tanto martillazos y rodadura pueden lograr el resultado deseado de conseguir ingredientes molidos adecuadamente, pero otros factores también necesitan ser mirado antes de elegir el método adecuado para moler. Reducción de tamaño excesivo puede conducir a la pérdida de la energía eléctrica, el desgaste innecesario de equipos mecánicos y posibles problemas digestivos en el ganado y aves de corral. (www.feedmachinery.com/).

Ventajas

- Idóneos de originar una amplia gama de tamaños de partículas
- Trabaja con cualquier material friable y fibra
- Facilidad de uso
- Mínima inversión inicial en comparación con un molino de rodillos
- Mantenimiento minúsculo necesario
- Partículas procedentes, manipulando un molino de martillos serán generalmente esférica, con una superficie que aparece pulido.

Desventajas:

- Menos de energía eficiente cuando se compara con un molino de rodillos
- Puede generar calor (fuente de pérdida de energía)
- Producir una mayor variabilidad del tamaño de partícula (menos uniforme)
- Molinos de martillos son ruidosos y pueden generar contaminación por polvo

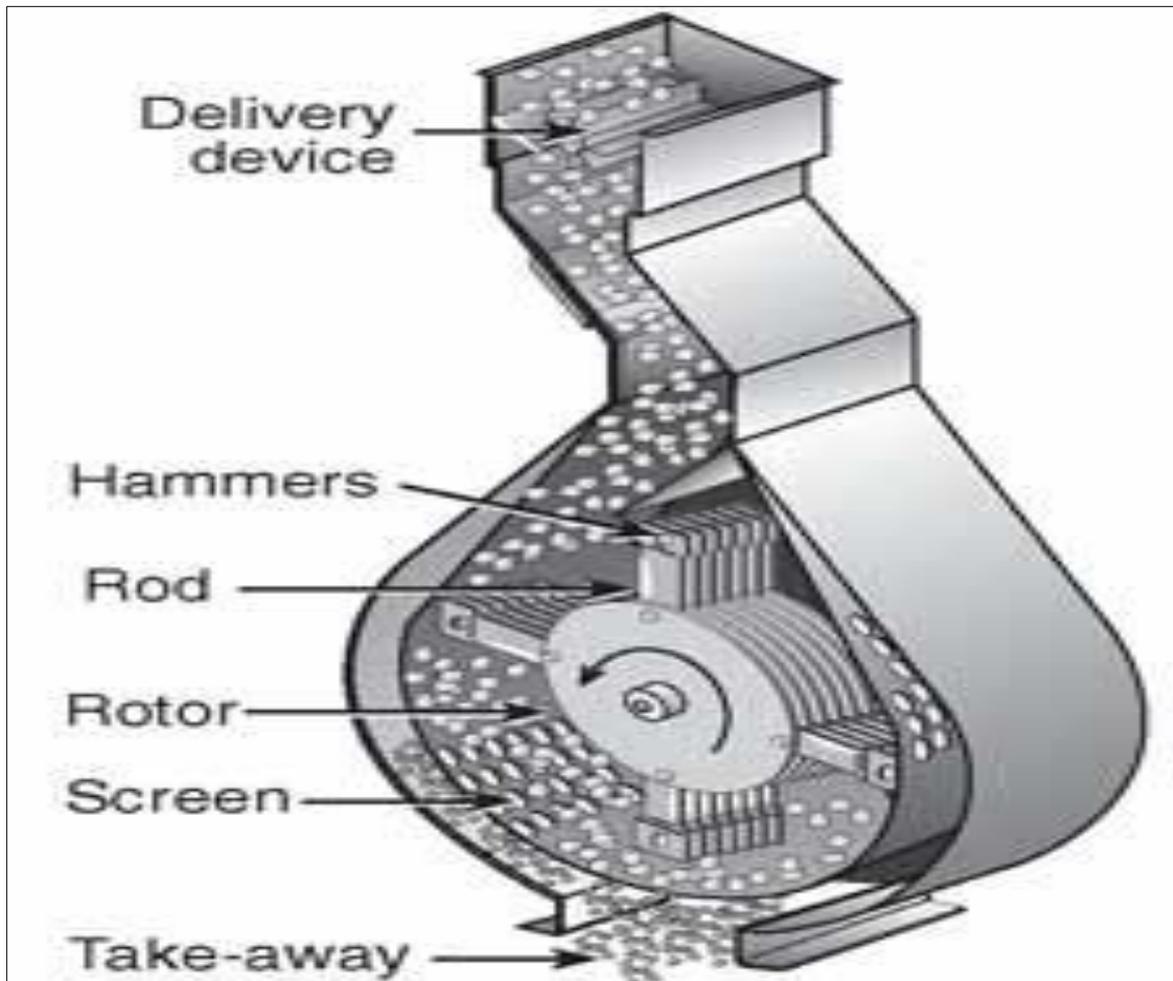
2.2.7.1.2 Diseño general.

El molino de martillos tiene una capacidad eficiente de producción, alta proporción de trituración, bajo consumo de energía, es de una estructura simple, operación fácil, bajo costo de inversión.

Los componentes principales de los molinos de martillo, que se muestran en la **figura 4**, incluyen: un dispositivo de suministro para introducir el material a ser molido en el los martillos. El rotor formado por una serie de discos mecanizados montado en el eje horizontal realiza el trabajo de molienda. Martillos que están suspendidos de las barras que corren paralelas al eje y a través de los discos de rotor de libre oscilación. Los martillos realizan la función de aplastar los ingredientes con el fin de reducir su tamaño. Una pantalla perforada y, o bien la extracción por gravedad o aire-asistida de producto molido.

Hechos para detectar el tamaño de partícula del molino de martillos para asegurar partículas encuentran con un tamaño máximo de malla especificado.

FIGURA 4. Molino de martillo



Fuente: www.feedmachinery.com/

Elaborado por: Feedmachinery

2.2.7.1.3 Diseño de alimentador.

Los materiales se introducen en los caminos de los martillos por un alimentador de la vena de velocidad variable. Este tipo de alimentador puede tener su motor esclavizado por un controlador programable para el motor de accionamiento principal del molino de martillos. La velocidad operativa del alimentador se controla para mantener una óptima carga de amperaje del motor principal.

2.2.7.1.4 Diseño y configuración del martillo.

El diseño y la colocación de martillos está determinado por los parámetros de funcionamiento tales como la velocidad del rotor, la potencia del motor, y el área abierta en la pantalla. El diseño óptimo del martillo y la colocación proporcionarán el máximo contacto con el ingrediente de alimentación. Molinos de martillo en el que la velocidad del rotor es de aproximadamente 1.800 rpm, deben estar utilizando martillos que son alrededor de 25 cm (10 pulgadas) de largo, 6,35 cm (2,5 pulgadas) de ancho y 6,4 mm (0,25 pulgadas) de espesor. Para una velocidad de rotor de aproximadamente 3600 rpm, martillos deben ser de 15 a 20 cm (6-8 pulgadas de largo, 5 cm (2 pulgadas) de ancho y 6,4 mm (0,25 pulgadas) de espesor. (www.feedmachinery.com/).

El número de martillos utilizados para un molino de martillos de 1800 rpm, debe ser de 1 por cada 2.5 a 3.5 caballos de fuerza, y para 3600 rpm, uno por cada 1 a 2 caballos de fuerza. La disposición de los martillos debe ser equilibrada y dispuestos en las varillas de modo que no se arrastran entre sí. La distancia entre el martillo y la pantalla debe ser de 12 a 14 mm (1/2 pulgadas) para la reducción del tamaño de los granos de cereales. La velocidad o la punta de velocidad de los martillos son fundamentales para la reducción de tamaño adecuado.

La velocidad de la punta, es la velocidad del martillo en la punta o borde más alejado del rotor, y se calcula multiplicando la velocidad de rotación de la fuente de accionamiento (eje rpm) por la circunferencia del arco punta martillo. Impacto es la fuerza principal que se utiliza en un molino de martillos. Cualquier cosa que aumenta la probabilidad de una colisión entre un martillo y un objetivo; aumenta la magnitud de la colisión; la mejora del material ofrece una ventaja en la reducción de tamaño de partícula. La magnitud de las colisiones puede ser escalada por el aumento de la velocidad de los martillos. (www.feedmachinery.com/).

2.2.7.1.5 Diseño de la pantalla.

La medida del área abierta en una pantalla de molino de martillos dosifica el tamaño de la partícula y la eficiencia de la molienda. Las aberturas de la pantalla (agujeros) que están alineados en un patrón escalonado de 60 grados optimizan un área abierta mientras se mantiene la fuerza en la pantalla. Este método se traducirá en una zona de 40 por ciento abierta utilizando los orificios 3,2 mm (1/8 pulgada) alineados en centros de 4,8 mm (3/16

pulgada). Proporción recomendada de granos sería 55 cm² (~ 9.8 pulgadas cuadradas) por caballo de fuerza.

Cuando se utiliza la proporción correcta de área de la pantalla para caballos de fuerza y se mantiene la distancia adecuada entre los martillos y la cara de la pantalla, la mayor parte de las partículas son de tamaños, correctamente trituradas que podrán salir de la pantalla en el momento oportuno. Las partículas que no pasan a través de los agujeros de la pantalla se vuelven parte de un lecho fluidizado de material arrastrado por la cara de la pantalla por la rotación de alta velocidad de los martillos. A medida que estas partículas se frotan contra la pantalla y la otra su tamaño se reduce continuamente por desgaste. Esta reducción de tamaño excesivo es contraproducente. La energía se desperdicia en la producción de calor, el rendimiento está restringido, y las partículas se hacen más pequeñas. (www.feedmachinery.com/).

2.2.7.2 Molino de piedra.

Como su nombre lo indica es una maquina destinada para triturar, reducir, moler materiales abrasivos, como lo son las rocas. El grano es alimentado por la superficie y mediante una acción rotatoria las piedras se desplazan hacia los extremos.

FIGURA 5. Molino de piedra



Fuente: blogs.periodistadigital.com

Elaborado por: blogs.periodistadigital.com

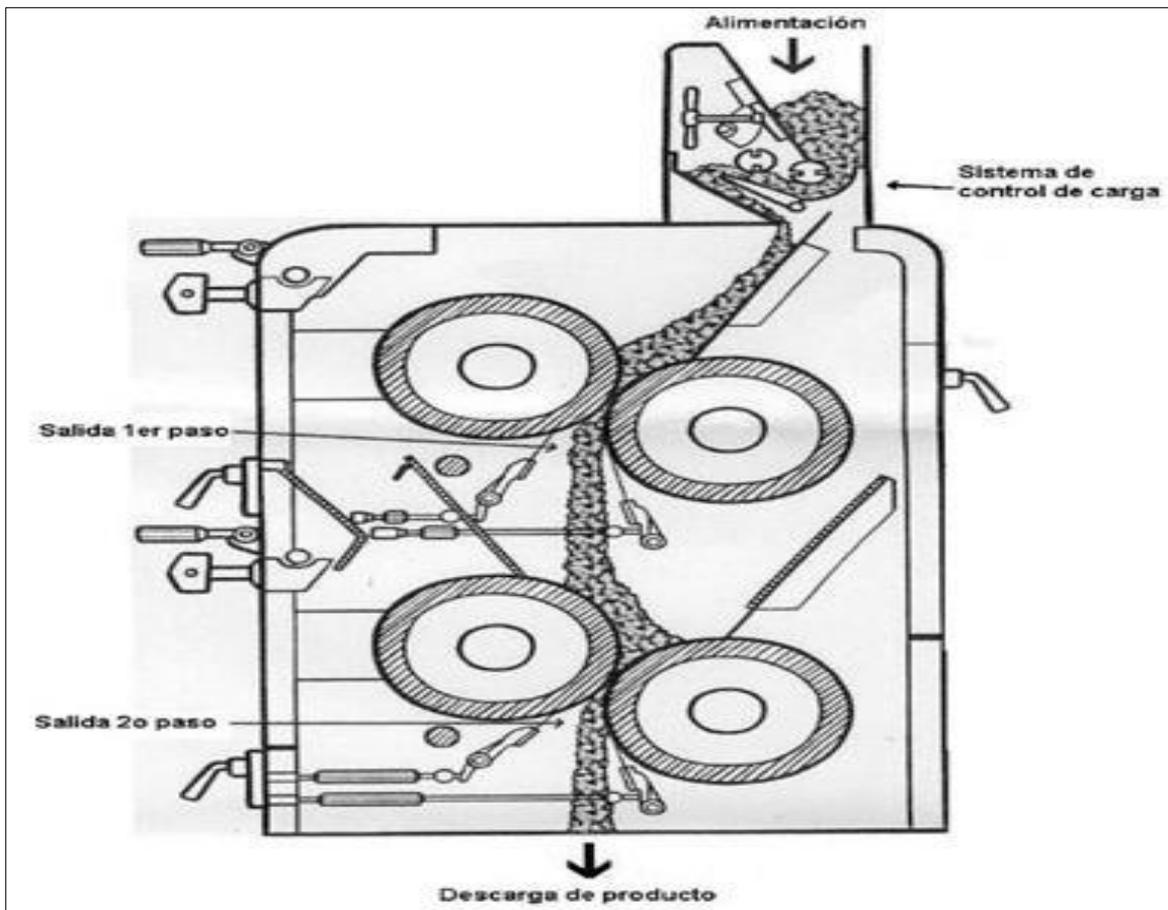
2.2.7.3 Molino de rodillo.

En el presente este es el tipo de molino más empleado. Se fundamentan en un par de rodillos que voltean en sentido inverso. Los dos rodillos trabajan totalmente con velocidades distintas, de forma que el primero sostiene el material mientras que el segundo lo moltura por la mezcla de efectos de corte y compresión. Estos rodillos son lisos cuando la fuerza predominante es la de compresión, al usarse rodillos con estrías, la fuerza de corte es más efectiva. [6]

2.2.7.3.1 Funcionamiento

Estos granos son forzados por las acanaladuras en el cilindro que gira más lentamente, mientras que las acanaladuras del más rápido se encargan de cortarlo, como si fuese una tijera. Se manipulan especialmente para triturar granos húmedos. [6]

FIGURA 6 Molino de rodillos



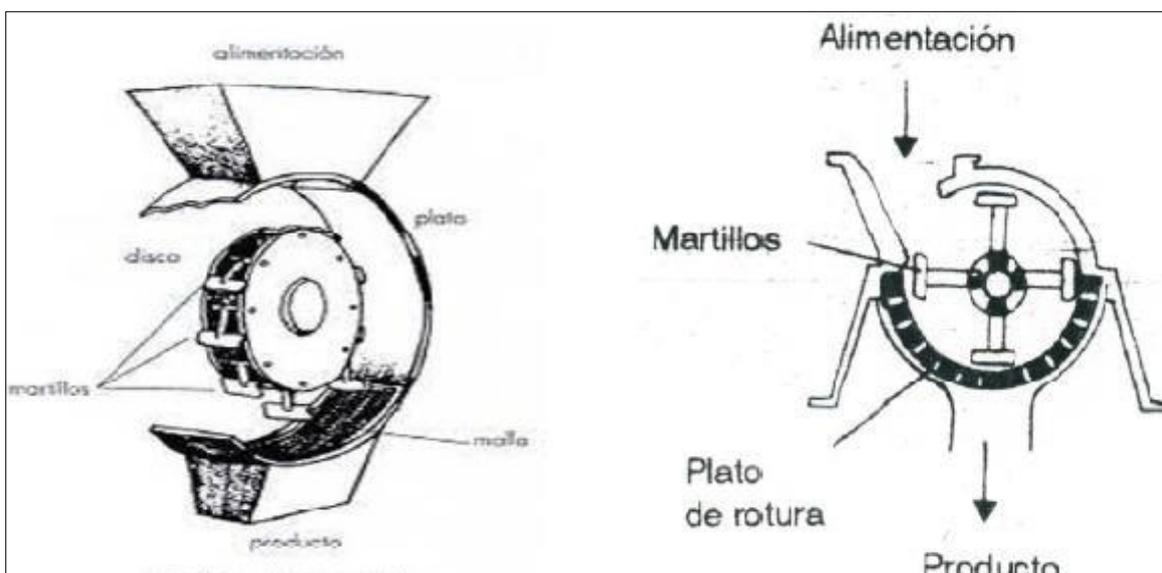
Fuente: Vega Turizo Alberto. (2004) Guía para la elaboración de aceites comestibles. Caracterización y procesamiento de nueces. Bogotá Colombia. Convenio Andrés Bello

Elaborado por: Vega Turizo Alberto.

