UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo la Obtención del Título de Ingeniero Industrial

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL SECADO DE MAÍZ (MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PALETAS ROTATORIAS DENTRO DE LA MAQUINA SECADORA).

AUTOR:

Moreno Yánez Kevin Josué

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Rodolfo Najarro Quintero M.Sc.

QUEVEDO - LOS RIOS - ECUADOR:

2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO

Yo, **MORENO YANEZ KEVIN JOSUE**, 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.

_____

Moreno Yánez Kevin Josué

AUTOR

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

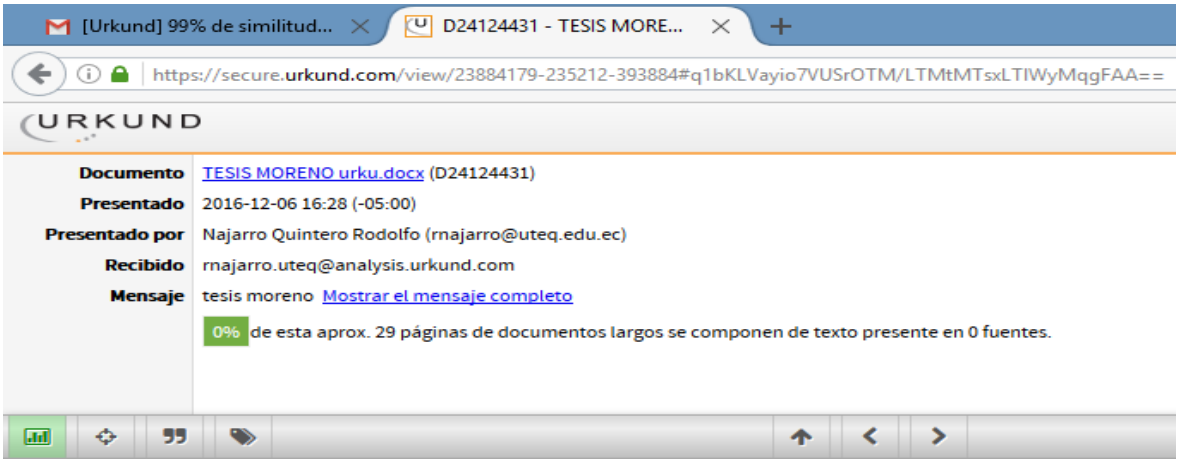
El suscrito, **Ing. Rodolfo Najarro Quintero, M.Sc**., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **Moreno Yánez Kevin Josué**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado "Evaluación de Parámetros de Calidad en el Secado de maíz (mediante la implementación de paletas rotatorias dentro de la maquina secadora)" previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

_____

ING. RODOLFO NAJARRO QUINTERO, M.Sc.
DIRECTOR DE PROYECTO

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA URKUND

Por medio de la presente me permito certificar, que el Sr KEVIN JOSUE MORENO YANEZ, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial presencial del paralelo A, una vez que se revisó la tesis de grado titulada EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL SECADO DE MAÍZ (MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PALETAS ROTATORIAS DENTRO DE LA MAQUINA SECADORA), tengo a bien informar que se realizó la revisión respectiva por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 0%, cumpliendo con el reglamento de Graduación de Estudiantes de Pregrado y la Normativa establecida por la Universidad.



Ing. Rodolfo Najarro Quintero, M.Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

CERTIFICADO DE REDACCIÓN

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

Yo, **TEDDY DE LA CRUZ VALDIVIEZO** con CC N° **0910481522**, Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado el proyecto de investigación del egresado **MORENO YANEZ KEVIN JOSUE, N°, de cédula 120544967-9,** previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, titulado **EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL SECADO DE MAÍZ (MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PALETAS ROTATORIAS DENTRO DE LA MAQUINA SECADORA).** Habiendo cumplido con la redacción y corrección ortográfica.

_____

Socióloga. Teddy de la Cruz Valdiviezo
DOCENTE FCI

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TITULO:

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL SECADO DE MAÍZ (MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PALETAS ROTATORIAS DENTRO DE LA MAQUINA SECADORA)

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

Aprobado por:

Ing. Milton Peralta Fonseca, MBA	Soc. Teddy De la Cruz Valdiviezo, M.Sc.
Presidente del Tribunal del Proyecto	**Encargada de Redacción Técnica**
Ing. Robert Moreira Macías, M.Sc.	Ing. Rogelio Navarrete Gómez, M.Sc.
Miembro del Tribunal del Proyecto	**Miembro del Tribunal del Proyecto**

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AÑO 2016

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por permitirme culminar mis estudios en la carrera que deseaba, Ingeniería Industrial, acompañándome en el día a día por permitir tener tan buena experiencia dentro de mi etapa universitaria, gracias a mi facultad por permitirme convertir en un profesional en lo que tanto me apasiona.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y su constante ayuda durante todo mi ciclo de estudios, guiándome por el sendero del bien, aconsejándome y apoyándome para que mis estudios de tercer nivel sean una realidad.

Gracias a cada docente que hizo parte de este proceso integral de mi formación, que deja como producto terminado un grupo de graduados, y como recuerdo de prueba viviente en la historia; este proyecto de investigación, que perdurara dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

A mi director de tesis el Ingeniero Rodolfo Najarro Quintero MSc. Por su apoyo incondicional su paciencia, y ser un buen guía en la enseñanza para el desarrollo de este proyecto de investigación.

Por último, agradezco a mi abuela por su ayuda y contribución economica en la ejecución de investigación, el Sr. Carlos Piloso por su ayuda en la construcción de nuestra implementación en la maquina secadora, al tecnólogo Darwin Daza por la ayuda en cálculos y dimensionamiento de piezas para el proceso de montaje, también al Ingeniero Milton Peralta por la ayuda en el desarrollo de este proyecto.

Kevin Moreno Yánez

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi Dios todo poderoso, por ser mi fuente, mi mano derecha, mi sustento, el que me ha dado la capacidad, la valentía y la fortaleza para que este sueño se convierta hoy en una realidad. Sin él no hubiese podido, gracias porque en ti todas las cosas son posibles, mis sueños son tus sueños Dios, todo lo que tengo te pertenece.

A mis padres, José y Vilma; regalo maravilloso que Dios me ha dado, por su apoyo incondicional por sus esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí; para que hoy esto fuese una realidad, este título de Ingeniero también es de ustedes mis viejos, LOS AMO.

A mis hermanos: Génesis y Theo por su apoyo y contribución, por su ayuda para que se hiciera realidad este logro este triunfo también es de ustedes.

RESUMEN

El presente proyecto se centraliza en la construcción de un removedor de granos dentro de una máquina secadora para mejorar su propósito y aumentar la calidad final del grano ya con esto se puede optimizar el tiempo, el combustible y el factor humano. El objetivo principal del proyecto que es el evaluar los parámetros de calidad en el secado de maíz (mediante la implementación de paletas rotatorias dentro de la máquina secadora), se diseñó y construyó un prototipo de removedor, con el fin de mejorar los tiempos de secado disminuyendo los costos de operación y mejorando la calidad del grano de maíz. La construcción del sistema de secado con removedor (paletas rotatorias) se realizó en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos, para la construcción del removedor se realizó trabajo metal mecánico, instalación eléctrica y del Motoreductor, el diseño y cálculos de materiales y la construcción e instalación del removedor el mismo que está conformado por una cinta dentada una serie de ángulos para remover y con un sistema de engranaje previamente calculados que permite transferir la potencia del motor al sistema. Utilizando ciertas pruebas que ayudaron a realizar el trabajo de construcción de una forma más eficaz y eficiente, así mismo utilizando el software MD SOLID se realizaron las pruebas de resistencia de materiales para poder adquirir los materiales indicados y la máquina de mejores resultados, de esta manera no se encontraran inconvenientes a futuros con nuestro equipo ya que de manera segura se utilizó el material que resistirá el uso que se le dará a nuestra implementación gracias a los cálculos de diseño previamente realizados en el programa MD Solid.

ABSTRACT.

The present project focuses on the construction of a grain remover inside a dryer to improve its purpose and increase the final quality of the grain and with this we can optimize the time, fuel and human factor. And of the main objective of the project, which is to evaluate the parameters of quality in the drying of maize (through the implementation of rotary pallets inside the dryer machine), a prototype of remover was designed and built, in order to improve the Drying by lowering operating costs and improving the quality of corn grain. The construction of the drying system with remover (rotating pallets) was carried out in the Mocache canton, province of Los Ríos, for the construction of the remover was made mechanical metal work, electrical installation and Motoreductor, the design and calculations of materials and construction And installation of the remover the same that is conformed by a serrated belt a series of angles to remove and with a system of gear previously calculated that allows to transfer the power of the motor to the system. Using certain tests that helped to carry out the construction work in a more efficient and efficient way, also using the software were made the tests of resistance of materials to be able to acquire the indicated materials and our machine of better results, in this way we do not have Inconveniences to our future with our equipment since it was safely used the material that will resist the use that will be given to our implementation thanks to the design calculations previously made in the MD solid program.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA……i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO..... ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE iii
INVESTIGACIÓN iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA URKUND iv
CERTIFICADO DE REDACCIÓN v
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL vi
AGRADECIMIENTO vii
DEDICATORIA viii
RESUMEN ix
ABSTRACT. x
TABLA DE CONTENIDO xi
ÍNDICE DE TABLAS xv
INTRODUCCIÓN xx
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN xxii
1.1. Problema de investigación. 2
1.1.1. Planteamiento del problema. 2
1.1.2. Diagnóstico. 2
1.2. Pronostico. 2
1.2.1. Formulación del problema. 3
1.2.2. Sistematización del problema. 3
1.3. Objetivos. 3
1.3.1. Objetivo General. 3
1.3.2. Objetivo Específicos. 3
1.4. Justificación. 3
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN 15
2.1. Marco conceptual. 6
2.1.1. El Maíz. 6
2.1.2. Cultivo de Maíz. 7
2.1.3. Secado de Maíz. 9
2.1.4. Aplicación del secado mecánico. 11