2.2.7.4 Molino de plato.

Denominados máquinas de discos, es una aplicación de las piedras de moler que se empleaban en la antigüedad. Esta máquina es efectiva para gramíneas con elevada humedad como el maíz.

FIGURA 7. Molino de platos



Fuente: Vega Turizo Alberto. (2004) guía para la elaboración de aceites comestibles. Caracterización y procesamiento de nueces. Bogotá Colombia. Convenio Andrés bello

Elaborado por: Vega Turizo Alberto.

2.2.7.5 Molino de bolas.

El molino de bolas consiste en un cilindro de acero que descansa horizontalmente apoyado sobre pedestales y gira alrededor de su eje horizontal. Este cilindro contiene en su interior un medio triturador adecuado, tal como bolas de acero o de pedernal.

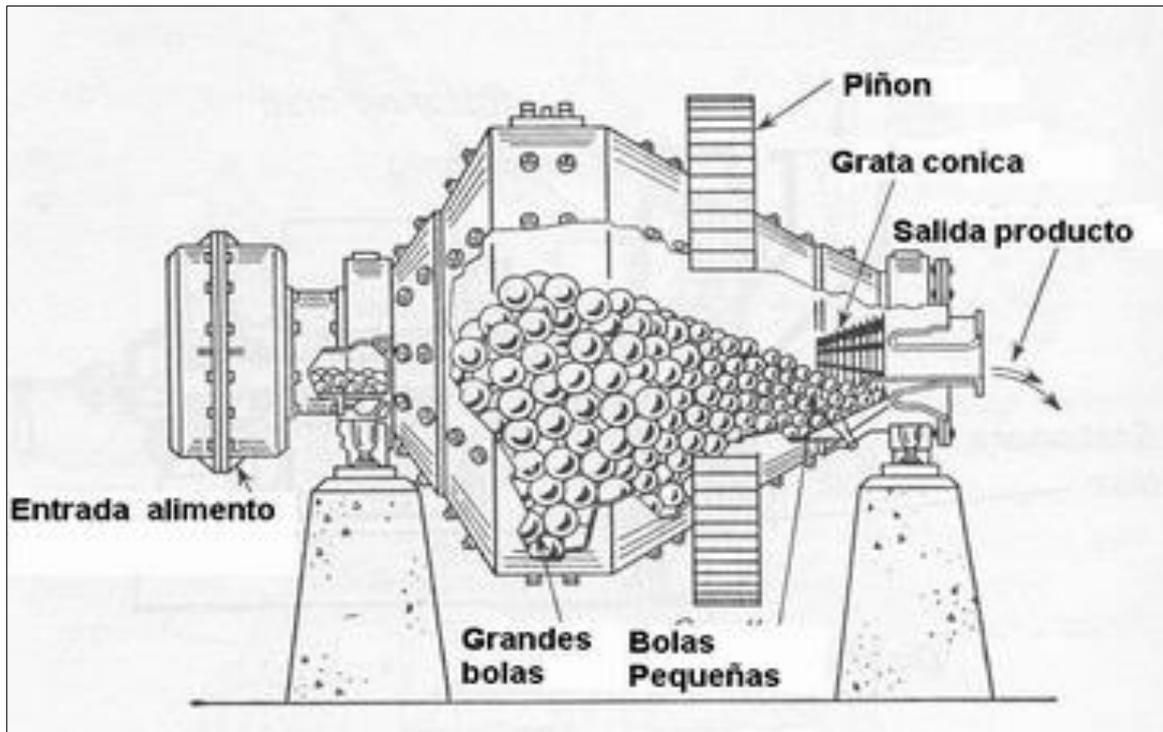
El material que se quiere moler se introduce en el cilindro a través de un registro situado en el centro de una generatriz del cilindro que se cierra después herméticamente.

Se mantiene el molino girando durante un período variable y después se descarga a través de la misma abertura, después de haber remplazado la puerta de cierre por una rejilla con mallas adecuadas para dejar pasar el material molido, pero suficientemente estrechas para retener las bolas. El molino gira por la acción de un engranaje circunferencial, mediante correas de transmisión planas o en forma de V múltiple, o bien por medio de rueda dentada y cadena articulada.

En la industria es frecuente que el molino esté provisto de un engranaje externo, es decir, un engranaje situado por fuera de los pedestales que sirven de soporte, de forma tal que el molino pueda cubrirse convenientemente con una funda cuando sea necesario.

Para evitar el deslizamiento de las bolas de acero a lo largo de las paredes interiores del molino, suelen retener éstos en su interior, soldadas a las paredes interiores del cilindro, unas barras deflectoras de tipo de onda o bien unas barras deflectoras modificadoras de la velocidad. Con la ayuda de estas barras deflectoras se consigue que el tiempo de molienda quede disminuido. [6]

FIGURA 8. Molino de bolas



Fuente: datateca.unad.edu.com/

Elaborado por: datateca

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

El desarrollo de la investigación se ejecuta en la provincia de Los Ríos, en el cantón de Quevedo, constituida por zonas rurales y urbanas, radicando el problema con mayor influencia en las zonas rurales, donde el objeto de estudio se produce en mayor proporción.

3.1.1. Ubicación geográfica.

Localizada al 1° 20' 30" de Latitud Sur y los 79° 28' 30" de Longitud occidental, dentro de una zona subtropical.

3.2. Tipo de investigación.

Investigación exploratoria: Se empleó al momento de buscar trabajos relacionados al tema planteado, tomando como referencia la información obtenida para el perfeccionamiento de la investigación.

Investigación explicativa: Detalla los descubrimientos hallados, concerniendo los futuros efectos y causas.

3.3. Métodos de investigación.

Método analítico-sintético: Son utilizados para comparar la información obtenida mediante las citas bibliográficas, y los resultados obtenidos.

Método bibliográfico: Se utilizó para obtener información de diferentes fuentes bibliográficas.

3.4. Fuentes de investigación.

Fuentes primarias: La observación directa

Fuentes secundarias: Revistas, documentos, prensas, artículos web

3.5. Diseño de la investigación.

No Experimentales

Es utilizado para observar el objeto de estudio y manipular las variables correspondientes a la investigación.

3.6. Instrumentos de investigación.

Observación: Se la empleó al momento de realizar la investigación de campo permitiendo recopilar información necesaria para el desarrollo de la investigación.

Análisis de documentos: Se emplea para sintetizar la información dotada por investigaciones realizadas dentro del campo de estudio, que faciliten el entendimiento y conocimiento de variables pertenecientes al objeto de la investigación.

3.7. Tratamiento de los datos.

Las operaciones de clasificación, registro, tabulación y codificación, que se usaron debido a las facilidades y conocimiento en su manejo se restringieron al uso de Excel.

3.8. Recursos humanos y materiales.

Al realizar esta investigación se manipularon a continuación los siguientes materiales y equipos:

Tabla 4. Materiales y equipos

Descripción	Número
MATERIALES	
Impresión/ Hojas A4	6/650
Libros e internet	-
CD's /Pendrive	1/1
Cartuchos de tinta	2
Anillados/Empastados	6
EQUIPOS	
Procesador	1

Fuente: INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 2015

Elaborado: Autor

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados “Diseño de la máquina”.

4.1.1 Diseño de la máquina.

Una vez investigados los tipos de máquinas se estableció el molino de martillo, a ser diseñado, conociendo sus virtudes y defectos de manera que los mismo pueden ser solventados ya sea parcial o totalmente a un bajo costo, dándole prioridad al desarrollo y requerimientos del pequeño productor, de esta manera se señalan los aspectos necesarios para cumplir con los objetivos planteados:

- Apropriados para la molienda de granos secos.
- Reducen los granos a medidas menores a 1 mm de acuerdo al diseño.
- Fácil construcción.
- Entre otras.

Descripción de la máquina.

La máquina diseñada es capaz de moler granos de maíz a un tamaño reducido de 4 mm, con una capacidad de molienda de 250 kg/h, esta soportó el impacto producido por la molienda de los granos, con una alimentación manual, y la misma disponga de un sistema clasificador, que permite solo la salida de los granos que cumplan la medida establecida.

Concluida la descripción de la máquina, el trabajo a realizar y el conocimiento de las diferentes variables presentes en el proceso de funcionamiento se procede a establecer los parámetros empleados para el diseño de la máquina, necesarios en las actividades del pequeño y mediano productor, por lo tanto se toma en consideración los siguientes aspectos de diseño:

Diseño de:

- Los martillos
- Disco porta-martillos
- Separador de martillos
- Perno porta-martillo
- Separador de discos
- Eje porta disco
- Tolva

- La estructura

Selección de:

- Rodamientos
- Banda
- Poleas
- Lengüeta

4.1.1.1. Parámetros de diseño.

Características de operación del molino.

Tabla 5. Datos obtenidos de los resultados del diseño

Descripción	Capacidades	Unidad
CAPACIDAD DEL MOLINO	250	Kg/h
VELOCIDAD	1750	RPM
MASA DEL GRANO	0,15	Kg
COEFICIENTE DE FLUCTUACIÓN	0,025	
FUERZA DE CORTE	2,75	N
LIMITE DE CORTE ADMISIBLE A37	276	MPa
MOMENTO FLECCIONANTE	4670	Nm
DIAMETRO DEL GRANO ANTES	7,75	mm
DIAMETRO DEL GRANO DESPUÉS	5-4	mm
MOMENTO EN EL EJE PRINCIPAL	2386,74	Nmm
DIAMETRO DEL EJE PRINCIPAL	0,0375	m
LIMITE DE ESFUERZO DEL PERNO	362	MPa

Fuente: INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 2015

Elaborado: Autor

4.1.1.2. Factor de seguridad.

El factor de seguridad utilizado en el análisis de elementos de máquinas bajo diferentes cargas dinámicas, en el que se involucran una combinación de cargas se utiliza un factor de 2.5 a 4, en el diseño se trabajará con un factor de seguridad de 4 porque nos brinda más seguridad en nuestro diseño por el tipo de carga al que va a estar sometido el molino de martillo.

4.1.1.3. Velocidad de rotación del molino.

Según [8] detalla que la velocidad recomendada para este tipo de molino es de 2500- 3500 rpm, con lo cual se sugiere una media entre el rango de velocidades, seleccionando una velocidad angular de 3000 rpm.

4.1.1.4. Materiales

Los pernos porta-martillos son de acero A37 con un valor de s_y igual a 235 MPa, y el eje principal es de acero A37 según la tabla #2 ubicada en el anexo #2.

4.1.1.5. Limitaciones.

En la tolva la alimentación del grano será manual.

Las dimensiones de la maquina deben ajustarse en su altura a la de una persona promedio, para una fácil alimentación del grano.

El diseño de la maquina será analizada en función de la trituración específicamente de maíz, pero debido a los factores de fuerza y esfuerzos necesarios para este grano y resulta que es mayor que los demás granos usados en la elaboración de balanceados por sus características también es factible en el uso de granos como: trigo, soya y otros productos con similares características.

4.1.1.6. Sistema de transmisión.

El sistema de transmisión de potencia se lo ejecutará por medio de bandas de transmisión, este sistema será de altura de velocidad, para la velocidad del motor es seleccionada es de 1750 rpm (ver anexo 3), y la velocidad del molino 3000 rpm como se creó anteriormente. [6]

4.1.1.7. Diseño de la herramienta de percusión – martillos.

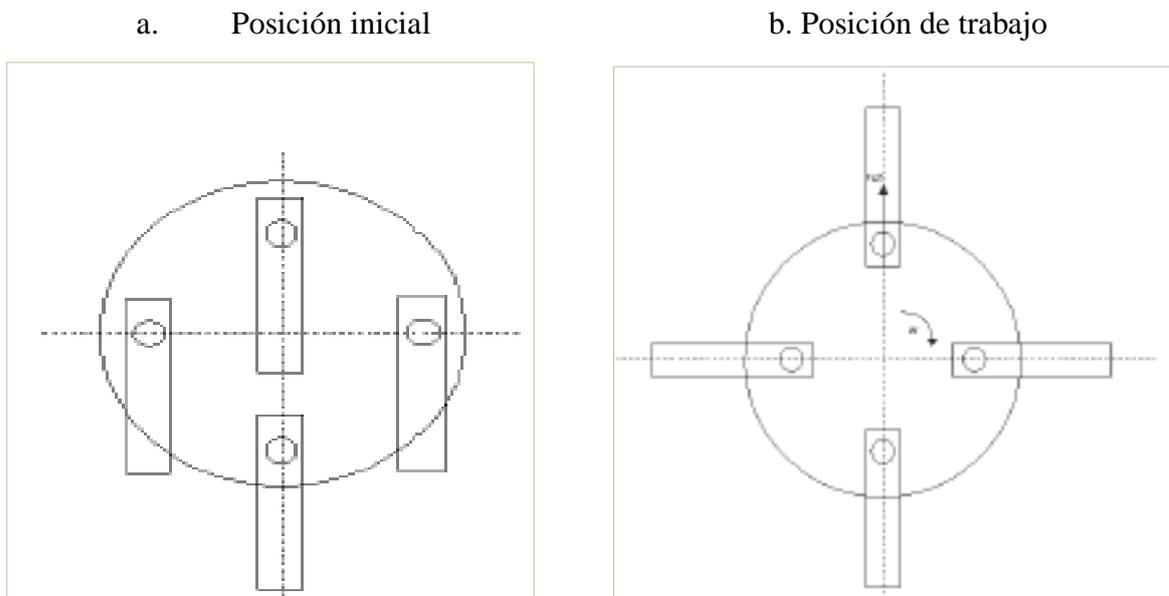
Los elementos que determinan el triturado son los martillos, fundamentales en el proceso. El análisis utilizado en el diseño de los martillos va de acuerdo a los granos que van hacer triturado y la velocidad de trituración. [6]

Para el diseño del martillo es sustancial tener en cuenta que la herramienta tiene 2 posiciones:

- Posición Inicial: Es la posición en la que se hallan los martillos antes del encendido del molino como se ve en la figura 9. [6]
- Posición de trabajo: Es la posición que logran los martillos una vez encendido el molino. [6]

Cuando se representa el movimiento de un cuerpo en un sistema de informe en rotación aparece la fuerza centrífuga, la misma que tiende a que el objeto se aleje del centro de rotación, en el caso de los martillos es la fuerza centrífuga la que los coloca en posición de trabajo como se ve en la figura 9. [6]

FIGURA 9. Posición de la herramienta de percusión.



Fuente: INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 2015

Elaborado: Autor

4.1.2 Capacidad de molienda.

La capacidad de molienda nos indica la cantidad de granos que debe ser molido en un minuto para lograr la capacidad impuesta de 250 Kg/h.