2.1.5. Cuando se debe secar. 11
2.1.6. El para qué del secado mecánico. 12
2.1.7. Cantidad de cosecha de un pequeño agricultor. 12
2.1.8. Valor de humedad actual con los que se acopia el maíz en verano 12
2.1.9. Secadora de Maíz. 12
2.1.10. Deshumidificación. 15
2.1.11. Calidad. 16
2.1.12. Diseño. 19
2.1.13. Implementación. 20
2.1.14. Soldadura 21
2.1.15. Motor eléctrico. 22
2.2. Marco referencial. 24
2.2.1. Morfología de la planta de maíz 24
2.2.2. Secado. 25
2.2.3. Humedad. 26
2.2.4. Calidad. 27
2.2.5. Diseño. 27
2.2.6. Soldadura. 28
2.2.7. Motor eléctrico 28
2.3. Marco legal. 29
2.3.1. En la Constitución de la República 29
2.3.2. Leyes del Buen Vivir 30
2.3.3. Leyes de Alimentación 31
2.3.4. Leyes de Calidad 33
CAPÍTULO III MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 35
3.1. Localización 36
3.2. Información geográfica del cantón Mocache. 36
3.3. Tipo de investigación 37
3.3.1. Investigación Descriptiva 37
3.3.2. Investigación Explorativa. 37
3.3.3. Investigación Diagnostica. 37
3.4. Métodos de investigación. 37
3.4.1. Método analítico-sintético 37

3.4.2. Método de observación:.....37
3.4.3. Método analítico:.....38
3.4.4. Método bibliográfico:.....38
3.5. Fuentes de recopilación de información.....38
3.6. Diseño de la investigación.....38
3.6.1. No experimentales.....38
3.7. Instrumentos de investigación.....38
3.7.1. Observación.....39
3.7.2. Análisis de documentos.....39
3.8. Recursos humanos y materiales.....39
3.8.1. Recursos humanos.....39
3.8.2. Recursos materiales.....39
3.8.3. Listado de elementos normalizados.....40
3.8.4. Máquinas y equipos.....40
3.8.5. Herramientas.....41
3.8.6. Instrumentos de medición y verificación.....41
3.8.7. Elementos de construir.....41
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....42
4.1. Resultados.....43
4.1.1. Parámetros que influyen en la calidad del grano de maíz.....43
4.1.1.1. La humedad.....43
4.1.1.2. Limpieza.....44
4.1.1.3. Cantidad de granos rotos.....44
4.1.2. Dimensiones de las paletas rotatorias.....45
4.1.2.1. Cálculos del plano (x-z) con 11 paletas removedores.....45
4.1.2.2. Cálculos del plano (x-z) con 9 paletas removedores.....47
4.1.2.3. Cálculos del plano (x-z) con 7 paletas removedores.....49
4.1.2.4. Cálculos del plano (x-z) con 5 paletas removedores.....51
4.1.3.1. Esfuerzo de flexión del eje principal.....53
4.1.3.2. Esfuerzo de torsión.....53
4.1.3.3. Calculo del torque del motor.....54
4.1.3.4. Diseño del sistema de transmisión.....54
4.1.3.5. Calculo de revoluciones finales.....55

4.1.3.6. Cálculos de reacciones y momentos en la viga. 55
4.1.3.7. Calculo de torsión del eje principal. 57
4.1.3.8. Calculo de la capacidad de secado. 58
4.1.3.9. Método de estufa para determinar el contenido de humedad. 60
4.1.3.10. Calculo de la eficiencia de la secadora según el consumo de Glp en la actualidad. 61
4.1.3.11. Calculo del caudal de la secadora. 622
4.1.4. Calidad del grano durante el proceso de secado. 65
4.1.4.1. Control de humedad. 655
4.1.4.2. Control de limpieza. 66
4.1.4.3. Cantidad de granos rotos. 666
4.2. Discusión. 677
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 70
5.1. Conclusiones: 71
5.2. Recomendaciones: 72
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA 48
CAPÍTULO VII ANEXOS 50

ÍNDICE DE TABLAS

		Páginas
N° 1:	Promedio de cosecha de Maíz en el ecuador 2015	9
N° 2:	Temperatura máxima que no debe sobrepasar el grano	25
N° 3:	Valor inicial del tiempo, humedad y consumo de GLP	63
N° 4:	Costo del material para la implementación	64
N° 5:	Resultado del cálculo en software	67
N° 6:	Comparación de costo de construcción del removedor	68
N° 7:	Valores del tiempo la humedad y consumo de Glp actuales	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Páginas
N° 1:	Morfología de la planta de maíz	24
N° 2:	Cálculo del plano (x-z) con 11 paletas removedoras	45
N° 3:	Cálculo del plano (x-z) con 9 paletas removedoras	47
N° 4:	Cálculo del plano (x-z) con 7 paletas removedoras	49
N° 5:	Cálculo del plano (x-z) con 5 paletas removedoras	51
N° 6:	Cálculo del plano (x-z) del momento total	56
N° 7:	Calculo de torsión del eje principal	57
N° 8:	Parámetro de humedad	65
N° 9:	Evaluación de la humedad	65
N° 10:	Cantidad de impurezas	66
N° 11:	Cantidad de granos rotos	67

ÍNDICE DE ECUACIONES

		Páginas
N° 1:	Momento total	45
N° 2:	Momento inercial	45
N° 3:	Esfuerzo flexionante de la viga	46
N° 4	Factor de seguridad	46
N° 5	Esfuerzo de flexión del eje principal	53
N° 6	Esfuerzo de torsión del eje principal	53
N° 7	Torque del motor	54
N° 8	Diseño del sistema de transmisión	54
N° 9	Revoluciones finales	55
N° 10	Peso distribuido	56
N° 11	Torsión del cuerpo del eje	57
N° 12	Factor de seguridad de la masa total del eje	58
N° 13	Capacidad de secado	59
N° 14	Contenido de humedad en porcentaje	60
N° 15	Eficiencia de la secadora según el consumo de GLP	61
N° 16	Eficiencia de secado según las temperaturas	62
N° 17	Caudal de la secadora	62

ÍNDICE DE ANEXOS

		Páginas
N° 1:	Compra de materiales metálicos	79
N° 2:	Corte a medida del material	80
N° 3:	Armado del cuerpo de la cercha	80
N° 4:	Armado de la cercha completa	81
N° 5:	Construcción del brazo removedor	81
N° 6:	Ensamblado de la cercha en la secadora	82
N° 7:	Afinado de los dientes de la cinta	82
N° 8:	Perforación de chapas metálicas	83
N° 9:	Construcción de la base del eje del removedor	83
N° 10:	Cubicaje del refuerzo para el removedor	84
N° 11:	Montaje de la implementación en la maquina	84
N° 12:	Acoplamiento del sistema de engranaje	85
N° 13	Preparación previa al acabado final	85
N° 14	Pintado de la implementación de los brazos removedores	86
N° 15	Prueba de secado con maíz	86
N° 16	Catálogo del tubo cuadrado empleado	87
N° 17	Catálogo del ángulo utilizado en el removedor	87
N° 18	Estructura del eje características	88
N° 19	Tipos de sueldas	88
N° 20	Catálogo de motores Weg Remeco	89

CODIGO DUBLIN

Tema:	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL SECADO DE MAÍZ (MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PALETAS ROTATORIAS DENTRO DE LA MAQUINA SECADORA)			
Autor:	Moreno Yánez Kevin Josué			
Palabras clave:	Consumo	Optimizar	Secado	Grano de maíz
F. de publicación:				
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2016			
Resumen:	El presente proyecto se centra en la construcción de un removedor de granos dentro de una maquina secadora para mejorar su propósito y aumentar la calidad final del grano ya con esto podemos optimizar el tiempo, el combustible y el factor humano. Y el objetivo principal del proyecto que es el evaluar los parámetros de calidad en el secado de maíz (mediante la implementación de paletas rotatorias dentro de la máquina secadora). La construcción del sistema de secado con removedor (paletas rotatorias) se realizó en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos, para la construcción del removedor se realizó trabajo metal mecánico, instalación eléctrica y del Motoreductor, el diseño y cálculos de materiales y la construcción e instalación del removedor el mismo que está conformado por una cinta dentada una serie de ángulos para remover y con un sistema de engranaje previamente calculados que permite transferir la potencia del motor al sistema. **Abstract:** The present project focuses on the construction of a grain remover inside a dryer to improve its purpose and increase the final quality of the grain and with this we can optimize the time, fuel and human factor. And of the main objective of the project, which is to evaluate the parameters of quality in the drying of maize (through the implementation of rotary pallets inside the dryer machine). The construction of the drying system with remover (rotating pallets) was carried out in the Mocache canton, province of Los Ríos, for the construction of the remover was made mechanical metal work, electrical installation and Motoreductor, the design and calculations of materials and construction And installation of the remover the same that is conformed by a serrated belt a series of angles to remove and with a system of gear previously calculated that allows to transfer the power of the motor to the system.			
Descripción:	111 hojas: Dimensiones 29x21 cm :CD-Rom			
URI:				

INTRODUCCIÓN

El proyecto responde a la necesidad que tienen los pequeños productores agrícolas para mejorar la calidad del grano producido mediante un manejo adecuado post-cosecha en todas las fases de la cadena productiva, para así reducir el mal uso del gas licuado de petróleo utilizado en el secado ya que esto significa desperdicio de recurso.