Maíz:

Largo: 6-9.5 mm

Ancho: 4.5-7mm

Peso: 135 granos pesan de 40-50 gramos,

Datos:

Capacidad de molienda: $250 \frac{kg}{h}$

Dónde:

$$250 \frac{kg}{h} * \frac{1000 gr}{1kg} * \frac{1 h}{60 min} = 4166,7 \frac{gr}{min}$$

kg= kilogramos

gr= gramos

h=horas

min= minutos

Entonces la cantidad de granos por gramo se obtiene:

$$4166.7 \frac{gr}{min} * \frac{3 gr}{1gr} = 12500,1 \frac{granos}{min}$$

Para un molino de martillo según recomendaciones de agricultores y distintos fabricantes se estima una velocidad de 1750 rpm. Lo cual se divide para la velocidad estipulada y se obtiene el número de granos triturados en cada revolución, así:

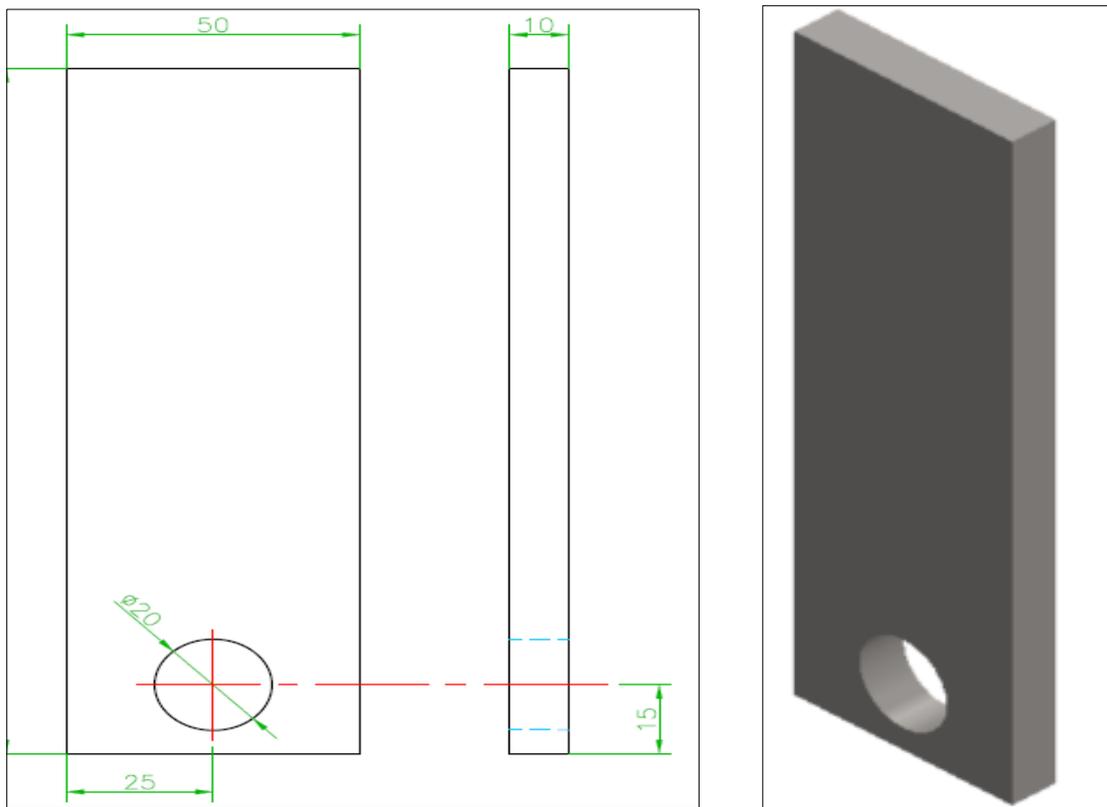
$$\frac{12500,1 \frac{granos}{min}}{1750 \frac{rev}{min}} \approx 8 \frac{granos}{rev}$$

Tomando en consideración la cantidad impuesta a triturar, la maquina a diseñar deberá triturar una cantidad mínima de 8 gr por cada revolución del martillo.

4.1.3 Diseño de los martillos

Los martillos son los encargados de realizar la trituración produciendo la fractura del grano para reducir su dimensión completando la acción de la molienda, donde el efecto de trituración se da mediante la incidencia frontal de los martillos sobre el grano, siendo la dimensión de esta en base a la geometría del grano, tomando en cuenta lo dispuesto en la sección 4.2.1 capacidad de molienda se toma como dimensión del ancho del martillo una medida de 10 mm.

FIGURA 10. Martillo



Fuente: INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 2015

Elaborado: Autor

4.1.4 Fuerza de ruptura de cada grano.

Consiste en un muy recomendado experimento alimenticio, resultando de lanzar desde varias alturas un cuerpo con un peso específico,

$$E_{ruptura} = m_0 * g * h$$

Ecuación 1

Gere (129)

Dónde:

$E_{ruptura}$ = Energía potencial de ruptura

m_0 = masa del objeto

g = Gravedad

h = altura

De esta forma, se tiene que:

Datos:

$m_0 = 0.15 \text{ kg}$

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

$$h = 0.45m$$

$$E_{ruptura} = m_0 * g * h = 0.15 \text{ kg} * 9.8 \frac{m}{s^2} * 0.45m$$

$$E_{ruptura} = 0.66 \text{ Nm}$$

La energía de ruptura del grano es de 0.66 Nm

4.1.5 Cálculo de velocidades tangenciales del martillo.

$$E_c = \frac{1}{2} m_m * v_m^2 \quad \text{Ecuación 2}$$

Gere (129)

Dónde:

E_c = Energía cinética

v_m = velocidad del martillo = v_t

m_m = Masa del martillo

Igualando la ecuación 1 y 2 se obtiene:

$$v_t = \sqrt{\frac{m_m * g * h}{m_g}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

m_g = Masa del grano

Datos:

$$m_g = 0.33 \text{ gr}$$

$$m_m = 150 \text{ gr}$$

$$h = 0.45 \text{ m}$$

Entonces,

$$v_t = \sqrt{\frac{150 \text{ gr} * 9.8 \frac{m}{s^2} * 0.45 \text{ m}}{0.33 \text{ gr}}} = 44,7 \text{ m/s}$$

La velocidad tangencial v_t del martillo sin carga que desarrolla durante el proceso de molienda es 44,7 m/s

El v_m es considerado como la v_v (velocidad tangencial del martillo sin carga), suponiendo que al ampliar la cantidad de granos y por ende el peso su velocidad disminuye, a lo que se denomina v_c (velocidad del martillo con carga), en el cual se toma en cuenta todo el sistema como un cuerpo rígido formando el llamado volante de inercia el cual define las siguientes variables:

4.1.5.1. Velocidad tangencial

$$v_c = -v_v \frac{c_s - 2}{c_s + 2}$$

Ecuación 4

Hibbeler (19)

Dónde:

c_s = Coeficiente de fluctuación

El c_s para molinos de harina esta entre 0.015 a 0.025 (Shigley, tabla 16.5), sustituyendo se obtiene:

Datos:

$$c_s = 0.025$$

$$v_v = 44,7 \frac{m}{s}$$

$$v_c = -44,7 \frac{m}{s} * \frac{0.025 - 2}{0.025 + 2} = 43,59 \frac{m}{s}$$

Con lo que, la velocidad tangencial del martillo con carga es un valor de $43,59 \frac{m}{s}$, la misma que es considerada como velocidad real del martillo.

4.1.5.2. Velocidad angular con carga

$$w_c = \frac{v_c}{r_g}$$

Ecuación 5

Hibbeler (162)

Dónde:

w_c = Velocidad angular con carga

r_g = Radio de giro

Es necesario conocer r_g , mediante la siguiente ecuación,

$$w = \frac{v * 60}{2\pi r_g}$$

Ecuación 6

Hibbeler (63)

Dónde:

w = Velocidad angular del motor

$v = v_c$, ya que a esa velocidad giran los martillos

Entonces, se despeja r_g de la ecuación 6 y se obtiene,

Datos:

$$w = 1750 \frac{rev}{min}$$

$$v = v_c = 43,59 \frac{m}{s}$$

$$\pi = 3.14$$

$$r_g = \frac{v * 60}{2\pi w} = \frac{43,59 \frac{m}{s} * 60}{2\pi * 1750 \frac{rev}{min}} = 0,24m$$

Por consiguiente, en la ecuación 5 se obtiene

$$w_c = \frac{43,59 \frac{m}{s}}{0,24 m} = 181,63 \frac{rad}{s}$$

El radio de giro efectuado en el movimiento del martillo es de 24 cm y su velocidad angular real del martillo con carga es de $181,63 \frac{rad}{s}$

4.1.5.3. Movimiento angular desacelerado

$$w^2 = w_c^2 + 2 * \alpha * \theta$$

Ecuación 7

Hibbeler (668)

Dónde:

α = La aceleración angular

θ = Espacio angular que recorre cada martillo

Datos:

$$\theta = 90^\circ = 1,57 \text{ rad}$$

$$w_c = 181,63 \frac{rad}{s}$$

Despejando la aceleración angular se tiene,

$$\alpha = \frac{w^2 - w_c^2}{2 * \theta}$$

Ecuación 8

$$\alpha = \frac{w^2 - w_c^2}{2 * \theta} = \frac{\left(\frac{1750 * 2\pi}{60}\right)^2 - 181,63^2}{2 * 1,57} = 189,36 \frac{rad}{s^2}$$

Donde, la aceleración angular de los martillos durante el movimiento de molienda es de $189,36 \frac{rad}{s^2}$

Para culminar con el cálculo de los martillos es necesario conocer la fuerza de corte F_c , que es la fuerza necesaria requerida en el martillo para lograr la fractura en el grano, de acuerdo a pruebas experimentales obtenida de las fuentes bibliográficas se determina que la F_c máxima es de 2,75 N, siendo este un valor referente para los siguientes cálculos.

4.1.6. Calculo de la masa y dimensionamiento de los martillos.

De la ecuación 6 se despejó y determinó el radio máximo de giro igual a 0,24 m, sin embargo un punto a considerar es el dimensionamiento de la molienda el mismo que no debe ser muy grande, con lo que se plantea una longitud apropiada de los martillos de 150 mm, sabiendo que la suma de todo el conjunto de las piezas con los discos porta-martillos dan el radio total.

Momento de fuerza de corte

$$M = F_c * d \quad \text{Ecuación 9}$$

Hibbeler (223)

Momento de inercia de martillo

$$I_0 = \frac{1}{12} m_m * d^2 \quad \text{Ecuación 10}$$

Momento de fuerza de corte en base a su inercia

$$M_c = I_0 * \alpha \quad \text{Ecuación 11}$$

Hibbeler (120)

Igualando la ecuación 9 con la 11 obtenemos la fórmula para calcular la fuerza de corte

Fuerza de corte

$$F_c = \frac{I_0 * \alpha}{d} \quad \text{Ecuación 12}$$

Igualando las ecuaciones 10 y 15 se despeja la masa del martillo,

$$m_m = \frac{F_c * 12}{\alpha * d} \quad \text{Ecuación 13}$$

Datos:

$$F_c = 2,75 \text{ N}$$

$$\alpha = 189,36 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$d = 0,15 \text{ m}$$

$$m_m = \frac{2,75N * 12}{189,36 \frac{rad}{s} * 0,15 m} = 1,16 kg$$

La masa del martillo m_m es de 1,16 kg siendo esta la masa de cada martillo calculada en forma unitaria.

4.1.6.1. Ancho del martillo

$$a = \frac{P_m}{2P_e * e * d}$$

Ecuación 14

(Gere, 11)

Dónde:

a = Ancho del martillo

P_m =Peso del martillo

P_e =Peso especifico

d = Longitud del martillo

e = *Espesor del Martillo* Se llave como tal valor de 10 mm, dado que el promedio del grosor del grano de maíz es de 6-9.5mm.

Datos:

$$P_m = 1,16 \text{ kg}$$

$$P_e = 7850 \frac{kg}{m^3}$$

$$e = 0,01m$$

$$d = 0,15 m$$

$$a = \frac{1,16 kg}{2 * 7850 \frac{kg}{m^3} * 0,01m * 0,15m} = 0,049m \approx 5cm$$

Donde, a que es el ancho del martillo es de un valor de 5 cm

4.1.6.2. Separadores de martillo.

Los separadores de martillo tienen la función de distanciar los martillos que ejecutaran el triturado, los separadores son cilindros huecos y siempre mantienen la distancia adecuada de los martillos. Estos deben de ser livianos para reducir el efecto sobre el eje porta discos.

Los fabricantes de estas máquinas recomiendan que los separadores tienen una dimensión (k) mayor a 3 veces el espesor del martillo, debido a que el triturado está en función al espesor del martillo. [6].

$$Z = 3 * k = 3 * 0,01m = 0,03 m = 3 \text{ cm} \quad \text{Ecuación 14}$$

Entonces, cada martillo llevara una separación de 3 cm.

4.1.6.3. Área de desgarro

$$e = 0,01m$$

$$d = 0,15 m$$

$$A_d = e * d * 2 \quad \text{Ecuación 15}$$

Shigley (689)

$$A_d = 0,01 m * 0,01 m * 2 = 0,0002 m^2$$

Esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{F_{cf}}{A_d} \quad \text{Ecuación 16}$$

Gere (37)

Dónde:

F_{cf} = Fuerza centrífuga

La fuerza centrífuga se obtiene de:

$$F_{cf} = w^2 * m_m * r_g \quad \text{Ecuación 17}$$

Gere (137)

Datos:

$$w = 183,26 \frac{rad}{s}$$

$$m_m = 1,16 kg$$

$$r_g = 0,24 m$$

$$F_{cf} = \left(183,26 \frac{rad}{s}\right)^2 * 1,16 kg * 0,24 m = 9349,8 N$$

Con lo que la fuerza centrífuga es de 9,34kN, que es la que efectuara el martillo sobre el grano durante el proceso de molienda.

Dónde de la ecuación 17 se obtiene:

$$\tau = \frac{9349,8 N}{0,0002 m^2}$$

$$\tau = 46,75 MPa$$

Factor de seguridad

$$n = \frac{s_y}{2 * \tau}$$

Ecuación 18

$$n = \frac{276 MPa}{2 * 46,75 MPa}$$

$$n = 2,95$$

Dónde:

s_y Para el acero inoxidable 304 es de 276 MPa

τ Esfuerzo cortante 46,75 MPa

4.1.6.4. Falla por tracción.

$$\sigma = \frac{F_{cf}}{A_{st}}$$

Ecuación 19

Gere (4)

Dónde:

σ = Esfuerzo normal de tracción

A_{st} = Área transversal del martillo

Entonces,

Datos:

$$F_{cf} = 9349,8 N$$

$$A_{st} = 0,00099 m^2$$

$$\sigma = \frac{9349,8 N}{0,01 m * 0,099 m}$$

$$\sigma = 9,4 MPa$$

Con lo que el esfuerzo normal de tracción arroja un valor de 9,4 MPa

Siendo el factor de seguridad para este parámetro:

$$n = \frac{s_y}{\sigma}$$

$$n = \frac{276 MPa}{9,4 MPa}$$

$$n = 29,36$$

Dónde:

s_y Para el acero inoxidable 304 es de 276 MPa

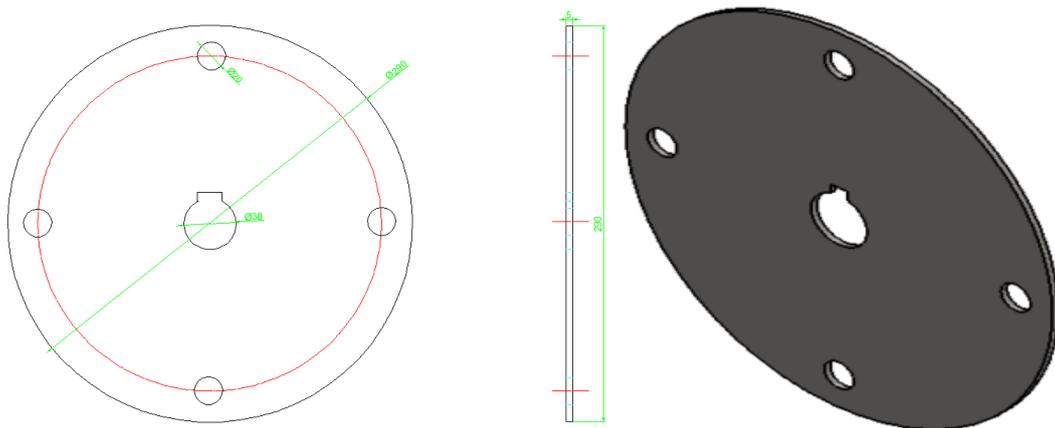
Considerándose la selección del material como idónea, debido a que el factor de seguridad es mucho mayor a 1, dándole confiabilidad al sistema, de resistencia contra el esfuerzo normal de tracción.