Además se orienta a evaluar los parámetros para obtener un grano de calidad al someter a este proceso de secado con ello mejorar la situación económica de los sectores agrícolas así mismo tratar de optimizar el tiempo y el uso de combustibles en este proceso.

El secado artificial produce la principal transformación del grano en la post cosecha y a su vez es el procedimiento que más atención requiere para no afectar la calidad de éstos. De la energía utilizada en el proceso de producción de granos, el secado consume alrededor del 50%. Tomando en cuenta estos dos factores, es decir calidad y consumo energético, se puede apreciar la importancia que adquiere su correcta realización. Los objetivos principales del secado son: reducir la humedad de cosecha de los granos y semillas a niveles seguros para el almacenamiento y óptimos para su comercialización. El secado se puede realizar con aire natural o con aire caliente y generalmente se refiere a la temperatura del aire de secado y rara vez se refieren a la temperatura del grano. Sin embargo, la temperatura que el grano adquiere en los procesos de secado determinará si el mismo mantiene la calidad inicial que poseía antes de iniciado dicho proceso. [1]

Casi el 80% del maíz producido en nuestro país se cosecha con un contenido de humedad superior a la de recibo. Es el grano que más se seca en nuestro país y en todos los países productores de grano. [1]

El presente proyecto investigativo está constituido de la consiguiente forma:

Capítulo I, en este se detallan el marco contextual de la investigación, que está percibida por la problematización, los objetivos del presente proyecto y la justificación.

Capítulo II, este capítulo está percibido por el marco teórico del proyecto investigativo, en el cual se escribe la fundamentación teórica, fundamentación conceptual y fundamentación referencial que se solicitará para el desarrollo de este proyecto.

Capítulo III, en este capítulo se puntualiza la metodología de la investigación, en el que sujeta los métodos, tipos de investigación, técnicas y los recursos utilizados para el progreso de este trabajo.

Capítulo IV, este expresa los resultados conseguidos de las pruebas realizadas mediante la implementación de las paletas rotatorias.

Capítulo V, se especifican las conclusiones derivadas en base a la investigación y se proyectan las correspondidas recomendaciones.

Capítulo VI, sujeta las diferentes fuentes bibliográficas, citas bibliográficas y Linkografías utilizadas en el proyecto.

Capítulo VII, se muestran los anexos, que comprende información adicional y necesaria utilizada en el proyecto de investigación.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El problema que se analizó se centra en la baja calidad con la que se comercializa el grano de maíz después de ser procesado en las máquinas secadoras (secado mecanizado).

En el Cantón Mocache se pudo detectar una saturación de los mercados o piladoras con granos de maíz que tienen altos grados de humedad, y esto genera moho por lo cual se pierde gran cantidad de granos que pudieran ser utilizados, por lo que existe un mayor grado de inconformidad de clientes en la seguridad alimentaria, en la harina de maíz que es consumida todo el año, con diferentes formas de preparación culinarias, constituyéndose en un alimento básico de la sociedad.

Uno de los principales problemas que afectan al sector maicero es otorgar al mercado de consumo final un producto de calidad, ya que la calidad del grano aparte de las operaciones pos-cosecha, lo fundamental es la operación del secado.

1.1.2. Diagnóstico.

El exceso de humedad en el grano se ve afectada desde su cosecha ya que el agricultor a no tener o no poseer el medio necesario para realizar el proceso de secado industrial se ve obligado a venderlo con un alto grado de humedad.

1.2. Pronostico.

Al no poder resolver el problema de un secado rápido reduciendo el tiempo y el consumo de combustible, la producción del maíz en época de invierno será cada vez más crítica, el valor del grano subirá de precio y por ende el precio de sus productos derivados.

1.2.1. Formulación del problema.

¿Qué efecto tendrá la implementación de las paletas rotatorias dentro de la máquina secadora en la fase de deshumidificación del grano de maíz?

1.2.2. Sistematización del problema.

- ✓ ¿A quiénes benefician de los resultados del proyecto investigativo?
- ✓ ¿Se pueden sugerir ideas, recomendaciones o hipótesis a futuras valoraciones?
- ✓ ¿De qué manera ayudará esta investigación a nuestros productores del ciclo corto?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

Evaluar los Parámetros de Calidad en el Secado de Maíz (mediante la implementación de paletas rotatorias dentro de la máquina secadora).

1.3.2. Objetivo Específicos.

- Determinar cuáles son los parámetros que influyen en la calidad del grano de maíz.
- Calcular las dimensiones de las paletas rotatorias para mover la cantidad de granos deseados.
- Realizar los cálculos en el software para la implementación de las paletas.
- Evaluar la calidad del grano durante el proceso de secado.

1.4. Justificación.

Las secadoras de maíz son máquinas industriales que proporcionan unos efectos de secado o deshumidificación del grano y que producen efectos beneficiosos al proceso de industrialización del grano de maíz.

El motivo de la investigación es evaluar y mejorar la calidad del grano de “maíz” utilizando paletas rotatorias tratando de utilizar la menor cantidad de gas propano y realizar el secado apropiado del grano en el menor tiempo posible y a su vez para el consumo del producto, ya que los mercados son cada vez más exigentes y se interesan por el contenido de proteínas, aminoácidos, almidón, aceites y demás componentes.

La pérdida de humedad es muy rápida en los primeros días de secado natural pero a medida que el contenido de humedad del grano disminuye es mayor la presión de vapor necesaria para extraer el resto del agua y la curva de pérdida de humedad se tiende a asentar. Lo importante es que esta alcance menos del 20% de humedad, cuando la humedad relativa del aire comience a elevarse sustancialmente.

Por estas razones es recomendable planificar la siembra de maíz eligiendo la precocidad y la fecha de siembra que permitan 32 a 35 días de condiciones favorables de secado luego de alcanzar la madurez fisiológica del grano. [1]

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. El Maíz.

El principio de la planta del maíz sigue estando hoy en un misterio, por más que los aplicados estén trabajando para poder explicar, desde diferentes puntos de vista. Solo podemos afirmar que era el alimento primordial de las culturas americanas muchos siglos antes de que los europeos alcanzaran al descubrimiento de América.

Durante bastante tiempo se distinguió como su único congénere cercano el Teosinte, un muy posible antecesor, como aún lo siguen conservando algunas autoridades en la materia. Sin embargo Mangelsdort y Reeves mostraron variadas pruebas de que el teosinte no es sino producto de hibridación del maíz y el trípsaco, que aparecido probablemente después de cultivarse el grano de maíz. [2]

El maíz es la planta cultivada de mayor interés desde el punto de vista de su origen, estructura y variación. Solo se conoce en cultivo, y es seguro que no podría subsistir sin los cuidados del hombre. De este cultivo se han desarrollado tipos tan diferentes que permiten sembrarlos desde el Ecuador hasta los límites de las tierras templadas y desde el nivel del mar hasta los bordes de las heladas permanentes. [3]

La calidad del grano de maíz para el consumo humano está asociada tanto con su constitución física, que determina la textura y dureza, como con su composición química, que define el valor nutricional y las propiedades tecnológicas.
Los mercados son cada vez más exigentes y se interesan por el contenido de proteínas, aminoácidos, almidón, aceites y demás componentes. [4]

El maíz es una planta de fácil desarrollo y de producción anual, pertenece al género de las Zeas, de nombre científico Zea mays, familia de las gramíneas. El maíz amarillo duro (tipo cristalino) que se produce en Ecuador, es de excelente calidad tanto para la elaboración de alimentos balanceados como para las industrias de consumo humano; debido a su elevado contenido de fibra, carbohidratos, caroteno y el alto nivel de rendimiento en la molienda,

así como por su precio, nuestro maíz es de gran aceptación en países fronterizos. Además vuestra producción se complementa con las necesidades del mercado colombiano, gracias al ciclo de cultivo, las condiciones geográficas y climáticas de las zonas maiceras ecuatorianas. La temporada de cosecha más lata se da en ciclo de invierno (abril-julio) [4]

El grano de maíz es uno de los cereales más utilizados por el hombre desde épocas remotas y una de las especies vegetales más producidas, tanto en producción global con cerca de 600 millones de toneladas por año. Su centro de origen está en México desde donde se difundió a todo el mundo después del primer viaje de Cristóbal Colon a fines del siglo XV. Su difusión fue más rápida en las zonas templadas en las cuales representa cerca del 40% del área cosechada y el 60% de la producción mundial. [17]

El maíz es una planta que tiene múltiples usos y que puede ser utilizada en varias etapas de su desarrollo desde las mazorcas muy jóvenes, hasta las mazorcas verdes tiernas y los granos ya maduros. Se estima que la población mundial actualmente cerca de 6000 millones de habitantes alcanzara los 8000 millones en el año 2030, lo cual representara 2000 millones más que la actualidad, no hay duda que el maíz tropical continuara teniendo un papel muy importante en la alimentación de esta población en aumento. [17]

2.1.2. Cultivo de Maíz.

En el Ecuador de la producción de maíz, la avicultura consume el 57%, alimentos balanceados para otros animales 6%, exportación a Colombia 25%, industrias de consumo humano 4%, el resto sirve para el autoconsumo y semilla. Además Ecuador tiene la capacidad de exportar subproductos del maíz, tales como el grits y la sémola. Estos productos son utilizados para elaborar polenta, arepas y snacks. [4]

En nuestro país existen una gran variedad de razas de maíz, adaptadas a diferentes altitudes, tipos de suelos y ecosistemas. De acuerdo a una categorización oficial existen 25 razas de maíz ecuatoriano. El 18% de las colecciones de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) provienen de Ecuador, lo que ha llevado a nuestro país a conseguir un tercer lugar como uno de los países de mayor producción del grano de maíz. [5]

Según las reglas del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en el Ecuador se producen cada año un promedio de 717.940 toneladas de maíz duro seco y 43.284 toneladas de maíz suave choclo, mostrando que el maíz duro seco tiene una producción muy alta polarizada en la Costa y en el caso del maíz suave choclo es altamente concentrado en la sierra. [6]

En este trabajo se examinará el secado y calidad final del grano ya que por su uso en la cadena alimentaria el maíz duro seco y el maíz suave o choclo con el fin de mostrar que el maíz representa uno de los principales alimentos consumidos en el Ecuador para salvaguardar la seguridad alimentaria de todos los que lo consumen.