Concluida la determinación de los diferentes parámetros involucrados en el diseño de los martillos solo queda la selección de su geometría, siendo la seleccionada, una forma simétrica rectangular.

4.1.7. Diseño del disco porta-martillos.

Con el radio y longitud calculada se usan discos de 290 mm de diámetro, con 4 orificios de diámetro de 2cm, donde se aloja el perno porta martillos, con un orificio al centro del disco de un diámetro de 37,5 por donde pasa el eje principal.

FIGURA 11. Disco porta-martillos



Fuente: INVESTIGACIÓN DE CAMPO 2015

Elaborado: Autor

Tomando en cuenta el proceso a realizar se contempla que en el disco existen fuerzas de tracción proporcionadas por la fuerza centrífuga de los martillos, razón por la cual el valor de esta es considerado el doble del valor nominal, teniendo así:

$$\tau = \frac{2 * F_{cf}}{A_d}$$

Tomando en consideración la ecuación 18 y 20, despejando e para determinar el espesor mínimo del disco se tiene:

$$e = \frac{n \cdot F_{cf}}{s_y \cdot d}$$

Ecuación 20

Remplazando valores se obtiene:

Datos:

$$F_{cf} = 9349,8 \text{ N}$$

$$n = 2,9$$

$$s_y = 276 \text{ MPa}$$

$$d = 0,02 \text{ m}$$

$$e = \frac{2,9 \cdot 9349,8 \text{ N}}{276 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 0,02 \text{ m}}$$

$$e = 4,91 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 5 \text{ mm}$$

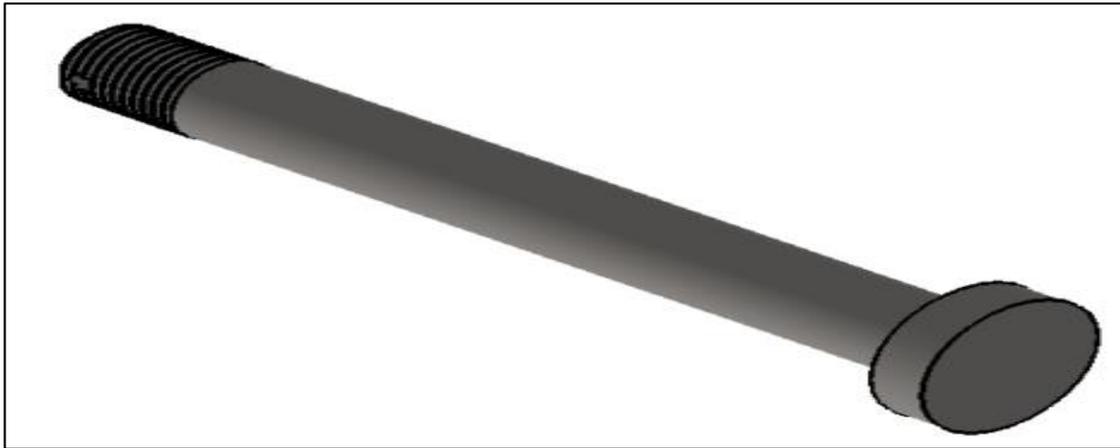
Donde el espesor para los discos porta-martillos debe de ser de 5 mm.

4.1.8. Diseño del perno porta-martillo.

Se requiere de un eje secundario que sostenga los martillos para lo cual se selecciona el uso de un perno que cumpla la función de este, pasando por todos los martillos en una misma línea. El perno tiene un diámetro de 20 mm y una longitud de 280 mm, se requieren de 4 pernos cada uno con una longitud de rosca de 30 mm y una tuerca y contratuerca para darle seguridad al proceso de funcionamiento.

FIGURA 12. Perno porta-martillos



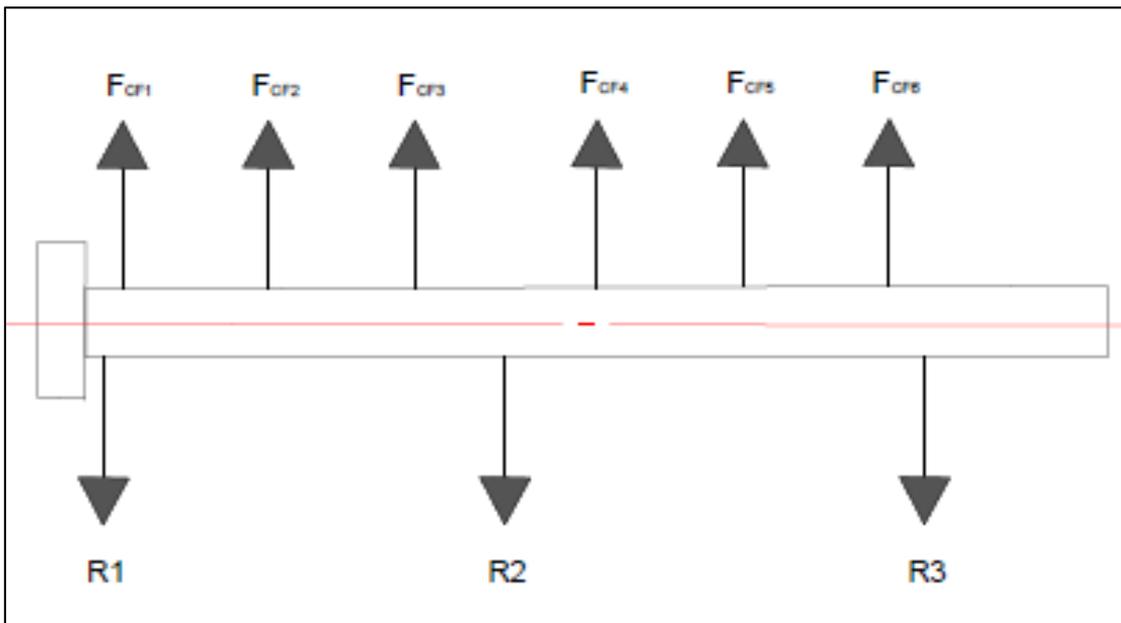


Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor

4.1.8.1. Análisis de cargas sobre el sistema eje porta-martillos

FIGURA 13. Esquema de fuerza del sistema eje porta-martillos



Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

Dónde:

F_{cf} = Es la Fuerza centrífuga que genera cada martillo sobre el eje

R = Es la reacción que se produce por los discos porta ejes

Entonces tenemos,

Datos:

$$F_{cf} = 9349,8 \text{ N}$$

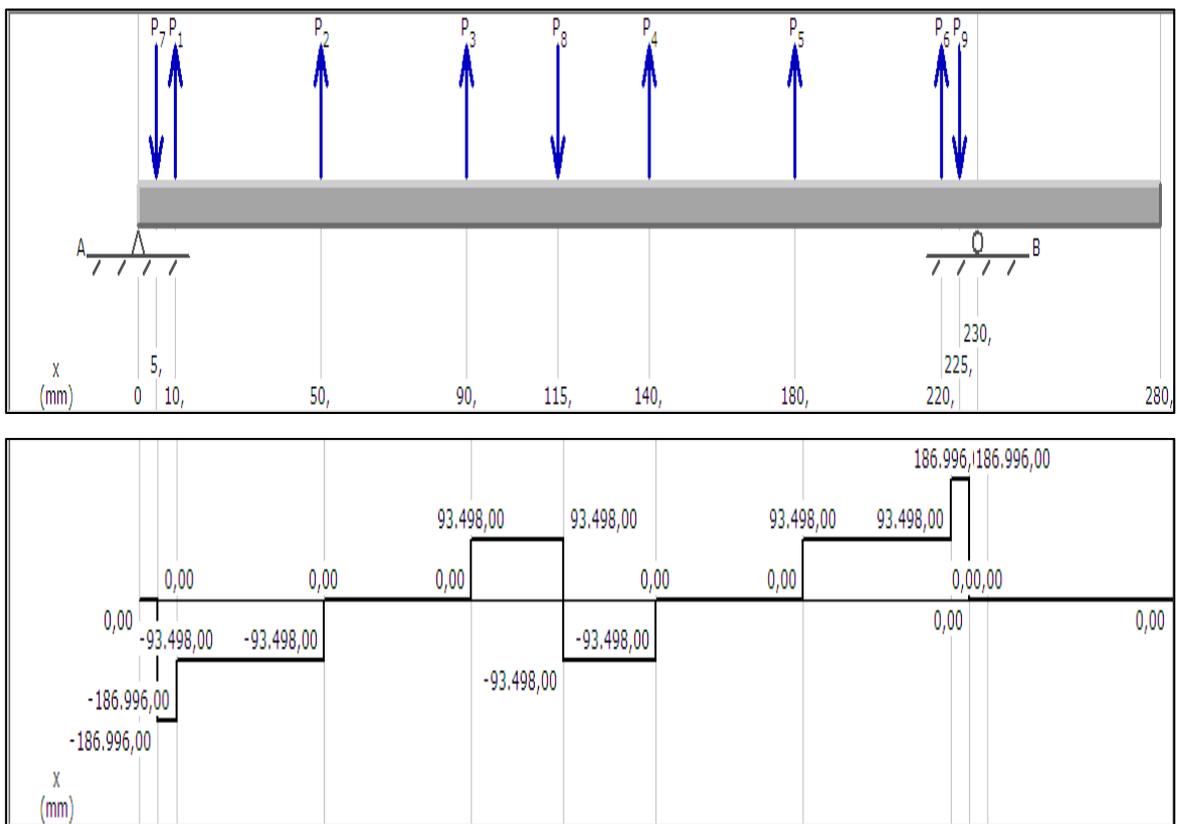
$$3R = 6F_{cf}$$

$$R = \frac{6}{3} * 9349,8 \text{ N}$$

$$R = 18699,6 \text{ N}$$

Asociando estos valores al software de Mdsolids, se determina:

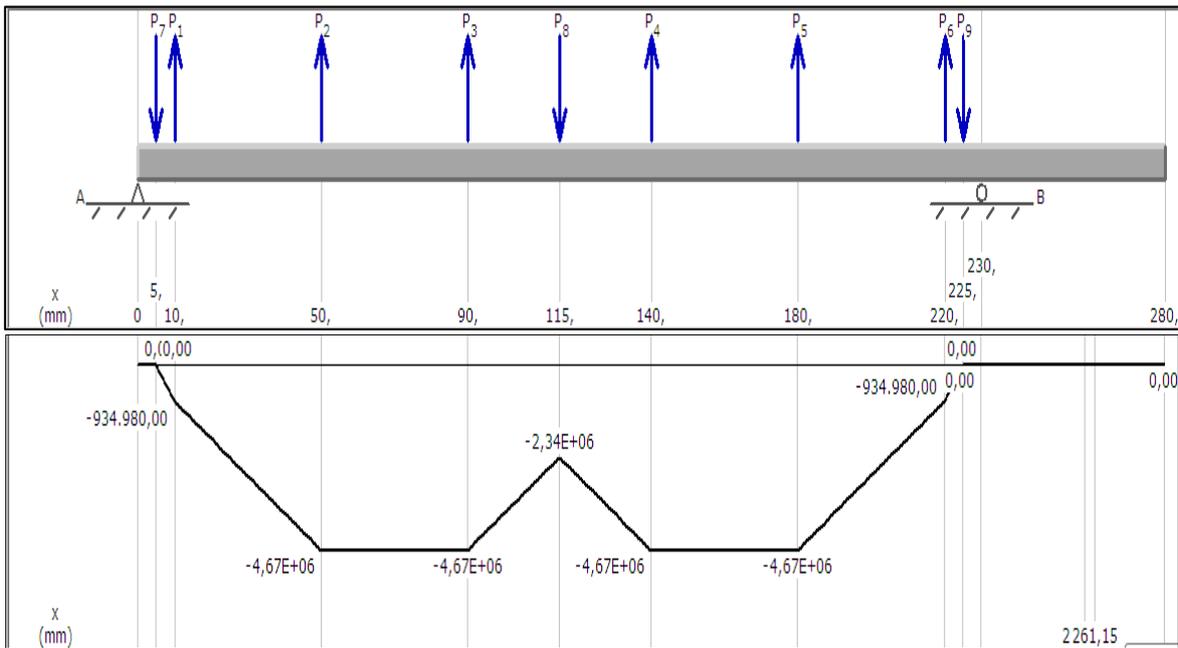
FIGURA 14. Mdsolids-Diagrama de fuerzas de corte(N) sobre el perno portamartillo.



Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

FIGURA 45. Diagrama de momento flector (Nmm) sobre el perno porta-martillo



Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

La zona crítica donde se efectúa la mayor carga esta igualitaria en dos sectores, es decir distribuida de una manera simétrica en la pieza, entre los 50-90 mm y 140-180 mm tomando como referencia 0.0 la cabeza del perno , ver la figura 15.

$$\sigma = \frac{M \cdot c}{I}$$

Ecuación 21

Gere (324)

Dónde:

M = Momento flexionante

C = Distancia entre el eje neutro al extremo

I = Momento de inercia

Entonces,

Datos:

$M = 4670 \text{ Nm}$

$C = 0,01 \text{ m}$

$I = d^4 * \pi$

$$\sigma = \frac{M * 0.01}{d^4 * \pi}$$

$$\sigma = \frac{4670 \text{ Nm} * 0.01 \text{ m}}{0.020^4 \text{ m}^4 * \pi}$$

$$\sigma = 92,91 \text{ MPa}$$

Donde el esfuerzo aplicado sobre el perno porta-martillo es de 92,91 MPa

Y el factor de seguridad asociado a este parámetro es:

$$n = \frac{s_y}{\sigma}$$

$$n = \frac{245 \text{ MPa}}{92,91 \text{ MPa}} = 2.64$$

Lo que indica que el elemento a usar no fallara bajo las condiciones de trabajo.

4.1.9. Diseño del distanciador de discos porta-martillos.

Concluido con el diseño de los martillos y el eje porta-martillos, se ubicaran 3 discos porta-martillos a una distancia apreciable de 110 mm con lo que es necesario elaborar distanciadores de esa medida, los mismos que serán cilíndricos con un diámetro interno de 37,5 mm, espesor 2mm, con lo que el diseño ocuparía una cantidad de 8 distanciadores.