Es así como en el año 2012 se establece que: Ecuador ya será autosuficiente en la producción del maíz en el año 2014, por su gran incremento de la producción a nivel nacional por la presencia de un cambio radical en la producción de maíz amarillo en los campos. En 1999 una hectárea de cultivo producía 1,5 toneladas por cosecha. En 2009 subió a 3 toneladas. Y, en este año (2012), el promedio está entre 4,5 y 7,5 toneladas, gracias a las programaciones y a la aplicación de nuevas tecnologías implementadas por parte del gobierno nacional.

De esta manera se puede establecer que en nuestro país se está aprovechando al máximo los recursos agrícolas propios de cada región, es así que la producción de maíz ha incrementado considerablemente en los últimos 5 años. [6]

El cultivo de maíz amarillo duro, es un sistema jerárquico en sentido holístico o total. Esto significa que el funcionamiento y producción final del sistema es el resultado de la interacción de todos los factores necesarios e involucrados y no de la acción individual o aislada de determinado factor. [18]

Como sistema, el cultivo está inmerso en un ambiente definido por factores de orden físico, biológico, social y económico; donde el manejo tecnológico cumple un rol importante en su productividad biológica total y en su rendimiento económico. [18]

Tabla 1. Promedio de cosecha de maíz provincia de Los Ríos en el 2015

LOS RÍOS	**6.29 (t/ha)**
BABA	5.60 (t/ha)
BABAHOYO	7.13 (t/ha)
BUENA FÉ	5.06 (t/ha)
MOCACHE	6.45 (t/ha)
MONTALVO	6.81 (t/ha)
PALENQUE	5.52 (t/ha)
PUEBLOVIEJO	5.70 (t/ha)
QUEVEDO	4.80 (t/ha)
QUINSALOMA	6.09 (t/ha)
URDANETA	7.40 (t/ha)
VALENCIA	6.35 (t/ha)
VENTANAS	5.61 (t/ha)
VINCES	5.56 (t/ha)

Fuente: sinagap.agricultura.gob.ec [7]

2.1.3. Secado de Maíz.

El secado del grano es imprescindible hasta alcanzar unos límites que permiten su conservación. Para el caso del maíz esto significa evaporar entre un tercio y un cuarto de la masa del grano seco antes de que alcance la etapa de almacenamiento.

Para la eliminación del exceso de humedad se utiliza lo que se conoce como secadora en la que el grano se somete a la acción de una corriente de aire caliente, de manera que aumenta su temperatura hasta la de vaporización del agua. Primero se evapora el agua libre, lo cual precisa relativamente poca energía; en el maíz se encuentra agua libre cuando se supera el

27 % de humedad. A continuación el agua situada en los capilares, lo que no resulta más difícil, con un límite que es el que se conoce como umbral de estabilización que se alcanza cuando la humedad llega al 13 %. A partir de aquí el agua se encuentra unida químicamente a los componentes de los granos y se precisa una gran energía para su evaporación. Desde el punto de vista práctico, la humedad del grano para el buen almacenamiento se sitúa en el 14%.

El proceso de secado se acelera en las secadoras utilizando a una corriente de aire caliente y con bajo contenido de humedad. La calidad del secado y la eficiencia energética del proceso guardan relación con las características técnicas de la secadora, y puede señalarse que, a medida que aumenta su tamaño, se reduce el consumo específico de energía, ya en ellos se utilizan mejor los circuitos de recuperación de calor. [8]

Se puede definir como un proceso muy simple ¨calentar un producto que contiene humedad para que esta se evapore y desaparezca¨; por consiguiente, entre más alta sea la temperatura que se aplique tanto más rápido desaparecerá la humedad; pero para que el vapor desaparezca es necesario que exista una corriente de aire que se la lleve. Para poner en práctica esta sencilla teoría, hay que tener en cuenta algunas cosas para evitar que los granos se mueran, queden con defectos físicos o pierdan sus propiedades.

Debemos recordar que los granos son seres vivos compuestos con una piel que los envuelve, una reserva de nutrientes (harina, almidones, proteínas, vitaminas, aceites, minerales) y un corazón o germen que controla las actividades vitales del grano. Si el grano se somete a altas temperaturas pueden ocurrir las siguientes situaciones:

a) Que la piel del grano se queme o ampolle,
b) Que el grano se estalle y quiebre,
c) Que el germen se muera,
d) Que las proteínas y vitaminas pierdan su valor alimenticio,
e) Que los aceites cambien de color o se pierdan, y
f) Que los almidones se descompongan. [9]

Para un almacenamiento seguro, el exceso de humedad debe ser eliminado casi en su totalidad. Si se calienta la semilla con un alto contenido de humedad, los mohos empiezan a crecer y la germinación se reduce rápida y permanentemente. Las mazorcas de maíz pueden ser pre secadas naturalmente (con el aire en condiciones ambientales) o artificialmente (en secadores por tandas con aire calentado) [19]

El mejor método de usar el aire exterior es tinglados de secado de maíz con pilas de hasta 4 metros de altura. Los tinglados son marcos de madera cubiertos con malla de alambre. Se colocan de modo que los lados más largos reciban el viento dominante. Las ventajas de este método son su bajo costo y sencillez técnica; los inconvenientes es su dependencia de las condiciones atmosféricas y la necesidad de invertir mucha mano de obra. [19]

2.1.4. Aplicación del secado mecánico.

El secado mecánico se lo aplica por varios motivos uno de ellos es para adecuar el grano para su almacenaje estos la mayoría de veces es secado hasta obtener un 14% por peso, este proceso se aplica para inhibar el crecimiento microbiano. Sin embargo, las bajas temperaturas de almacenaje también están altamente recomendadas para evitar las reacciones de degradación y especialmente el crecimiento de insectos y ácaros. Cabe recalcar que una buena temperatura máxima de almacenaje esta sobre los 18ªc

2.1.5. Cuando se debe secar.

Se recomienda cosechar los granos húmedos tan pronto como sea posible y después secarlos, con los subsiguientes objetivos: obtención de un mayor porcentaje de materia seca, menores pérdidas comprometidas al ataque de insectos depredadores, un mayor porcentaje de vigor y germinación, y un menor grado de contaminación e infestación de los productos en el campo (buena calidad para el almacenamiento) y otros más. En la mayoría de los países de América Latina, el contenido de humedad de los granos para un almacenamiento seguro comprende un nivel de 11 a 13 por ciento, base húmeda, para los principales tipos de granos. [10]

2.1.6. El para qué del secado mecánico.

Por temporadas, en el país se da la cosecha de maíz la cual es un modo básico de subsistencia de los comerciantes campesinos es una de las maneras de conseguir dinero del cultivo, en cuyo proceso entra el uso de máquinas agrícolas como es en la parte final la secadora de granos, esta es utilizada con la finalidad de obtener el menor grado de humedad en los granos de maíz con los que está permitido ser guardado para no obtener la propagación de hongos.

2.1.7. Cantidad de cosecha de un pequeño agricultor.

Además de variables productivas, se analiza características propias del agricultor maicero que tiene en promedio 48 años de edad y su cultivo de maíz en la época de verano de 2015 fue de un variable de 100qq por cada hectárea sembrada.

Los productores más longevos se encuentran en las provincias de Loja, Los Ríos y Manabí. Además, el cultivo de maíz duro seco se ha convertido en una tradición familiar puesto a que los agricultores declaran haber realizado esta actividad por dos generaciones. En Guayas y Santa Elena la tradición se ha mantenido por tres generaciones.

2.1.8. Valor de humedad actual con los que se acopia el maíz en verano

Los valores en la época de verano aceptable por el mercado o centros de acopio es de un 13 o 14 % de humedad, debido a que si una cosecha de maíz llegase a tener un alto grado de humedad tendería a dañarse y el precio en el mercado seria bajo, por lo que la mayoría de agricultores optan por realizarle un proceso de secado por maquinas a sus cosechas bajando la humedad y subiendo su costo en el mercado.

2.1.9. Secadora de Maíz.

En 1931 fue patentada la secadora de granos por su inventor Tulio Ospina y Cía. En la ciudad de Medellín. [20]

Las secadoras de maíz por aire caliente, consisten en forzar el paso del aire a través de la masa de granos usando para ello un abanico movido por un motor. Todo secador consta de tres partes que son: un abanico que genera corriente de aire; un recipiente donde se depositan los granos húmedos y un horno donde se calienta el aire para que vaya a secar los granos. Existen múltiples sistemas de secadoras mecánicas que se diferencian por la forma como el proceso de secado. [9]

Aquí Pueden establecerse tres **grupos de secadoras:**

1-Secaderos estáticos, en los que el grano permanece quieto en todo el proceso, aunque en los más perfeccionados se dispone de elementos que realizan su removido en el transcurso del secado. El aire caliente entra por la parte inferior de la capa de grano y sale por la superior arrastrando de manera progresiva su humedad. Esto trae como consecuencia diferencias de contenido de humedad entre las capas superior (más húmeda) e inferior (más seca) aun en el caso de trabajar sobre espesores reducidos (30 a 50 cm). El rendimiento térmico de las secadoras estático es bajo, del orden de 1500 a 2000 kcal/kg de agua evaporada.

2-Secaderos estáticos con recirculación de grano, con un sistema de recirculación del grano, lo cual lleva a un secado por lotes sucesivos.
Pueden ser:

-Móviles con recirculación por tornillo sin-fin, en los que el aire caliente que atraviesa el grano llega desde el generador a una cámara central de paredes perforadas, que rodea al tornillo sin-fin, en la que se distribuye por todo el volumen; el consumo específico de energía es de 900 a 1000 kcal/kg de agua evaporada y disponen de tolvas para 10 a 20 ton. De grano.

-De columna con recirculación mediante elevador de cangilones, estos son en los que el grano desciende por una columna central, siendo atravesada la masa de grano por el aire caliente que procede de canales situados en la propia masa. El grano de maíz realiza la mayor cantidad de recorridos como sean necesarios para su deshidratación, de lo cual se

encarga un transportador de cangilones que lo eleva desde la parte inferior hasta la parte superior de la secadora.

Con las secadoras de recirculación de grano se produce un aumento del 2 al 3 % de los granos partidos como consecuencia de los numerosos recorridos que tiene que realizar el grano hasta su completo secado.

3-Secaderos continuos

-De cascada, en los que se utiliza una superficie inclinada, sobre la que circula el grano ayudado por un transportador de travesaños, formada por láminas colocadas en persiana que dejan pasar el aire caliente. El espesor de la capa de grano es de 15 a 20 cm. Existen dos tipos de secaderos en cascada: los que realizan el secado con una sola pasada del grano y los de "doble flujo", especialmente apropiados para el secado de maíz, en los que el grano realiza un recorrido de ida y otro de vuelta sobre dos superficies inclinadas superpuestas. Esto mejora el rendimiento del secadero, ya que el aire alcanza mayor saturación.

-De celda, con silos cilíndricos, como los que se precisan para el almacenamiento del grano, con el fondo perforado por el que se difunde el aire caliente procedente de un generador con temperatura entre 40 y 80 ºC según la naturaleza del producto que se tiene que secar. El aire atraviesa la masa de grano que se encuentra en la celda, que no debe superar la altura de 2 metros, precisándose un caudal de 300 m^3/h y m^3 de grano almacenado. Cada cierto tiempo (tiempo calculado de secado de la capa inferior) se pone en marcha un tornillo sin-fin de fondo que extrae de la celda una capa de grano de unos 30 cm, que se considera suficientemente seca, a la vez que actúa el sistema de llenado para compensar el volumen de grano extraído. Puede ser utilizado posteriormente como celda de almacenamiento de grano.

Secaderos continuos verticales

En ellos el grano desciende por gravedad desde una tolva, que sirve además como zona de precalentamiento del grano, a través unas conducciones formadas por chapas dobladas y

dispuestas en persiana, que dejan pasar el aire caliente que realiza el secado y que obligan al grano a presentar todas sus caras para conseguir mayor uniformidad. El conjunto se automatiza controlando la velocidad de avance del grano en las conducciones. La parte inferior de las conducciones de grano se puede utilizar como zona de enfriamiento, o como zona de secado, si está previsto el enfriamiento lento diferido del mismo. Los elementos que componen el secadero son de fabricación modular, de manera que puede montarse en el lugar deseado adaptándose a las necesidades de la instalación. En algunos casos los canales por los que circula el grano son dobles, en cuyo caso el grano que circula más próximo a la entrada del aire caliente lo hace a mayor velocidad que en el otro lado del canal. [8]

2.1.10. Deshumidificación.

La Deshumidificación es una reducción de la humedad específica, o del agua, en el aire; en general para proporcionar una condición más confortable. El método físico más común para eliminar el agua del aire es enfriarlo, hasta el punto del rocío, y después seguir enfriando ese aire hasta haber alcanzado la humedad especifica adecuada. [21]

La deshumidificación se consigue calentando y ventilando. Este método es eficaz, pero consume mucha energía y exige una calefacción potente. El consumo de la energía en la deshumidificación por este procedimiento puede suponer el 15% del total empleado en calefacción al calentar el aire, este reduce su HR al subir la presión de vapor de saturación; al ventilar se evita que suba la temperatura y se evacua el vapor de agua en exceso, introduciendo aire fresco de poco contenido en humedad. [22]

La deshumidificación es el proceso de retirar el vapor de agua contenida en el aire, llamada también humedad. Existen diferentes procesos para remover la humedad del aire, estos son: Por enfriamiento, hasta alcanzar una temperatura por debajo del punto de rocío, por el incremento de la presión total, lo cual causa la condensación, y por último poner en contacto un desecante con el aire, con lo cual, la humedad del aire migra hacia el desecante, impulsado por la diferencia en las presiones de vapor entre el aire y el desecante.

En deshumidificadores:

- Deshumidificador por refrigeración o enfriamiento.
- Deshumidificador a base de Silica Gel o desecantes.

Deshumidificación por refrigeración o enfriamiento:

El aire puede deshumidificarse con sistemas de aire acondicionado convencionales de compresión de vapor. Estos enfrían al aire a una presión constante hasta una temperatura abajo de la temperatura del punto de rocío, ocurre que se condensa parte del vapor de agua presente en el aire. Este tipo de deshumidificación es el más utilizado en los equipos de aire acondicionado comercial y residencial. Para realizar este proceso el evaporador, del sistema de compresión de vapor, debe operar a una temperatura más baja que la que es requerida para extraer la carga de calor sensible de enfriamiento del espacio acondicionado, esto hace que el sistema tenga bajos coeficientes de operación (COP).

Además, algunas veces es necesario recalentar el aire para evitar un excesivo enfriamiento sensible del espacio acondicionado.

Tenemos equipos deshumidificadores a base de refrigeración de varias capacidades.

Deshumidificación a base de Silica gel o desecantes:

En el caso de la deshumidificación con desecantes no es un proceso de enfriamiento propiamente dicho, se considera que es opuesto a un enfriamiento evapórativo. Antes de describir el proceso es conveniente definir ciertos conceptos que permitan entender, sin confusiones, el proceso de deshumidificación por desecantes. [11]

2.1.11. Calidad.

La calidad la compone el conjunto de cualidades que simbolizan a una persona o cosa; es un juicio de valor subjetivo que cuenta cualidades intrínsecas de un elemento; aunque se suele expresar que es un concepto moderno, la persona siempre ha tenido un concepto

intuitivo de la calidad en razón de la exploración y el afán de perfeccionamiento como invariables del hombre a través de la historia.

Desde el significado inicial de calidad, como atributos de una cosa, producto o servicio, hasta el actual, aplicado a todas las actividades de una organización y, por tanto, a su gestión (por lo que se está llamando ¨total¨), se ha recorrido un largo camino que los teóricos investigan y concluyen bajo un suspenso.

Desde el inicio de la industria, la calidad se planteó como forma de medir las características del producto en relación con las funciones para las que fue fabricado; de esta forma evolucionaron su concepción y su definición y fue adoptada como punto central de un modelo de administración. [12, p. 15]

La calidad se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro, un cumplimiento de requisitos de calidad.
Calidad es un concepto subjetivo. La calidad está relacionada con las percepciones de cada individuo para comparar una cosa con cualquier otra de su misma especie, y diversos factores como la cultura, el producto o servicio, las necesidades y las expectativas influyen directamente en esta definición.

La calidad de los granos está relacionada con el uso final de los mismos. Las exigencias de calidad que demandan las distintas aplicaciones que pueden tener los granos son muy diferentes. No es lo mismo la calidad demandada de un grano de maíz destinado a semilla que uno reservado para forraje.

Es sabido que los granos reservados para ser empleados como semilla deben ser los de más alta calidad, entendiéndose en este caso su poder germinativo como el índice ideal de su medición. En una escala descendente se ubicarían los granos destinados a la molienda para alimentación humana, como puede ser la panificación y la producción de galletitas y fideos, así como elaboraciones especiales como la maltería y la preparación del arroz. En un escalón algo más bajo se encuentra algunas industrias procesadores, como la molienda seca y húmeda del maíz, la industria aceitera y otras. Y en una categoría inferior pueden encontrarse los granos para ser utilizados en la alimentación animal.

El deterioro de la calidad de los granos cuando son sometidos a secados severos ha sido una preocupación de todos los sectores interesados. El problema era serio porque se presentaban aspectos antinómicos, pues si se intentaba mantener una buena calidad se reducía la capacidad de producción de las secadoras y viceversa.

Origen y evolución de la gestión de calidad.

Las teorías se desarrollaron principalmente en los países más avanzados y con tecnología, como Estados Unidos y Japón, siendo este último donde se inició la implantación en las empresas de la calidad total, su cultura, técnicas y herramientas.

Hay diferentes corrientes y autores que aportan soluciones, ideas, métodos, mecanismos que enriquecen los principios de calidad en su aplicación a los diferentes tipos de organizaciones y situaciones cambiantes. Entre los autores sobre calidad que más destacan están Walter shewhart, Edwards Deming, Joseph Juran, Kaoru Ishikawa y Philip Crosby. [12, p. 16]

La Inspección de la calidad.

A partir de la revolución industrial y hasta el manejo de la administración científica se desarrolla la inspección de la calidad como forma de medir la calidad, se define como ¨el conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar los requisitos relativos a la calidad del producto o servicio¨, siendo la calidad el grado en que un producto cumplía con las especificaciones técnicas que se habían establecidos desde su diseño. [12, p. 17]

El aseguramiento de calidad.