4.1.10. Potencia del motor

$$\frac{P}{c} = k \left(\frac{1}{D_2} - \frac{1}{D_1} \right) \quad \text{Ecuación 22}$$

(Rittinger)

Dónde:

P = Potencia del motor

c = Capacidad de molienda

k = Constante de Rittinger [HP-cm/Ton-h] para este caso tiene un valor de 1.2 (fundamentos de operaciones con sólidos)

D_1 = Diametro del grano antes de la molienda

D_2 = Diametro del grano después de la molienda

Entonces,

Datos:

$$c = 0.4 \frac{\text{Ton}}{h}$$

$$k = 1.2 \frac{\text{Hp} \cdot \text{dm}}{\text{Ton} \cdot h}$$

$$D_1 = 0,05 \text{ dm}$$

$$D_2 = 0,0775 \text{ dm}$$

$$P = 0.4 \frac{T_{on}}{h} * 1,2 \frac{Hp * dm * h}{T_{on}} \left(\frac{1}{0,05} - \frac{1}{0,0775} \right)$$

$$P = 2,74 \text{ Hp}$$

Por lo que se concluye seleccionar un motor de 3 Hp de potencia para el diseño de la máquina, y 1750 rpm Cálculo de fuerza de torque producida por el motor.

$$T = \frac{P}{2 * \pi * f} \quad \text{Ecuación 23}$$

Dónde:

T = Torque generada por el motor

f = Frecuencia

Datos:

$f = 60 \text{ Hz}$

$P = 2238 \text{ w}$

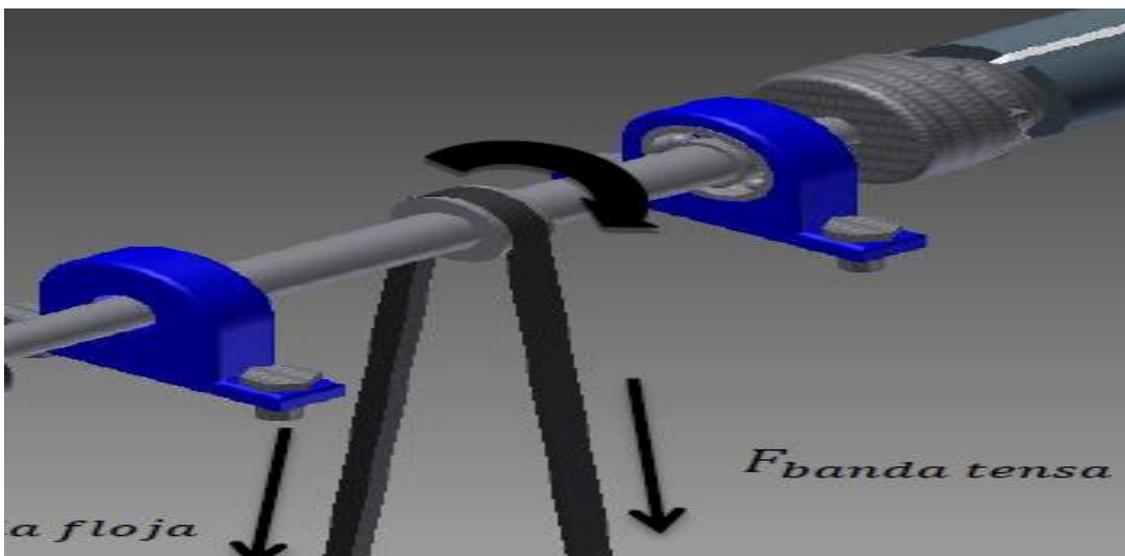
$$T = \frac{2238 \text{ w}}{2 * \pi * 60 \text{ Hz}}$$

$$T = 5,9 \text{ Nm}$$

Por lo cual el torque que genera el motor sobre el sistema es de 5,9 Nm.

4.1.11. Fuerza total de la banda.

FIGURA 16. Diagrama de fuerza banda floja vs banda tensa



Fuente: Carmona Guzmán, 2013

Elaborado: Carmona Guzmán

Para fines prácticos se toma que la fuerza de la banda floja es un 20% de la banda tensa con lo que se obtiene:

$$F_{B.floja} = 0.2 F_{B.tensa} \quad \text{Ecuación 24}$$

Entonces,

$$T_{eje} = 0.8 F_{B.tensa} r \quad \text{Ecuación 25}$$

Dónde r es el radio del eje, reemplazando ecuación 26 en 27 tenemos,

$$F_{B.tensa} = \frac{T_{eje}}{0.8 * r} \quad \text{Ecuación 26}$$

$$F_{B.tensa} = \frac{5,9 \text{ Nm}}{0.8 * \frac{0,0375}{2} \text{ m}}$$

$$F_{B.tensa} = 393,3 \text{ N}$$

$$F_{B.floja} = 0.2 * 393,3 \text{ N}$$

$$F_{B.floja} = 78,66 \text{ N}$$

78,66 N es la fuerza que transmite la banda floja siendo un 20% de la fuerza total generada por el sistema, banda-polea-motor.

Dónde la fuerza total es:

$$F_{Total} = F_{B.floja} + F_{B.tensa} \quad \text{Ecuación 27}$$

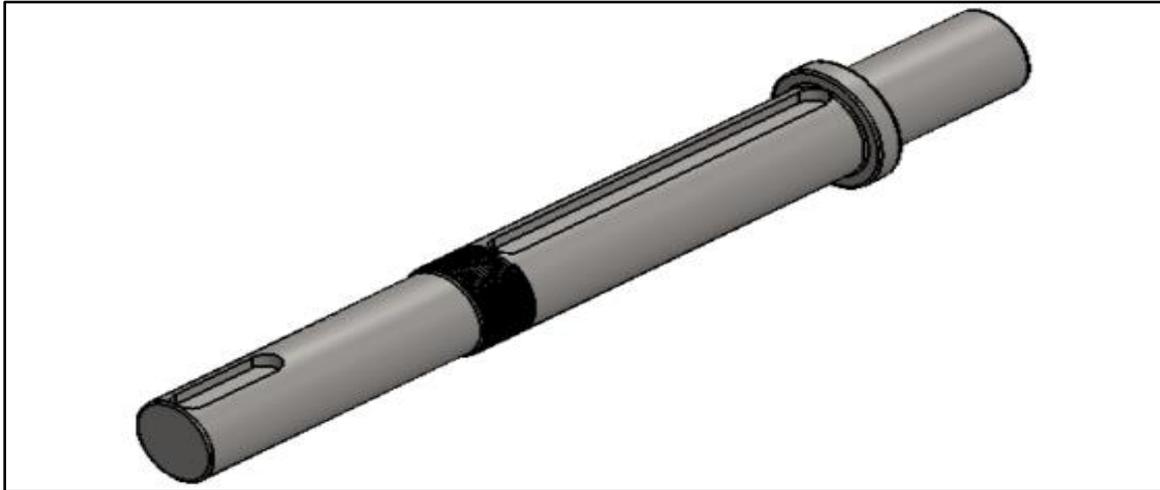
$$F_{Total} = 78,66 \text{ N} + 393,3 \text{ N}$$

$$F_{Total} = 471,96 \text{ N}$$

La fuerza total de 471,96 es la que actuara sobre el eje y será tomada en cuenta para los cálculos posteriores.

4.1.12. Diseño del eje principal del Molino.

FIGURA 17. Eje principal



Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

4.1.12.1. Peso total de los componentes incidentes sobre el eje.

Tabla 5. Peso total sobre el eje

ELEMENTO	CANTIDAD	PESO UNIT. kg	PESO TOTAL kg
Martillo	24	1.16	27.84
Disco porta-martillo	3	0.64	1.92
Separador de martillo	24	0.05	1.2
Separador de discos	3	0.27	0.81
Manzana	2	0.22	0.44
Perno porta. Martillo con tuerca	4	0.69	2.76
			34.97

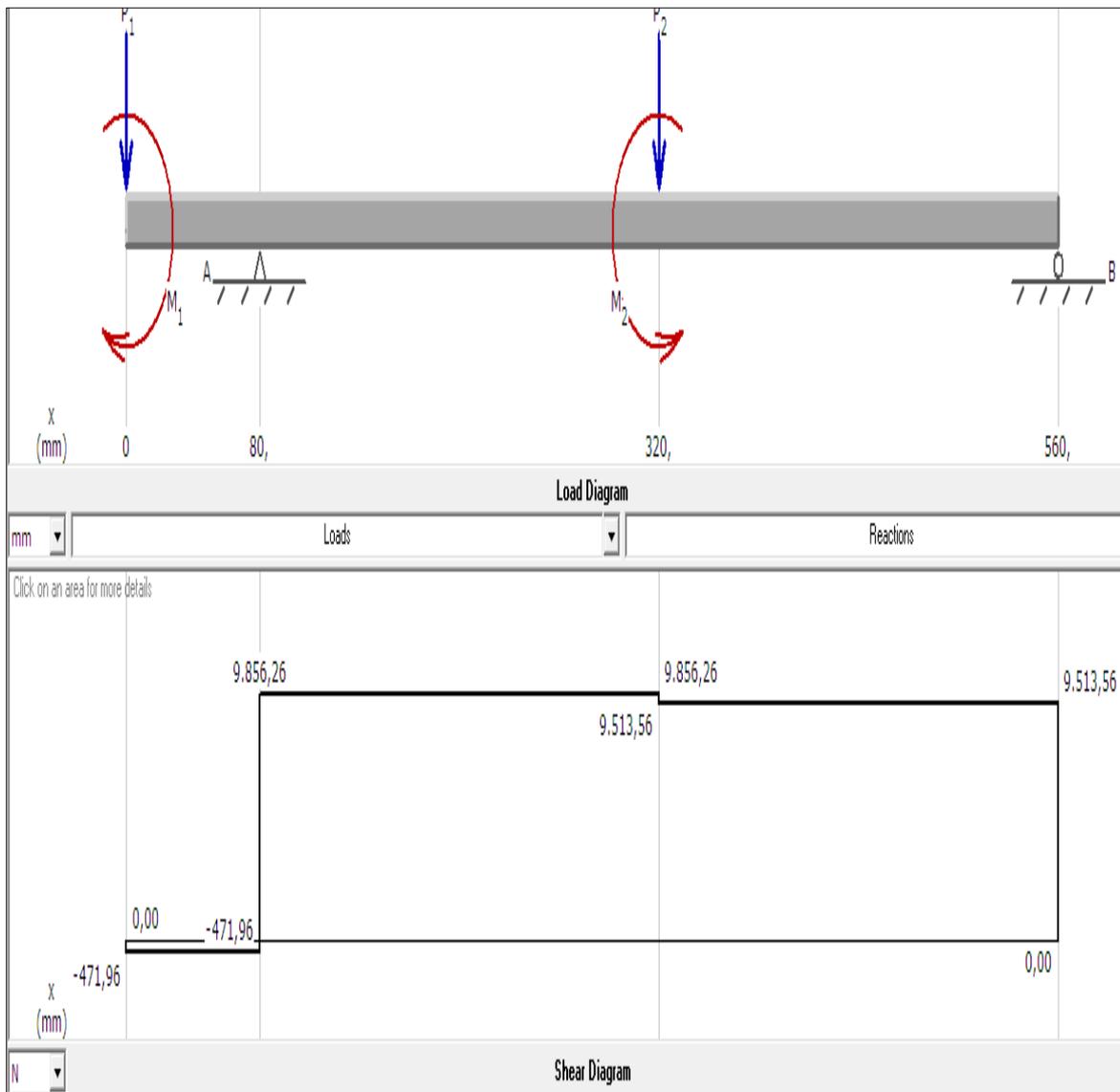
Fuente: Autor

Elaborado: Autor, 2015

Este valor se presenta sobre el eje como el peso del sistema ejes porta martillos, generando esfuerzos sobre el elemento que transmite el movimiento.

4.1.12.2. Análisis de cargas sobre el eje principal

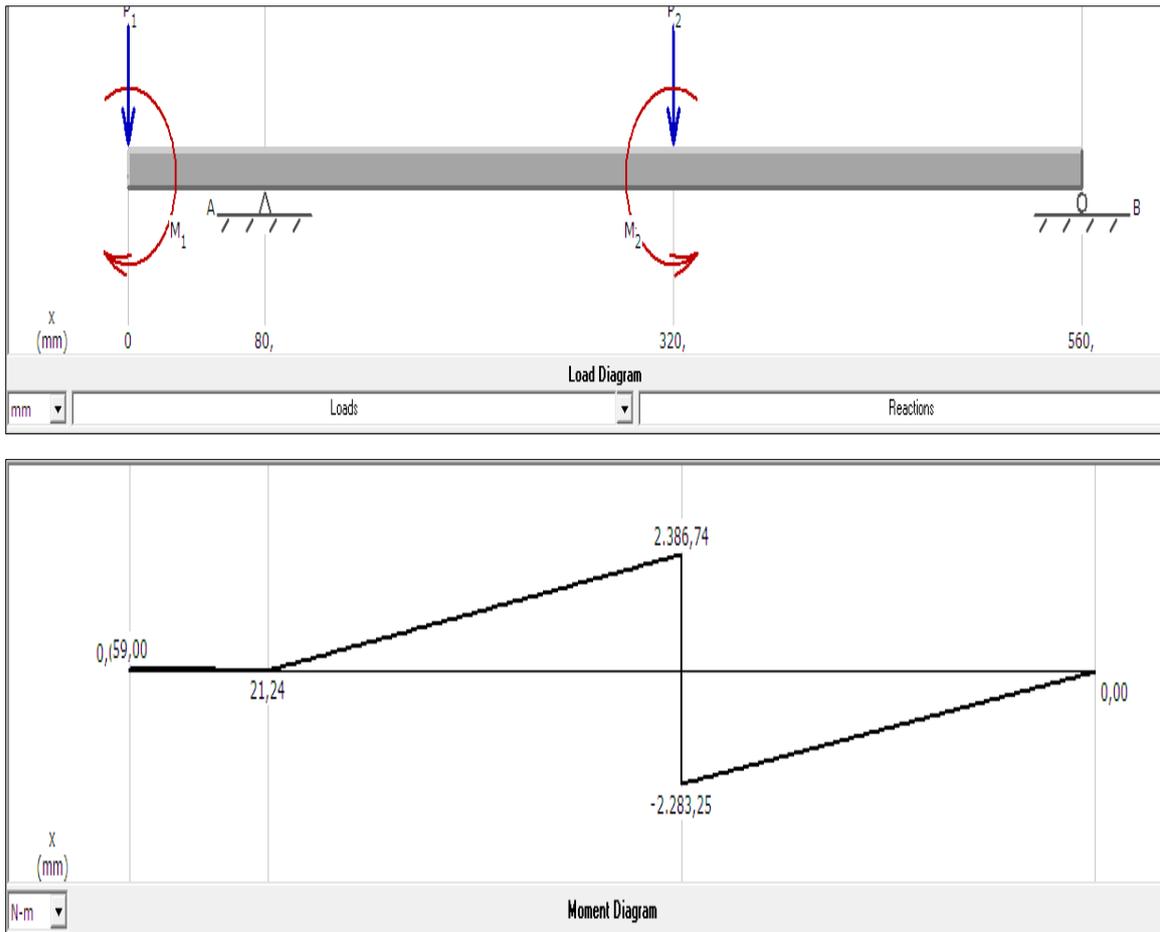
Figura 58. Diagrama de fuerzas cortantes



Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

Figura 69. Diagrama del momento flector



Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

En la gráfica se observa donde se efectúa la mayor carga y está a 320 mm del extremo que se conecta a la polea, en el punto donde hace mayor incidencia el peso de los elementos que conforman el sistema porta-martillos.

De esta forma para determinar el valor de esfuerzo normal por flexión se utiliza la misma ecuación anterior, usada para el eje perno porta-martillo:

Datos:

$$M = 2386,74 \text{ Nm}$$

$$d = 0,0375 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{M * 0,02}{d^4 * \pi}$$

$$\sigma = \frac{2386,74 \text{ Nm} * 0,02\text{m}}{0,0375^4 \text{m}^4 * \pi}$$

$$\sigma = 76,83 \text{ MPa}$$

Donde el esfuerzo normal de flexión ejercido sobre el eje principal es 76,83 MPa

Y el factor de seguridad asociado a este parámetro es:

$$n = \frac{s_y}{\sigma}$$

$$n = \frac{362 \text{ MPa}}{76,83 \text{ MPa}}$$

$$n = 4,72 \text{ MPa}$$

Lo que indica que el elemento a usar no fallara bajo las condiciones de trabajo.