El paso a esta nueva etapa se produce cuan do se admite que el control estadístico de la calidad también tiene implicaciones en la administración de la empresa y no exclusivamente en el departamento de producción. Los nuevos sistemas de calidad, además

del control de la fabricación, incluyen el desarrollo de nuevos productos o servicios al usuario.

Aunque el control estadístico del proceso siguió siendo una forma de prevenir defectos, a partir de la década de 1950 aparecieron nuevos elementos que dieron un giro al control de la calidad: los costos de la calidad, el control total de la calidad, la ingeniería de la fiabilidad y cero defectos, todos ellos son parte de la visión del usuario hacia el producto. [12, p. 18]

La especialidad con que se trataba la calidad en el control estadístico ya no era suficiente, las mejorías de la calidad no podrían tener lugar sin el compromiso de todos los departamentos, incluidos los proveedores internos, externos, y con la mira siempre hacia el usuario.

La organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) afirma que el aseguramiento de la calidad está formado por el conjunto de acciones planificadas y sistematizadas, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio va a satisfacer los requisitos dados sobre la calidad. [12]

2.1.12. Diseño.

El diseño industrial es la creación de cosas, es la producción, desarrollo y manufactura de objetos, procesos y servicios donde una idea se hace realidad. El diseño industrial busca crear o mejorar objetos haciéndolos más funcionales y atractivos usando nuevas tecnologías y materiales.

También está ligada a la creación, desarrollo y humanización de los productos industriales, que como arte aplicada busca resolver las relaciones formales-funcionales de los objetos susceptibles de ser producidos industrialmente (producción en serie), mediante una expresión creativa y progresista que considera la función, estética y los materiales. [13]

Por diseño industrial se entiende toda actividad que tiende a transformar en un producto industrial de posible fabricación las ideas para la satisfacción de determinadas necesidades de un grupo. [14]

El diseño es una actividad creativa cuyo propósito es establecer las cualidades multifacéticas de objetos, servicios en su ciclo completo de vida. Por lo tanto, el Diseño es el factor principal de la humanización innovadora de las tecnologías y el factor crítico del intercambio cultural y económico. [23]

Se dice además que es una actividad humana autoexhortativa, una actividad abstracta que envuelve el programar, proyectar, coordinar una extensa lista de componentes materiales y humanos, traducir lo invisible en visible, en definitiva, comunicar. Incluye juicios de valor, aplicaciones de conocimientos, adquisición de nuevos conocimientos, uso de visiones educadas y toma de decisiones. [23]

2.1.13. Implementación.

Una implementación es la instalación de una aplicación informática o mecánica para la realización o la ejecución de un plan, idea, modelo científico, diseño, especificación, estándar, algoritmo o política.

Distíngase siempre el término implementación de implantación, puesto que una implantación se realiza de forma impuesta u obligatoria al usuario sin importar su opinión; en cambio en la implementación se involucra al usuario en el desarrollo de lo que se está realizando.

La implementación es poner en funcionamiento algo novedoso que nos permita mejorar la calidad de trabajo y forma de hacerlo, aplicando los métodos y medidas necesarias para realizar algo con respectivo orden.

2.1.14. Soldadura.

La soldadura es un proceso de fusión de metales por la acción del calor, con o sin aportación de material metálico nuevo, dando persistencia a los elementos unidos.

Es obligatorio suministrar calor hasta que el material de aportación funda y una de las dos superficies, o bien lo haga el propio metal de las piezas. Para que el metal de participación pueda ejecutar correctamente la soldadura es necesario que derrita un poco a los metales que va a unir, lo cual se verificara constantemente que las fuerzas de adherencia entre el metal de aportación y las piezas que se van a soldar sean mayores que las fuerzas de conexión entre los átomos del material añadido.

El material de contribución y las consecuencias procedentes del suministro de calor pueden afectar a las propiedades de la pieza soldada. Debe en lo más posible evitarse porosidades y grietas añadiendo elementos de fusión al metal de aportación, e inmovilizando firmemente las piezas que se quieren soldar para no provocar deformaciones. [15]

La soldadura por arco con electrodos revestidos es ampliamente utilizada en la fabricación de numerosos productos, desde grandes fabricaciones como barcos, locomotoras, automóviles o grandes depósitos, a pequeños instrumentos de uso doméstico. En la actualidad las instalaciones de soldadura por arco permiten la unión de toda gama de espesores, desde los más finos hasta los más gruesos, en todo tipo de metales.

El procedimiento de soldadura por arco con electrodos revestidos, no solo simplifica la fabricación y mantenimiento de bienes y equipos, si no que permite, al soldador experto, realizar rápida y fácilmente las operaciones de soldadura.

Se nombra Soldadura al proceso en el cual se realiza la unión de dos materiales, generalmente metales o termoplásticos, usualmente obtenido a través de fusión, en la cual los elementos son soldados derritiendo ambos y agregando un material de relleno derretido (metal o plástico). Éste, al enfriarse, se convierte en un empalme fuerte.

La soldadura puede ser hecha en diferentes ámbitos: al aire libre, bajo el agua y en el espacio.

Existen aproximadamente cuarenta tipos distintos de soldaduras.

Soldadura Autógena.
Soldadura por Arco Eléctrico. [24]

Elección del electrodo

Al momento de soldar nos encontramos con gran cantidad de tipos y tamaños de electrodos y si la elección no es correcta, habrá grandes dificultades para realizar un buen trabajo de soldadura.

En general, todos los electrodos los podemos encuadrar en cinco grandes familias; electrodos para acero ordinarios, para aceros de alto contenido en carbono, para aceros especiales y aleados, para fundición de hierro y para metales no férreos. La mayor aplicación de la soldadura por arco con electrodos revestidos, la encontramos en el soldeo de aceros ordinarios, por lo que los electrodos más utilizados son los pertenecientes a este grupo.

2.1.15. Motor eléctrico.

Se tiene la impresión de que cuando se habla de motores eléctricos, se está haciendo referencia a grandes motores empleados principalmente en la industria, entonces, de acuerdo al conocimiento que se tiene de ellos por el tipo de corriente con la que operan, se piensa que la mayoría de estos consumen corriente alterna.

Si se consideran las múltiples aplicaciones que tienen los motores eléctricos, tanto en el hogar, como en la oficina y en distintas áreas de la industria, se encontrara que los motores de corriente directa se utilizan, con pequeñas potencias, en gran variedad de casos, por ejemplo en: juguetes, aparatos del hogar (licuadoras, batidoras, cuchillos eléctricos, extractores, etc.); equipos de oficina y computo (máquinas de escribir, impresoras tipo

laser, drives de computadoras personales, sacapuntas eléctricos, fotocopiadoras, proyectores de imagen, etc.). En robótica, se encuentra también un número importante de aplicaciones. Otros usos, se tienen en medicina y equipos dentales. [16]

Esto hace que el concepto de grandes motores este cambiando, debido al continuo crecimiento en la producción de pequeños motores.

El motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables, los motores eléctricos se componen en dos partes una fija llamada estator y una móvil llamada rotor.

Estos funcionan generalmente bajo los principios de magnetismo, además existen de diferentes tipos, que serían de Corriente Directa, de Corriente Alterna y los Motores Universales y según el número de fases en Monofásicos, Bifásicos y Trifásicos, siendo este último el más utilizado a nivel industrial.

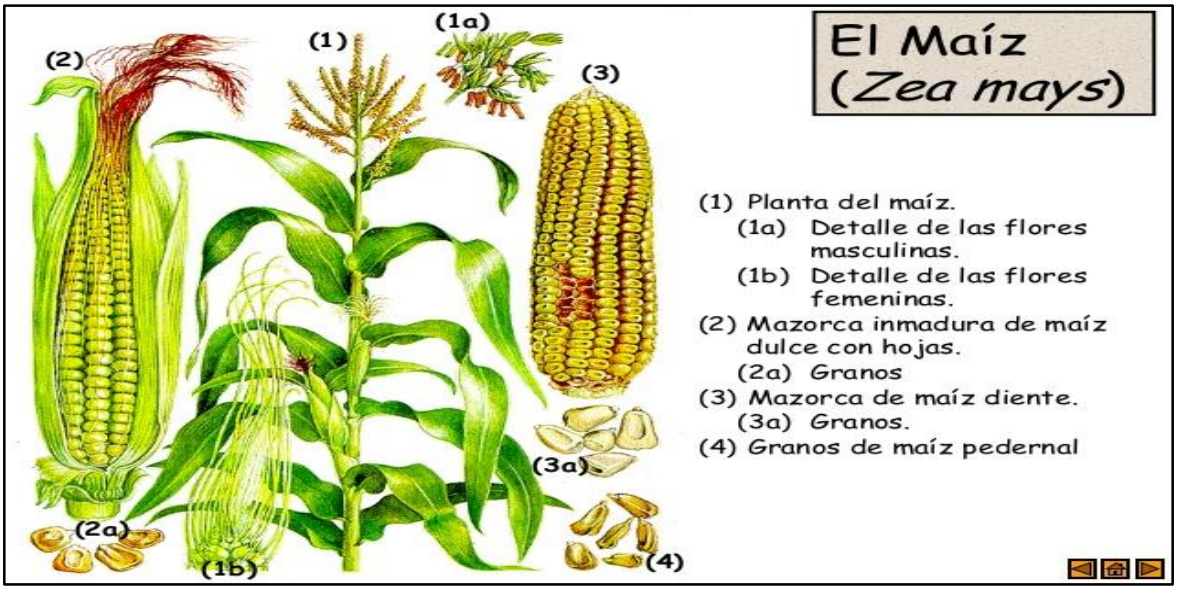
Los motores eléctricos se hallan formados por varios elementos, los cuales son definidos en el contenido de la presente investigación, sin embargo, las partes principales son: el estator, la carcasa, la base, el rotor, la caja de conexiones, las tapas y los cojinetes. No obstante, un motor puede funcionar solo con el estator y el rotor.

Por otra parte se explica las principales conexiones con las que es posible la alimentación de los motores eléctricos, detallando cada una de ellas, las ventajas que suelen proporcionarle, entre otras. También se hace hincapié en un tema muy importante para la conservación de los motores eléctricos, como lo es el mantenimiento preventivo de los mismos, donde se indaga a el alargamiento de la vida útil del motor y disminuir pérdidas y deformaciones del mismo, finalizando la investigación con una serie de recomendaciones para la instalación y mantenimiento de los motores eléctricos. [25]

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Morfología de la planta de maíz

Figura 1. Morfología de la planta de maíz



Fuente: Widchel kernizan Baptichon

El maíz, Zea mays es una de las plantas gramíneas de mayor tamaño. Las plantas adultas son muchas veces más altas que los seres humanos. En América Central alcanza los 20 pies (6metros) de altura, y las mazorcas pueden llegar a medir más de un pie (30 centímetros) de largo. [26]

Para realizar el secado del maíz, el exceso de humedad debe ser eliminado. Si se calienta la semilla con un alto contenido de humedad, los mohos empiezan a crecer y la germinación de reduce rápida y permanentemente. Las mazorcas pueden ser pre secadas naturalmente (con el aire en condiciones ambientales) o artificialmente (en secadores con tanda con aire calentado). [19]

Tabla 2. Temperatura máxima que no debe sobrepasar el grano para mantener su calidad.

GRANO	USO FINAL	TEMP MAX. (ºC)
Maíz	Molienda seca y semilla	38 a 43
	Molienda húmeda	55 a 60
	Consumo animal	71 a 82

Fuente: PRECOP más granos con calidad Nº16

Cultivos del maíz

Durante los últimos doce años, el maíz ha sido uno de los principales cultivos en el país en términos de tanto de hectareaje como de producción, ubicándose como el tercer producto con mayor superficie cosechada, representando entre el 13% y el 15% de la superficie total nacional, y el quinto producto con mayor producción, representando entre el 3% y el 7% de la producción nacional según el INEC DEL 2014. [27]

Es considerado un cultivo de alto potencial económico y de seguridad alimentaria, debido a su uso en la alimentación humano y en la elaboración de balanceados para la industria pecuaria a causa del incremento de la población y de la industria aviar, porcina y ganadera el consumo de maíz duro seco creció en 60% entre el periodo 2002-2011. [27]

2.2.2. Secado.

El secado es un proceso de gran importancia en la cadena de producción de alimentos, ya que el contenido de humedad es, sin duda, la característica más importante para determinar si el grano corre el riesgo de deteriorarse durante el almacenamiento. El secado se realiza para inhibir la germinación de las semillas, reducir el contenido de humedad de los granos hasta un nivel que impida el crecimiento de los hongos, y evitar las reacciones de deterioración. Una definición clara y completa de lo que es el secado puede ser la siguiente: "es el método universal de acondicionar los granos por medio de la eliminación del agua hasta un nivel que permita su equilibrio con el aire ambiente, de tal forma que

preserve su aspecto, sus características de alimentos, su calidad nutritiva y la viabilidad de la semilla".

Con los métodos tradicionales de producción de granos de los pequeños agricultores se producen considerables pérdidas antes y durante el almacenamiento. Una de las principales fuentes de pérdidas es la falta de un secado adecuado, ya que la mayoría los agricultores deja secar sus productos en el campo, expuestos a la intemperie y sujetos al ataque de insectos. A pesar de las pérdidas, los pequeños agricultores continúan empleando este método por su bajo costo y también debido al desconocimiento de otras técnicas.

2.2.3. Humedad.

La humedad es un elemento del clima, al igual que la temperatura y la presión atmosférica, y se define como la cantidad de vapor de agua contenida en la atmósfera. La rama de las Ciencias físicas que tiene por objeto estudiar la proporción de humedad en la atmósfera es la Higrometría, y el aparato que mide la humedad se llama higrómetro.

Puede considerase la humedad como absoluta o relativa. La absoluta, que se expresa en gramos por metro cúbico de aire, es la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera; y la relativa es una proporción entre la que realmente tiene el aire, y la total que podría contener para que se saturara a igual temperatura. La humedad absoluta es directamente proporcional a la temperatura, cuanto más calor, más humedad. En cambio, la humedad relativa es inversamente proporcional a la temperatura en las capas atmosféricas bajas. Con una humedad relativa de 100 % o cercana a ese valor, es muy incómodo vivir, y se siente que falta el aire.

Tipos de humedad:

Humedad Absoluta: es la masa total de agua existente en el aire por unidad de volumen, y se expresa en gramos por metro cúbico de aire. La humedad atmosférica terrestre presenta grandes fluctuaciones temporales y espaciales.

Humedad Específica: se mide la masa de agua que se encuentra en estado gaseoso en un kilogramo de aire húmedo, y se expresa en gramos por kilogramo de aire.

Humedad Relativa: es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que existe en la atmósfera y la máxima que podría contener a idéntica temperatura; es decir, es el cociente en la humedad absoluta y la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen.

2.2.4. Calidad.

La calidad es la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes. [28]
Por lo cual el termino calidad recoge las tres vertientes de influencia para la creación de un bien o a la prestación de un servicio; la satisfacción de las expectativas del cliente, que el producto creado o el servicio prestado cumplan fielmente la finalidad para la que fueron creados. [28]

2.2.5. Diseño.

El diseño se define como el proceso previo de ordenación mental, "prefiguración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la industria, ingeniería, arquitectura, comunicación y otras disciplinas creativas.

Diseñar requiere principalmente consideraciones funcionales, estéticas y simbólicas. El proceso necesita numerosas fases como: observación, investigación, análisis, testado, ajustes, modelados (físicos o virtuales mediante programas de diseño informáticos en dos o tres dimensiones), adaptaciones previas a la producción definitiva del objeto industrial, construcción de obras ingeniería en espacios exteriores o interiores arquitectura, diseño de interiores, o elementos visuales de comunicación a difundir, transmitir e imprimir sean: diseño gráfico o comunicación visual, diseño de información, tipografía. Además abarca varias disciplinas y oficios conexos, dependiendo del objeto a diseñar y de la participación en el proceso de una o varias personas.

2.2.6. Soldadura.

Es un proceso de unión que produce la coalescencia de materiales calentándolos a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión o mediante la aplicación de presión y en veces sola con o sin el uso de metales de aportación.

En el lenguaje menos técnico, una soldadura se produce cuando las piezas separadas de material que se van a unir se combinan y forman una pieza al ser calentadas a una temperatura lo suficientemente alta como para causar ablandamiento o fusión y fluyen juntas. [29]

2.2.7. Motor eléctrico.

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

Aplicaciones

LAS PRINCIPALES APLICACIONES DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA SON:

- Trenes de laminación reversibles. Los motores deben de soportar una alta carga. Normalmente se utilizan varios motores que se acoplan en grupos de dos o tres.
- Trenes Konti. Son trenes de laminación en caliente con varios bastidores. En cada uno se va reduciendo más la sección y la velocidad es cada vez mayor.

- Cizallas en trenes de laminación en caliente. Se utilizan motores en derivación.
- Industria del papel. Además de una multitud de máquinas que trabajan a velocidad constante y por lo tanto se equipan con motores de corriente continua, existen accionamientos que exigen par constante en un amplio margen de velocidades.
- Otras aplicaciones son las máquinas herramientas, máquinas extractoras, elevadores, ferrocarriles.
- Los motores desmontables para papeleras, trefiladoras, control de tensión en máquinas bobinadoras, velocidad constante de corte en tornos grandes
- El motor de corriente continua se usa en grúas que requieran precisión de movimiento con carga variable (cosa casi imposible de conseguir con motores de corriente alterna). [30]

2.3. Marco legal.

2.3.1. En la Constitución de la República

Art. 281 de la Constitución de la República establece que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades dispongan de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente;

Art. 133, numeral 2o. de la Constitución de la República, establece que las leyes orgánicas son las que regulan el ejercicio de los derechos y garantías constitucionales y que, en concordancia, el Art. 13 de la Constitución consagra que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos, para lo cual el Estado promoverá la soberanía alimentaria;

Art. 400 de la Constitución de la República reconoce el valor intrínseco de la agrobiodiversidad y por consiguiente, dispone que se debe precautelar su papel esencial en la soberanía alimentaria; Que, el derecho a la alimentación está reconocido en la Constitución y en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, así como en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, la Carta

Interamericana de Derechos Humanos y el Protocolo de San Salvador sobre Derechos Económicos Sociales y Culturales, de los que Ecuador es parte;

2.3.2. Leyes del Buen Vivir

PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR

Principios Generales

Art. 2.- Carácter y ámbito de aplicación.- Las disposiciones de esta Ley son de orden público, interés social y carácter integral e intersectorial. Regularán el ejercicio de los derechos del buen vivir -sumak kawsay- concernientes a la soberanía alimentaria, en sus múltiples dimensiones. Su ámbito comprende los factores de la producción agroalimentaria; la agrobiodiversidad y semillas; la investigación y diálogo de saberes; la producción, transformación, conservación, almacenamiento, intercambio, comercialización y consumo; así como la sanidad, calidad, inocuidad y nutrición; la participación social; el ordenamiento territorial; la frontera agrícola; los recursos hídricos; el desarrollo rural y agroalimentario; la agroindustria, empleo rural y agrícola; las formas asociativas y comunitarias de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, las formas de financiamiento; y, aquéllas que defina el régimen de soberanía alimentaria.