4.1.13. Diseño de la malla de cribado.

Componente que se fija en el interior del cuerpo de la máquina.

- Cubrir un ángulo de 60°-120°.
- Separado entre 3 – 15 mm.
- Los agujeros variables de acuerdo a la medida y forma del grano.

4.1.14. Selección de lengüeta.

Por recomendaciones de diferentes diseñadores de máquinas y equipos agroindustriales, las longitudes para las poleas se los realiza de un material acero A37 con un valor de resistencia a la fluencia de 2350 Kg/cm² con una longitud de 30 mm un ancho de 10 mm y una altura de 8 mm, y para la manzana una longitud de 25 mm con los mismos parámetros de ancho y alto.

4.1.15. Selección de polea.

Este parámetro es escogido del manual de bandas y poleas de marca Browning donde se selecciona de acuerdo a la relación de transmisión

Datos:

$$w_{eje} = 3000 \text{ rpm}$$

$$w_{motor} = 1750 \text{ rpm}$$

$$i_t = \frac{w_{eje}}{w_{motor}}$$

Ecuación 28

$$i_t = \frac{3000 \text{ rpm}}{1750 \text{ rpm}}$$

$$i_t = 1,7$$

Donde la relación de transmisión entre el eje y el motor es de 1,7.

Dónde:

i_t = Relación de transmisión

Con lo que se seleccionan 2 poleas la del motor de 74 mm AK74 y la del eje de 126,85mm BK130

4.1.16. Selección de banda.

$$P_d = P * F_s$$

Ecuación 29

EPN (53)

Dónde:

P_d = Potencia de diseño

F_s = Factor de servicio, que tiene un valor de 1.1

Datos:

$P_d = 2,74 \text{ Hp}$

$F_s = 1,1$

$$P_d = 2,74 \text{ Hp} * 1,1$$

$$P_d = 3 \text{ Hp}$$

En función al valor obtenido se selecciona la banda en forma de V, tipo Bx.

4.1.17. Componentes extras.

Incluye la estructura que soportará todos los elementos el cual se lo determina con el material que se ha utilizado e los demás componentes el acero galvanizado, recomendando usar soldadura MIG diámetro 0.8 para darle mayor integridad estructural al equipamiento. Asegurando, el alineamiento de los ejes se reduce el posible esfuerzo que podrían afectar a la base provocada por las vibraciones que desencadena el desalineamiento.

4.1.18. Análisis económico.

4.1.18.1. Costos de materia prima.

Son los valores de los elementos que se plantean como materia prima para la fabricación de la máquina, relacionados tanto con el sistema mecánico y eléctrico.

Tabla 6. Costos de materia prima

COSTOS DE MATERIA PRIMA			
Descripción	Cantidad- unidad	Precio Unit.	Costo \$ TOTAL
Plancha de acero inoxidable	3	42,65	127,95
Eje de acero A37	1	9,36	9,36
Angulo de acero estructural	1	8	8
Tubo cuadrado galvanizado	2	16,75	33,5
Arandela plana	4	0,09	0,36
Tornillo cab. Hexagonal	4	1,18	4,72
Tuerca cab. Hexagonal	4	0,04	0,16
Tuerca cab. Hexagonal	4	0,04	0,16
Chumacera con rodamiento	2	18,5	37
Lengüeta	2	6,25	12,5
Poleas	2	3,25	6,5
Banda	1	2,13	2,13
Motor 3 HP	1	279	279
		TOTAL \$	521,34

Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

4.1.18.2. Costos de maquinado.

El costo de maquinado se relaciona con los valores que de las piezas que necesitan del mecanizado, en las diferentes máquinas herramientas a utilizar.

Tabla 7. Costos de maquinado

COSTOS DE USO DE MAQUINAS PARA LA CONSTRUCCION			
Proceso	Tiempo (h)	Costo-hora \$	Costo total \$
Torno	3,5	1,95	6,825
Cortadora	2	1,85	3,7
Fresadora	2	2,15	4,3
Soldadura MIG	1 metro lineal	1,35	1,35
Dobladora	3	1,15	3,45
Herramientas complementarias	9	2	18
		Total \$	37,63
		Total mano de obra \$	75

Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

El costo total del alquiler de máquinas para la construcción es de \$ **37,63** donde los \$**75** que son de la mano de obra no se toma en cuenta para los cálculos posteriores, ya que el planteamiento de una maquina artesanal de bajo costo, tiene finalidad poder ser construida personalmente por quien o quienes la necesiten, en este caso los graneros.

4.1.18.3. Costo total de inversión.

Tabla 8. Costo total

COSTO TOTAL DEL MOLINO	
Costo de materia prima	521,34
Costo de maquinado de piezas	37,63
Costos extras	15
	Total \$
	573,965

Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

4.1.18.4. Estudio Financiero

4.1.18.4.1. Flujo de efectivo

Tabla 9. Criterio de análisis TIR y VAN

Criterio	Aceptado	Rechazado
VAN	Mayor a 0	Menor a 0
TIR	Mayor a TMAR	Menor a TMAR
PRI	Mayor a 5 años	Menor a 5 años
B/C	Mayor a 1	Menor a 1

Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

Tabla 10. Flujo de caja

Denominación	FLUJO DE CAJA					
	PERIODO EN AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ingreso						
Ahorro		705,6	740,88	777,92	816,82	857,66
Egresos						
Consumo de energía eléctrica		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Mantenimiento		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Salario		353,00	353,00	353,00	353,00	353,00
Depreciación		42,47	42,47	42,47	42,47	42,47
Otros		30	30	30	30	30
Inversión inicial	-573,96					
TOTAL	-573,96	220,13	231,14	242,69	254,83	267,57

Fuente: Investigación de campo, 2015

Elaborado: Autor, 2015

4.1.18.4.2. Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto, denominado como el valor presente neto, es una forma que permite hallar el valor presente en un definido número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

$$VAN = -I + \frac{FNE}{(1+i)^n} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-1}} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-2}} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-3}} \quad \text{Ecuación 30}$$

$$VAN = -573,96 + \frac{220,13}{(1 + 0,105)^1} + \frac{231,14}{(1 + 0,105)^2} + \frac{242,69}{(1 + 0,105)^3} + \frac{254,83}{(1 + 0,105)^4} + \frac{267,57}{(1 + 0,105)^5}$$

$$VAN = -573,96 + 199,21 + 189,3 + 179,88 + 170,92 + 162,92$$

$$VAN = 327,76$$

Si el resultado de este índice financiero es positivo entonces nos indica que el proyecto es atractivo y conveniente, y si es negativo sería todo lo contrario. En nuestro caso tenemos un **VAN de \$ 327,76**

4.1.18.4.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

El TIR (tasa interna de retorno) es la tasa de interés por medio de la cual se recupera la inversión.

$$VAN = -I + \frac{FNE}{(1+i)^n} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-1}} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-2}} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-3}} \quad \text{Ecuación 31}$$

$$0 = -573,96 + \frac{220,13}{(1 + 0,3033)^1} + \frac{231,14}{(1 + 0,3033)^2} + \frac{242,69}{(1 + 0,3033)^3} + \frac{254,83}{(1 + 0,3033)^4} + \frac{267,57}{(1 + 0,3033)^5}$$

$$0 = -573,96 + 168,89 + 136,06 + 109,6 + 88,30 + 71,13$$

$$0 = 0$$

Cuando la TIR es mayor que la tasa de oportunidad nos indica que el proyecto es viable, en nuestro caso tenemos **30,33%** y la tasa de interés es de 10,5%.

4.1.18.4.4. Relación Beneficio Costo (B/C)

VAN DE INGRESOS

$$VAN = -I + \frac{FNE}{(1+i)^n} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-1}} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-2}} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-3}}$$

$$VAN = -573,96 + \frac{705,6}{(1+0,105)^1} + \frac{740,88}{(1+0,105)^2} + \frac{777,92}{(1+0,105)^3} + \frac{816,82}{(1+0,105)^4} + \frac{857,66}{(1+0,105)^5}$$

$$VAN = -573,96 + 638,55 + 606,77 + 576,57 + 547,87 + 520,6$$

$$VAN = 2316,4$$

VAN DE EGRESOS

$$VAN = -I + \frac{FNE}{(1+i)^n} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-1}} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-2}} + \frac{FNE}{(1+i)^{n-3}}$$

$$VAN(e) = -573,96 \frac{485,47}{(1+0,105)^1} + \frac{139,09}{(1+0,105)^2} + \frac{146,05}{(1+0,105)^3} + \frac{153,35}{(1+0,105)^4} + \frac{161,02}{(1+0,105)^5}$$

$$VAN(e) = -573,96 + 372,47 + 300,06 + 241,72 + 194,73 + 156,73$$

$$VAN(e) = 691,89$$

$$B/C = \frac{VAN\ INGRESOS}{VAN\ EGRESOS}$$

Ecuación 32

$$B/C = \frac{2316,4}{691,89}$$

$$\frac{B}{C} = 3,34$$

El B/C del proyecto es de \$ **3,34** esto indica que por cada \$ 1,00 de inversión tendríamos \$2,34 de dólar de ganancia.

4.1.18.4.5. Indicadores de rentabilidad

Tabla 11. Indicadores de rentabilidad

VAN		\$ 327,76
TIR		30,34%
B/C		3,34
Beneficio actualizado	VAN Ingresos	\$ 2.316,4
Costos actualizados	VAN Egresos	\$ 691,89

Fuente: AUTOR

Elaborado: Autor, 2015

El valor presente neto es de \$ 327,76, permitiendo que sea un proyecto viable financieramente. La tasa Interna de Retorno es de 30,34%, superior a la Tasa Interna de Oportunidad 5%.

El valor de la relación beneficio – costo arroja que por cada dólar invertido en el proyecto se obtendrá 2,34 (Dos con 34/100 dólares)

4.1.19. Diferencia entre la molienda manual y molino artesanal

La molienda manual, abarca tanto la desintegración como la pulverización fina de la subdivisión intermedia a partículas pequeñas, la diferencia en la homogeneidad física del material manejado con el molino de martillo, el trabajo de molienda manual tiene una capacidad de rendimiento 8kg/h, esto viene hacer un trabajo de rendimiento no susceptible para la productividad avícola, la molienda de molino artesanal, se denomina reducción alcanza el tamaño, y se clasifica en producto de primera, limitada para el rendimiento de producción con una capacidad de 250kg/h.

4.1.20. Mantenimiento preventivo.

La finalidad es descartar muchos de los accidentes por la falta o carencia de dicho mantenimiento en el equipo.

Además el mantenimiento prolonga la vida útil y el buen funcionamiento del equipo, debemos estar consiente que es una inversión necesaria; los equipo con el tiempo se deterioran y para prolongar su vida útil y hacer más rentable su costo es necesario darle un adecuado y respectivo mantenimiento, anexo 7.

Como se puede observar, el precio final del molino artesanal es de grado accesible para el pequeño y mediano productor teniendo en cuenta la vida útil de la máquina que es de 15 años, su versatilidad y seguridad.

4.1.21. Selección del molino artesanal para maíz

La elección del tipo de molino artesanal que será utilizado en las granjas avícolas depende de los siguientes factores:

Diámetro de finura requerida en la molienda, debe ser útil para una molienda mediana o gruesa del maíz, Anexo 8, mientras que los otros tipos de molinos pueden brindar productos muy finos esto viene hacer no sea susceptible para la crianza de aves, Anexos 9,10, 11, 12, estos tipos de producción como es la crianza de aves, los pequeños y medianos agricultores dedicado a este tipo de labor tienen la necesidad de un molino artesanal con la capacidad necesaria para cubrir su necesidad de alimento requerido.

4.2 Discusión

Para diseñar este proyecto planteado, se basó a criterios definidos por medios de centro de servicios técnicos y transferencia tecnológica, medio bibliográficos de personas especializados en práctica de molienda:

Según (HALL C., 1968) especifica que la velocidad recomendada para estos tipo de molinos es de 2500- 3500 rpm, lo cual se sugiere una media entre el rango de velocidades, seleccionando una velocidad angular de 3000 rpm, obtenido en esta investigación.

Según (Bermeo, 2014) El sistema de transmisión de potencia se lo ejecutará por medio de bandas de transmisión, este sistema será de elevación de velocidad, en donde la velocidad

del motor es seleccionada es de 1750 rpm, y la velocidad del molino es 3000 rpm como se estableció en el diseño planteado.

Según (Bermeo, 2014) Cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación aparece la fuerza centrífuga, la misma que tiende a que el objeto se aleje del centro de rotación, en el caso del molino artesanal, los martillos es la fuerza centrífuga la que los coloca en posición de trabajo como se ve en la figura 9.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una vez realizada la investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Tanto en el mercado nacional como en el internacional existen una variedad de molinos con el objetivo de tener harinas de los granos secos, sin embargo su costo versatilidad, fiabilidad y usos, son muy variados, por esta razón, se examinó y comparo cinco tipos de molinos más comunes (de martillo, de piedra, de rodillo, platos y de bolas), de manera que se analizó sus componentes, funcionamiento, capacidad, ventajas y desventajas de manera que a través del análisis reformado se puede resolver que el mejor diseño para solventar el problema planteado fue el molino de martillo.

De acuerdo al análisis mecánico se determinó que la potencia necesaria para la selección del motor eléctrico es de 3 Hp, que permitirá cumplir la capacidad requerida de trituración de 250 kg/h.

El costo de inversión para la elaboración de la máquina es de \$573.96. Determinando una relación de beneficio-costo de \$3,34 calificando a la implementación de esta máquina como viable, lo que la hace factible, estableciendo ventajas y beneficios en relación a maquinarias similares.

5.2. Recomendaciones.

Es importante tomar en cuenta en la etapa de construcción, los elementos que constituyen el molino artesanal, deben cumplir con las especificaciones para el proceso de trituración de grano, de tal manera que se lleve a cabo un adecuado ensamble de cada uno de los elementos.

Para garantizar la calidad de la máquina y del producto final, se recomienda el uso de los materiales que se recomiendan, así como las dimensiones elaboradas en los diseños.

Es necesario seleccionar el motor adecuado de acuerdo a la capacidad de molienda, por este motivo se sugiere utilizar el motor de 3Hp que es el que cumple con las especificaciones requeridas, de no ser así, un motor de menor potencia solo reduciría el desempeño de la máquina.

Se recomienda poner en marcha el proyecto, pues una vez realizado el estudio financiero se puede notar la factibilidad que conlleva la aplicación de esta máquina artesanal, que ayudará a mejorar el proceso productivo.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Acosta, «El Cultivo del maíz, su origen y su clasificación. El maíz en Cuba, 26 de octubre de 2015,» 2009. [En línea]. Available: recuperado: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>.
- [2] J. O. Cañavate, «Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación,» de *Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación*, España, J. Ortiz Cañavate, Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación, España: Undiprensa, 2003., 2003, p. Undiprensa.
- [3] J. Frascara, «Internacional Council of Societies of Industrial Design,» de *Internacional Council of Societies of Industrial Design*, Disponible, J. Frascara, Internacional Council of Societies of Industrial Design [online]. 2004. Disponible en: http://www.cesfelipesecondo.com/titulaciones/bellasartes/temarios/Diseno_Grafico_1/Qu%E9%20es%20el%20dise%C3%B1o.pdf, 2004, p.
- [4] C. i. W. F. -. Poultry, «World Farming,» de *Poultry*. *Ciwf.org.uk.*, Compassion in World Farming - Poultry». *Ciwf.org.uk*. Consultado el 26 de agosto de 2011., 2011, p. 22.
- [5] E. P. Popov, «Engineering Mechanics of Solids,» de *Engineering Mechanics of Solids*, Englewood Cliffs, Popov, Egor P., Engineering Mechanics of Solids, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1990, ISBN 0-13-279258-3, 1990, pp. 0-13-279258-3.
- [6] D. C. Bermeo M., *Diseño y Construcción de un Molino de Martillos Triturador de granos para Granjas Avícolas.*, Latacunga, 2014.
- [7] S. F. HALL C., Equipos para procesamiento de productos agrícolas, LIMA: IICA, 1968.
- [8] A. Vega, Caracterización y procesamiento de nueces. Guía para la elaboración de aceites comestibles., 2004.
- [9] J. M. Gere, Mecánica de materiales, México: Thomson, 2002.
- [10] R. C. Hibbeler, Mecánica vectorial par ingenieros: Dinámica, México: Pearson, 2004.
- [11] J. E. Shigley, Diseño en ingeniería mecánica, México: McGraw-Hill, 2005.

6.2. LINKOGRAFIA

http://www.dunlop.com.ar/catalogos/Catalogo_Correas_industriales.pdf.

http://www.cesfelipesecondo.com/titulaciones/bellasartes/temarios/Diseno_Grafico_1/Q

www.industrias.siemens.com.mx

http://www.feedmachinery.com/glossary/equipment/hammer_mill/.

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6940/1/CD-5195.pdf>

[www.wikipedia.org/wiki/Quevedo_\(Ecuador](http://www.wikipedia.org/wiki/Quevedo_(Ecuador))

www.zonu.com/America-del-Sur/Ecuador/Los-Rios/Politicos.html

www.botanical-online.com

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8299/1/T-ESPEL-EMI-0254.pdf>

www.feedmachinery.com

www.monografias.com/trabajos14/costosbanc/costosbanc.shtml

www.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_seguridad

<http://www.cosmos.com.mx/blog/2573/molinos-para-cereales-tipos-y-caracteristicas>

http://agronegocioecuador.ning.com/notes/Iniap_conserva_los_materiales

<https://es.wikipedia.org/wiki/Costo-beneficio>

www.wikipedia.org

www.dismahierro.amawebs.com

<http://maquinatrituradora.net/maquina/molino-industrial-moler-maiz-por-cantidad.html>

<https://prezi.com/kvev4hz1meoh/artesania/>

www.aenor.es

www.emersonclimate.com

CAPITULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Normas designación de aceros

Tabla 1. Designaciones de los aceros utilizados por la NBE EA-95 y su correspondencia con las de la UNE EN 10025	
Designación según NBE EA-95	Designación según UNE EN 10025 ⁽¹⁾
A 37b - A 37c A 37d	S 235 JR S 235 JR G2 S 235 JO S 235 J2 G3
A 42 b A 42c A 42d	- - -
(2) (2) (2)	S 275 JR S 275 JO S 275 J2 G3
A 52b A 52c A 52d	S 355 JR S 355 JJO S 355 J2 G3
<p>(1) La designación de aceros para construcción metálica según UNE EN 10025 utiliza una notación alfanumérica que comienza con la letra S seguida de tres dígitos que indican el valor mínimo del límite elástico expresado en N/mm² a los que se añaden otras letras y números que corresponden al grado y otras aptitudes.</p> <p>(2) Estas designaciones se corresponden con A 44b, A 44c y A 44d, respectivamente, según UNE 36080-73</p>	

Fuente: www.aenor.es, 2006

Elaborado: Autor, 2015

Anexo 2. Características del acero

Tabla 2. Características mecánicas de los aceros según la Norma NBE EA-95											
Características mecánicas	Espesor	Probeta	A 37b	A 37c	A 37d	A 42b	A 42c	A 42d	A 52b	A 52c	A 52d
Límite elástico σ_e mínimo (kp/mm ²)	≤ 16 mm		24	24	24	26	26	26	36	36	36
	> 16 mm										
	≤ 40 mm		23	23	23	25	25	25	35 (1)	35	35
	> 40 mm ≤ 63 mm		22	22	22	24	24	24	34 (1)	34	34
Alargamiento de rotura δ mínimo (en %)	≤ 40 mm	Longitudinal	26	26	26	24	24	24	22 (1)	22	22
		Transversal	24	24	24	22	22	22	20	20	20
	> 40 mm ≤ 63 mm	Longitudinal	25	25	25	23	23	23	21 (1)	21	21
		Transversal	23	23	23	24	21	21	19	19	19
Resistencia a tracción σ_R mínimo-máximo (kp/mm ²) (2)			37-48	37-45	37-45	42-53	42-50	45-50	52-62	52-62	52-62
Resiliencia	Energía absorbida ρ (kp-m)		2.82	2.8	2.8	2.82	2.8	2.8	2.82	2.8	2.8
	Temperatura de ensayo °C		+20	0	-20	+20	0	-20	+20	0	-20
<p>(1) En los aceros del tipo A 52 el espesor límite de 40 mm se sustituye por 36 mm.</p> <p>(2) Salvo acuerdo en contrario, no será objeto de rechazo si en la resistencia a tracción se obtienen 2 kp/mm² de menos. Tampoco si en los aceros de grados c y d se obtienen 2 kp/mm² de más.</p>											

Fuente: www.aenor.es, 2006

Elaborado: Autor, 2015

Anexo 3. Especificaciones del motor

Motores trifásicos series 1LA5 / 1LA7 y 1LG4

Descripción	
	<p>Generalidades</p> <p>Nuestro amplio conocimiento técnico, que tiene en el mundo más de 150 años de experiencia consolidada, dan como resultado un motor preparado para el futuro: diseño universal y ventajas técnicas. Nuestros motores cumplen con las exigentes demandas técnicas del mercado, demostrando, una vez más, nuestro liderazgo a nivel mundial.</p> <p>Gracias a su carcasa en aluminio se asegura una excelente conductividad térmica y un bajo peso. Su diseño permite que operen a dos tensiones y que su arranque se realice ya sea directamente, en estrella triángulo (A partir del tamaño AH 132), con arrancador suave o con variador de velocidad lo cual posibilita su aplicación en la totalidad de condiciones disponibles. Con el fin de darle aún más tranquilidad a su usuario, toda la familia cuenta con 1 año de garantía y el respaldo de nuestra red de distribuidores y talleres autorizados.</p>
	<p>Características Eléctricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Eficiencia superior IE1 hasta tamaño constructivo 225.• Tensiones conmutables 220 / 440 VAC a 60 Hz.• Posibilidad de arranque directo en tamaños constructivos 71, 80, 90 y 112. Adicionalmente arranque Y - Δ a partir del tamaño 132.• Clase térmica F.• Tipo de servicio: S1.• Factor de servicio (FS): entre 1.05 a 1.15.• Temperatura de operación: -15/40°C.• Aptos para ser accionados con variador de velocidad.• Motores Tipo 1LG4 de procedencia Europea. <p>Características Mecánicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Carcasa en aluminio que asegura su bajo peso y excelente conductividad térmica.• Rodamientos tipo rígidos de bola, de doble sello y con juego interno C3. Totalmente cerrados y libres de mantenimiento, con una vida útil de hasta 20.000 horas de servicio continuo.• Ejecución IMB3 / IMB35 / IMB5.• Con retenedor CD ring en el platillo AS.• Protección Mecánica IP55.• Para la serie 1LA7 platillos en aluminio y 1LA5 con platillos en fundición de hierro.• Pintura color RAL 7032. <p>Accesorios bajo pedido:</p> <ul style="list-style-type: none">• Termistores.• Bandas Calefactoras.• Tensión de alimentación fuera del estándar. <p>Beneficios adicionales:</p> <ul style="list-style-type: none">• Garantía extendida por la compra de un combo "Motor + Variador", 3 años de garantía sin costo adicional.• Talleres técnicos autorizados en Guayaquil y Quito.• Soporte técnico directo a través de HotLine Técnica gratuita 1800-101555.

Fuente: www.industrias.siemens.com.mx

Elaborado: Autor, 2015

No. de Depósito	Descripción								Precio Lista Unit USD\$
				<p>¡Su motor es muy valioso!</p> <p>Protéjalo únicamente con productos Siemens:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ SIRIUS ✓ SIMAMICS ✓ MICROMASTER 					
	Motor 4 polos Tipo 1LA7 160		Motor 4 polos Tipo 1LA5 180						
Eficiencia IE1									
Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia HP	Potencia kW	Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A)			
VELOCIDAD 1.800 rpm (4 polos) /1750 rpm									
100160473	1LA7070 - 4YA60	71	0.5	0.37	63.6	1.15	1.9	0.95	132,00
100160477	1LA7073 - 4YA60	71	0.75	0.56	64.0	1.15	2.9	1.45	139,00
100160482	1LA7080 - 4YA60	80	1.0	0.75	64.2	1.15	3.5	1.75	145,00
100160488	1LA7083 - 4YA60	80	1.5	1.12	65.9	1.15	5.0	2.5	187,00
100172346	1LA7096 - 4YB60	90	2.0	1.50	82.3	1.15	7.0	3.5	220,00
100172353	1LA7097 - 4YB60	90	3.0	2.20	83.0	1.15	9.6	4.8	279,00
100160505	1LA7112 - 4YB60	112	4.0	3.00	85.5	1.15	13.0	6.5	303,00
100160510	1LA7112 - 4YC60	112	5.0	3.73	85.3	1.15	15.8	7.9	346,00
100172355	1LA7115 - 4YB60	112	7.5	5.60	87.5	1.15	23.2	11.6	451,00
100172358	1LA7132 - 4YB70	132 S/M	10.0	7.5	88.3	1.15	28.8	14.4	632,00
100160530	1LA7135 - 4YB70	132 S/M	15.0	11.2	89.8	1.15	43.0	21.5	911,00
100172361	1LA7164 - 4YB70	160 M/L	20.0	14.9	90.9	1.15	56.8	28.4	1.025,00
100172363	1LA7167 - 4YB70	160 M/L	25.0	18.7	91.8	1.15	66.0	33.0	1.103,00
100160439	1LA5183 - 4YB80	180 M	30.0	22.4	91.8	1.05	78.0	39.0	1.919,00
100160447	1LA5187 - 4YB80	180 L	40.0	29.8	92.5	1.05	104.0	52.0	2.242,00
100160699	1LA5207 - 4YB80	200 L	50.0	37.3	92.5	1.15	126.0	63.0	3.154,00
100160701	1LA5220 - 4YB80	225 S	60.0	44.5	93.0	1.15	148.0	74.0	3.620,00
100160457	1LA5223 - 4YB80	225 M	75.0	56.0	93.3	1.15	188.0	94.0	4.300,00
Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia HP	Potencia kW	Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A)			
460 VAC									
100161681	1LG4253 - 4AA60	250 M	85	63	94.3	1.1	96		4.536,00
100023118	1LG4280 - 4AA60	280 S	115	86	94.5	1.0	132		6.067,00
100023121	1LG4283 - 4AA60	280 M	140	104	94.5	1.0	158		7.138,00
100023124	1LG4310 - 4AA60	315 S	170	127	94.6	1.0	198		8.803,00
100023126	1LG4313 - 4AA60	315 M	200	152	94.6	1.0	235		9.157,00

Fuente: www.industrias.siemens.com.mx

Elaborado: Autor, 2015

Anexo 4. Selección de banda

Browning **Sección 2F**

Datos de ingeniería de Gripbelt®

Cuadro de selección de la sección de banda

Tabla No. 1

hp	Sección de banda			
1/2	A	AX		
3/4	A	AX		
1	A	AX		
1 1/2	A	AX		
2	A	AX		
3	AX	A	BX	
5	BX	AX	B	A
7 1/2	BX	B	5VX	3VX
10	5VX, BX	B	3VX	AX
15	5VX, BX	B	3VX	AX
20	5VX	BX	B	3VX
25	5VX	BX	B	3VX
30	5VX	BX	B	3VX
40	5VX, 5V	BX	B	
50	5VX, 5V	BX	B	CX
60	5VX, 5V	BX	B	CX
75	5VX, 5V	CX	BX	C
100	5VX, 5V	CX	C	
125	5VX, 5V	CX	C	
150	5VX, 5V	CX	C	
200	5VX, 5V	CX		
250	5VX, 5V	CX		

La mejor transmisión se encontrará generalmente al usar la sección de banda de la primera columna. Si por alguna razón, como la escasez de poleas, esta transmisión no es apropiada, vaya a la siguiente columna.
 Las transmisiones "AX" se encuentran en las tablas de selección de transmisión "A"; las "BX", en las tablas "B"; etc.

Fuente: www.emersonclimate.com, 2015

Elaborado: Autor, 2015

Anexo 5. Chumacera



Ball Bearings

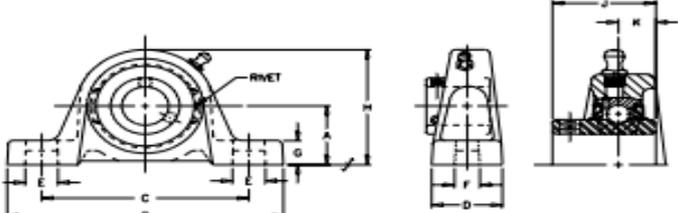
VALUE & QUALITY V
PILLOW BLOCK P
LOW BASE L
SET SCREW S

200 2
NORMAL 0
DUTY 0

VPLS-200

Lock: Set Screw
 Seal: Contact
 Housing: Cast Iron
 Temperature: -20°F to 200°F
 Self Alignment: ±1.5°
 Inserts: VS-200
 Dimensions pg 16
 Ratings pg 17

Bore Size	Fitting
1/2" - 1 1/4" S	1/4" - 28NF
1 1/4" - 2 15/16"	1/8" NPT



SHAFT DIA. IN	UNIT NO.	BRG. NO.	Dimensions In Inches											BOLT SIZE IN.	UNIT WT.
			A	B	C	D	E	F	G	H	J	K			
1/2	VPLS-208	VS-208	1 1/16	4 7/8	3 5/8	1 7/32	7/8	7/16	11/32	2 3/32	1 1/32	13/32	3/8	.7	
5/8	VPLS-210	VS-210													
3/4	VPLS-212	VS-212	1 1/4	5	3 25/32	1 11/32	25/32	7/16	15/32	2 15/32	1 7/32	1/2	3/8	1.3	
7/8	VPLS-214	VS-214													
15/16	VPLS-215	VS-215	1 5/16	5 1/2	4 1/8	1 13/32	13/16	7/16	15/32	2 11/16	1 3/8	9/16	3/8	1.4	
1	VPLS-216	VS-216													
1 1/8	VPLS-218	VS-218													
1 3/16	VPLS-219	VS-219	1 9/16	6 3/16	4 5/8	1 3/4	15/16	9/16	17/32	3 5/32	1 1/2	5/8	1/2	2.4	
1 1/4	VPLS-220S	VS-220S													
1 3/8	VPLS-222	VS-222	1 13/16	6 3/4	5	1 3/4	7/8	9/16	21/32	3 5/8	1 11/16	11/16	1/2	3.5	
7/16	VPLS-223	VS-223													
1 1/2	VPLS-224	VS-224	1 15/16	7 1/8	5 3/8	1 15/16	1	9/16	3/4	3 15/16	1 15/16	3/4	1/2	4.5	
1 5/8	VPLS-226	VS-226													
1 11/16	VPLS-227	VS-227	2 1/16	7 3/8	5 21/32	2	29/32	9/16	11/16	4 3/16	1 15/16	3/4	1/2	5.5	
1 3/4	VPLS-228	VS-228													
1 15/16	VPLS-231	VS-231	2 3/16	8	6 3/16	2 3/16	15/16	11/16	11/16	4 1/2	2 1/32	3/4	5/8	5.9	
2	VPLS-232S	VS-232S													
2	VPLS-232	VS-232	2 7/16	8 13/16	6 15/16	2 5/16	1	11/16	13/16	4 29/32	2 3/16	7/8	5/8	7.6	
2 3/16	VPLS-235	VS-235													
2 1/4	VPLS-236	VS-236	2 11/16	9 1/2	7 13/32	2 3/8	1 5/32	11/16	13/16	5 1/2	2 9/16	1	5/8	9.7	
2 7/16	VPLS-239	VS-239													
2 11/16	VPLS-243	VS-243	3	10 3/4	8 1/4	2 11/16	1 3/8	13/16	15/16	6 3/16	2 3/4	1 1/16	3/4	12.5	
2 15/16	VPLS-247	VS-247	3 1/4	12	9 1/2	2 7/8	1 1/4	15/16	15/16	6 9/16	3 1/16	1 5/16	7/8	16.9	

Fuente: www.emersonclimate.com, 2015

Elaborado: Autor, 2015

Anexo 6. Tablas de banda y polea

Poleas AK de hierro fundido
Poleas de una sola ranura para bandas 4L o A
 Las bandas 3L también pueden ser utilizadas con estas poleas, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla N.º 1. Tamaños en inventario. Diámetro a la medida



Parte N.º	DIÁMETRO (in)			BARRENOS EN INVENTARIO MARCADOS CON "X"											DIMENSIONES	
	Exterior	Datum "A"	Datum "3L"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	15/16"	1"	1 1/8"	1 3/16"	1 1/4"	1 3/8"	1 7/16"	L. T. (in)	Peso (lb)
▲AK17	1.75	1.50	1.16	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.2
▲AK20	2.00	1.80	1.46	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.3
▲AK21	2.10	1.90	1.56	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.4
▲AK22	2.20	2.00	1.66	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.5
▲AK23	2.30	2.10	1.76	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.5
▲AK25	2.50	2.30	1.96	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.5
▲AK26	2.60	2.40	2.06	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.5
▲AK27	2.70	2.50	2.16	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.6
▲AK28	2.80	2.60	2.26	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.7
▲AK30	3.05	2.80	2.46	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.7
▲AK32	3.25	3.00	2.66	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.7
▲AK34	3.45	3.20	2.86	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 3/32	0.9
AK39	3.75	3.50	3.16	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	1 7/32	1.4
AK41	3.95	3.70	3.36	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	1 7/32	1.5
AK44	4.25	4.00	3.66	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	1 7/32	1.5
AK46	4.45	4.20	3.86	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	1 7/32	1.5
AK49	4.75	4.50	4.16	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	1 7/32	1.7
AK51	4.95	4.70	4.36	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	1 7/32	1.7
AK54	5.25	5.00	4.66	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	1 7/32	1.8
AK56	5.45	5.20	4.86	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	1 7/32	1.9
AK59	5.75	5.50	5.16	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	1 7/32	2.0
AK61	5.95	5.70	5.36	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	1 7/32	2.1
AK64	6.25	6.00	5.66	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	1 7/32	2.2
AK66	6.45	6.20	5.86	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	1 7/32	2.3
AK69	6.75	6.50	6.16	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	1 7/32	3.5
AK71	6.95	6.70	6.36	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	-	1 7/32	3.8
▲AK74	7.25	7.00	6.66	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	1 17/32	3.4
▲AK79	7.75	7.50	7.16	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	1 17/32	4.0
▲AK84	8.25	8.00	7.66	X	X	X	-	X	X	-	X	-	-	X	1 17/32	3.8
▲AK89	8.75	8.50	8.16	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	1 17/32	4.3
▲AK94	9.25	9.00	8.66	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	1 17/32	4.5
▲AK99	9.75	9.50	9.16	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	1 17/32	5.3
▲AK104	10.25	10.00	9.66	-	X	X	-	-	X	-	X	X	X	X	1 17/32	5.1
▲AK109	10.75	10.50	10.16	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	X	1 17/32	5.8
▲AK114	11.25	11.00	10.66	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	1 17/32	5.6
▲AK124	12.25	12.00	11.66	-	X	X	-	-	X	-	X	X	-	X	1 17/32	6.5
AK134	13.25	13.00	12.66	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X	X	1 17/32	7.5
AK144	14.25	14.00	13.66	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	1 17/32	8.5
AK154	15.25	15.00	14.66	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X	X	1 17/32	9.8
AK164	16.25	16.00	15.66	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	1 17/32	12.1

En el caso de los barrenos que no se encuentran frecuentemente, use los bujes FHP que se muestran en la página 152.
 ▲ Nota: No use estas poleas AK, que tienen barrenos de 1" o más pequeños, con las capacidades para las bandas Gripnotch.

Fuente: www.emersonclimate.com, 2015

Elaborado: Autor, 2015

Poleas BK de hierro fundido

Poleas de una sola ranura
Ranura de combinación
para las bandas 4L o A y las bandas 5L o B

Tabla N.º 1.

Tamaños en inventario. Diámetro a la medida

Parte N.º	DIÁMETRO (in)			BARRENOS EN INVENTARIO MARCADOS CON "X"											DIMENSIONES L. T. (in)	Peso (lb)
	Exterior	Datum "A"	Datum "B"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	15/16"	1"	1 1/8"	1 3/16"	1 1/4"	1 3/8"	1 7/16"		
▲BK24	2.40	1.80	2.20	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 7/32	0.4
▲BK25	2.50	1.90	2.30	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 7/32	0.5
▲BK26	2.60	2.00	2.40	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 7/32	0.6
▲BK27	2.70	2.10	2.50	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 7/32	0.6
▲BK28	2.95	2.20	2.60	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 7/32	0.8
▲BK30	3.15	2.40	2.80	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 7/32	0.8
▲BK32	3.35	2.60	3.00	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	1 7/32	0.8
BK34	3.55	2.80	3.20	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	1 9/32	1.3
BK36	3.75	3.00	3.40	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	1 9/32	1.5
BK40	3.95	3.20	3.60	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	1 9/32	1.5
BK45	4.25	3.50	3.90	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	1 9/32	1.8
BK47	4.45	3.70	4.10	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	1 9/32	1.9
BK50	4.75	4.00	4.40	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	1 9/32	2.0
BK52	4.95	4.20	4.60	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	1 9/32	2.0
BK55	5.25	4.50	4.90	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	1 9/32	2.2
BK57	5.45	4.70	5.10	-	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	1 9/32	2.3
BK60	5.75	5.00	5.40	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	1 9/32	2.3
BK62	5.95	5.20	5.60	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	1 9/32	2.4
BK65	6.25	5.50	5.90	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	1 9/32	2.7
BK67	6.45	5.70	6.10	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	1 9/32	2.8
BK70	6.75	6.00	6.40	-	X	X	-	X	X	X	X	-	-	X	1 17/32	3.3
BK72	6.95	6.20	6.60	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	-	1 17/32	3.0
BK75	7.25	6.50	6.90	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	-	1 17/32	3.0
BK77	7.45	6.70	7.10	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	-	1 17/32	4.1
BK80	7.75	7.00	7.40	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	1 17/32	4.4
BK85	8.25	7.50	7.90	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	1 17/32	5.0
BK90	8.75	8.00	8.40	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	1 17/32	5.0
BK95	9.25	8.50	8.90	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	1 17/32	5.4
BK100	9.75	9.00	9.40	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1 17/32	5.6
BK105	10.25	9.50	9.90	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	1 17/32	5.8
BK110	10.75	10.00	10.40	-	-	X	-	-	X	X	X	-	X	X	1 17/32	6.4
BK115	11.25	10.50	10.90	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	1 17/32	6.0
BK120	11.75	11.00	11.40	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X	X	1 17/32	7.4
BK130	12.75	12.00	12.40	-	-	X	-	-	X	X	X	X	-	X	1 17/32	8.4
BK140	13.75	13.00	13.40	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	1 17/32	9.4
BK160	15.75	15.00	15.40	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	1 17/32	11.4
BK190	18.75	18.00	18.40	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	X	1 17/32	13.4

Fuente: www.emersonclimate.com, 2015

Elaborado: Autor, 2015

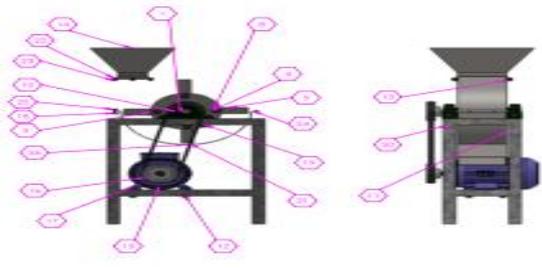
Anexo 7. Cronograma de Mantenimiento

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
N°	Elemento	Actividad	DIAR	SEM	MEN	ANU	OBSERVACION
1	Estructura	L	X				Realizarlo al culminar la producción diaria
2	Chumaceras	L	X				
3	Eje principal	L	X				
4	Martillo	L	X				
5	Motor	L	X				
6	Banda	IL	X				
7	Poleas	L	X				
8	Lengüeta	I	X				
1	Estructura	L-R		X			
2	Chumaceras	I-LU		X			
3	Eje principal	L-I		X			
4	Martillo	L-I		X			
5	Motor	L-I		X			
6	Banda	I-R		X			
7	Poleas	L-R		X			
8	Lengüeta	I		X			
1	Estructura	L-R			X		
2	Chumaceras	I-LU			X		
3	Eje principal	L-I			X		
4	Martillo	L-I			X		
5	Motor	L-I			X		
6	Banda	I-C			X		Cambiar si es necesario
7	Poleas	L-R			X		
8	Lengüeta	I			X		
1	Estructura	L-R				X	
2	Chumaceras	I-C-R				X	Cambiar si es necesario
3	Eje principal	L-I				X	
4	Martillo	L-I-C				X	Cambiar si posee desgaste considerable
5	Motor	L-I				X	
6	Banda	I-C				X	
7	Poleas	L				X	
8	Lengüeta	I-C				X	Cambiar si posee desgaste considerable

Simbología: L= Limpiar, C= Cambiar, Lu= Lubricar, I= Inspeccionar, R= Reajustar.

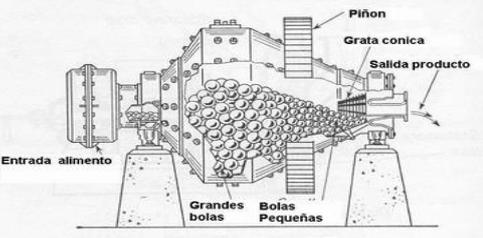
Elaborado: Autor, 2015

Anexo 8. Diseño propuesto (Molino Martillo)

	<i>MOLINO DE MARTILLO</i>
DISEÑO PROPUESTO	
Tamaño (h x a x e)	1174 x 552 x 560 mm
Capacidad	250 kg/h
Motor	3 hp
Voltaje del motor (Voltio)	220V
Construcción	Artesanal
Velocidad del sistema de martillos	3000 rpm
Fuerza de impacto	9349,8 N
Cantidad de martillos	24
Entrada a la cámara de trituración	298,5 cm ²
Salida de la cámara de trituración	326,2 cm ²
Costo \$	\$ 573,96
Peso	78 kg
Vida útil (años)	15
Transmisión	Por banda - poleas
Material	Inoxidable
Granos de molienda	Maíz (granos secos con menor dureza que el maíz)
Tamaño de la partícula	Variable
Factor de seguridad (n)	4
Abastecimiento	Manual

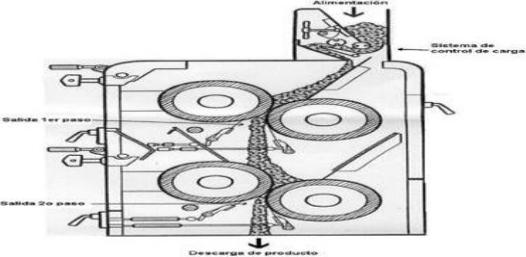
Fuente: Autor 2015

Anexo 9. Máquina del mercado (Molino de bolas)

	MOLINO DE BOLAS
MÁQUINAS DEL MERCADO	
Tamaño (pies - metros)	D:10 (3.05) L16 (4.5)
Capacidad	3000tn/24hs
Motor	1000 hp
Voltaje del motor (Voltio)	440V
Construcción	Industrial
Velocidad del sistema de martillos	1500 rpm
Fuerza de impacto	2304,9 N
Cantidad de martillos	36
Entrada a la cámara de trituración	318,6 cm ²
Salida de la cámara de trituración	194,4 cm ²
Costo \$	\$ 25000
Peso	95 kg
Vida útil (años)	15
Transmisión	Directa (Motor-eje)
Material	Hierro fundido
Granos de molienda	Maíz, Soya, Cebada, Trigo, Harina
Tamaño de la partícula	Variable
Factor de seguridad (n)	6
Abastecimiento	Manual

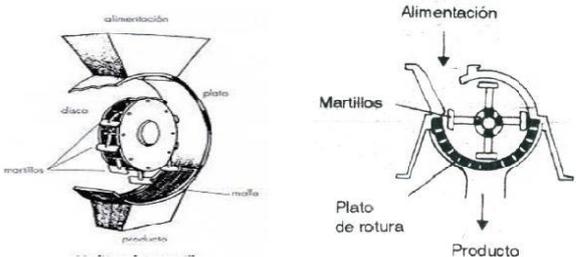
Fuente: datateca.unad.edu.com/

Anexo 10. Máquina del mercado (Molino de Rodillos)

	MOLINO DE RODILLOS
	MÁQUINAS DEL MERCADO
Tamaño (pies - metros)	D:30 (9.15) Alto 70 (21.3)
Capacidad	5000tn/24hs
Motor	2000 hp
Voltaje del motor (Voltio)	440V
Construcción	Industrial
Velocidad del sistema de martillos	82 rpm
Fuerza de impacto	2304,9 N
Cantidad de martillos	6
Entrada a la cámara de trituración	318,6 cm ²
Salida de la cámara de trituración	194,4 cm ²
Costo \$	\$ 5600
Peso	6tn
Vida útil (años)	16
Transmisión	Directa (Motor-eje)
Material	Hierro fundido
Granos de molienda	Maíz, Soya, Cebada, Trigo, Harina
Tamaño de la partícula	<35
Factor de seguridad (n)	6
Abastecimiento	Manual

Fuente: Vega Turizo Alberto. (2004)

Anexo 11. Máquina del mercado (Molino de Platos)

		MOLINO DE PLATOS
		MÁQUINAS DEL MERCADO
Tamaño (pies - metros)	D:30 (7.12) Alto 60 (18.3)	
Capacidad	4000tn/24hs	
Motor	2000 hp	
Voltaje del motor (Voltio)	440V	
Construcción	Industrial	
Velocidad del sistema de martillos	1200 rpm	
Fuerza de impacto	2204,3 N	
Cantidad de martillos	6	
Entrada a la cámara de trituración	4m ³ /h	
Salida de la cámara de trituración	194,4 cm ²	
Costo \$	\$ 28000	
Peso	4tn	
Vida útil (años)	12	
Transmisión	Directa (Motor-eje)	
Material	Hierro fundido	
Granos de molienda	Maíz, Soya, Cebada, Trigo, Harina	
Tamaño de la partícula	<5	
Factor de seguridad (n)	6	
Abastecimiento	Manual	

Fuente: Vega Turizo Alberto. (2004)

Planos