Las normas y políticas que emanen de esta Ley garantizarán el respeto irrestricto a los derechos de la naturaleza y el manejo de los recursos naturales, en concordancia con los principios de sostenibilidad ambiental y las buenas prácticas de producción.

Acceso a los factores de producción alimentaria
Acceso al agua y a la tierra

Art. 5.- Acceso al Agua.- El Acceso y uso del agua como factor de productividad se regirá por lo dispuesto en la Ley que trate los recursos hídricos, su uso y aprovechamiento, y en los respectivos reglamentos y normas técnicas.

El uso del agua para riego, abrevadero de animales, acuacultura u otras actividades de la producción de alimentos, se asignará de acuerdo con la prioridad prevista en la norma constitucional, en las condiciones y con las responsabilidades que se establezcan en la referida ley.

Art. 6.- Acceso a la tierra.- El uso y acceso a la tierra deberá cumplir con la función social y ambiental.

La función social de la tierra implica la generación de empleo, la redistribución equitativa de ingresos, la utilización productiva y sustentable de la tierra. La función ambiental de la tierra implica que ésta procure la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas; que permita la conservación y manejo integral de cuencas hidrográficas, áreas forestales, bosques, ecosistemas frágiles como humedales, páramos y manglares, que respete los derechos de la naturaleza y del buen vivir; y que contribuya al mantenimiento del entorno y del paisaje.

2.3.3. Leyes de Alimentación

LEY ORGANICA DEL REGIMEN DE LA SOBERANIA ALIMENTARIA

Art 1 Finalidad.- Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente. [31]

Protección de la agrobiodiversidad

Art. 7.- Protección de la agrobiodiversidad.- El Estado así como las personas y las colectividades protegerán, conservarán los ecosistemas y promoverán la recuperación, uso, conservación y desarrollo de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella. Las leyes que regulen el desarrollo agropecuario y la agrobiodiversidad crearán las medidas legales e institucionales necesarias para asegurar la agrobiodiversidad, mediante la asociatividad de cultivos, la investigación y sostenimiento de especies, la

creación de bancos de semillas y plantas y otras medidas similares así como el apoyo mediante incentivos financieros a quienes promuevan y protejan la agrobiodiversidad.

Art. 8.- Semillas.- El Estado así como las personas y las colectividades promoverán y protegerán el uso, conservación, calificación e intercambio libre de toda semilla nativa. Las actividades de producción, certificación, procesamiento y comercialización de semillas para el fomento de la agrobiodiversidad se regularán en la ley correspondiente. El germoplasma, las semillas, plantas nativas y los conocimientos ancestrales asociados a éstas constituyen patrimonio del pueblo ecuatoriano, consecuentemente no serán objeto de apropiación bajo la forma de patentes u otras modalidades de propiedad intelectual, de conformidad con el Art. 402 de la Constitución de la República. [32]

Sanidad e inocuidad alimentaria

Art. 24.- Finalidad de la sanidad.- La sanidad e inocuidad alimentarias tienen por objeto promover una adecuada nutrición y protección de la salud de las personas; y prevenir, eliminar o reducir la incidencia de enfermedades que se puedan causar o agravar por el consumo de alimentos contaminados.

Art. 26.- Regulación de la biotecnología y sus productos.- Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente y solo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrá introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales. [32]

Consumo y nutrición

Art. 27.- Incentivo al consumo de alimentos nutritivos.- Con el fin de disminuir y erradicar la desnutrición y malnutrición, el Estado incentivará el consumo de alimentos nutritivos preferentemente de origen agroecológico y orgánico, mediante el apoyo a su comercialización, la realización de programas de promoción y educación nutricional para

el consumo sano, la identificación y el etiquetado de los contenidos nutricionales de los alimentos, y la coordinación de las políticas públicas.

2.3.4. Leyes de Calidad

LEY DEL SISTEMA ECUATORIANO DE LA CALIDAD

Objetivo y ámbito de aplicación

Art. 1.- Esta Ley tiene como objetivo establecer el marco jurídico del sistema ecuatoriano de la calidad, destinado a: i) regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en ésta materia; ii) garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana.

Art. 3.- Declárase política de Estado la demostración y la promoción de la calidad, en los ámbitos público y privado, como un factor fundamental y prioritario de la productividad, competitividad y del desarrollo nacional.

Art. 6.- Para los efectos de la presente Ley, se reconocen las definiciones que constan en las normas INEN ISO 17000, la Guía INEN ISO/IEC 2, el Vocabulario Internacional de Metrología VIM; y, las definiciones que constan en el Acuerdo de Barreras Técnicas al Comercio - OTC de la Organización Mundial de Comercio - OMC. [31]

Del Sistema Ecuatoriano de la Calidad
De la organización y funcionamiento del sistema ecuatoriano de la calidad

Art. 7.- El sistema ecuatoriano de la calidad es el conjunto de procesos, procedimientos e instituciones públicas responsables de la ejecución de los principios y mecanismos de la

calidad y la evaluación de la conformidad. El sistema ecuatoriano de la calidad es de carácter técnico y está sujeto a los principios de equidad o trato nacional, equivalencia, participación, excelencia e información. Nota: Inciso primero reformado por Ley No. 00, publicada en Registro Oficial Suplemento 351 de 29 de diciembre del 2010.

Art. 8.- El sistema ecuatoriano de la calidad se encuentra estructurado por: a) Comité Interministerial de la Calidad; b) El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN; c) El Organismo de Acreditación Ecuatoriano, OAE; y, d) Las entidades e instituciones públicas que en función de sus competencias, tienen la capacidad de expedir normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad. e) Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO). El Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), será la institución rectora del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. Nota: Artículo reformado por Ley No. 00, publicada en Registro Oficial Suplemento 351 de 29 de diciembre del 2010. [32]

CAPÍTULO III
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

El desarrollo de la investigación se situó en el cantón Mocache que es uno de los mayores centros económicos y comerciales de la provincia de Los Ríos, entregando divisas de la exportación de sus productos agrícolas, entre los principales el maíz. Este cantón es correspondiente a la zona 5 que abarca las provincia de Bolívar, Santa Elena, Guayas, Los Ríos y Galápagos, (excepto los cantones Guayaquil, Duran y Samborondon) que corresponde al 12% del territorio ecuatoriano [32]

3.2 Información geográfica del cantón Mocache.

Fuente: Google maps _Mocache

Latitud: -1.18333

Longitud: -79.5

UFI: -930887

UNI: -1376968

UTM: PU66 NORTE 9852580/9871000 y ESTE 639070/666900

3.3 Tipo de investigación

3.3.1 Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva permitió relatar, examinar las características y ver la realidad en cuanto a la ejecución de nuevas tecnologías y diseños industriales realizados en este proyecto.

3.3.2 Investigación Explorativa.

Se realizó este tipo de investigación ya que no se encontró estudios previos sobre el proyecto, para poder dar a conocer las falencias que la máquina de secado había adquirido, por su poco uso y mantenimiento ya que se la encontró en un proceso de deterioro constante.

3.3.3 Investigación Diagnostica.

Con este tipo de investigación se pudo llegar a las conclusiones del proyecto dándonos cuenta de los parámetros que influían en la calidad de secado de maíz y así poder notar los problemas más relevantes de la máquina.

3.4 Métodos de investigación.

3.4.1 Método analítico-sintético:

Este método se utilizó en el momento de examinar la información mediante las citas bibliográficas, y resultados de las pruebas mecánicas de la máquina.

3.4.2 Método de observación:

Permite reunir información visual sobre los cambios de características del grano de maiz, que pueden haber concurrido durante el proceso de implementación y el de secado.

3.4.3 Método analítico:

Como requerimiento para desarrollar este proyecto se lleva el producto final a realizar los respectivos análisis físico-químicos de los granos de maíz.

3.4.4 Método bibliográfico:

En el progreso del proyecto de investigación se utilizó el método bibliográfico para la obtención de diferentes fuentes bibliográficas que permitió resumir el problema con cifras reales y centralizar el objeto estudio de acuerdo a la problemática trazada.

3.5 Fuentes de recopilación de información

Fuentes primarias: La observación continua.
Fuentes secundarias: Revistas, documentos, libros y artículos web.

3.6 Diseño de la investigación.

3.6.1 No experimentales.

Este método se utilizó al momento de observar y analizar el objeto de estudio y al manipular tentativamente las variables proporcionadas al tema de investigación ya que las variables no pueden ser considerablemente manipuladas y por ende sus efectos.

3.7 Instrumentos de investigación.

Se ejecutaron procedimientos experimentales para poder establecer los parámetros que se utilizaron posteriormente en la construcción de la máquina, para esto se manejaron los siguientes instrumentos.

- Medidor de humedad para granos.
- Medidor de humedad universal.

3.7.1 Observación

Se empleó para la recopilación de datos en la investigación de campo durante el desarrollo del trabajo investigativo, permitiendo conocer el procedimiento agrícola y las condiciones ambientales en la zona donde se desarrolló la investigación.

3.7.2 Análisis de documentos

Se empleó para sintetizar, analizar y evaluar información proporcionada por investigaciones realizadas dentro del campo del objeto de estudio, conceptualizando las variables estudiadas y dotando información necesaria para el desarrollo del proyecto.

3.8 Recursos humanos y materiales

3.8.1 Recursos humanos.

Tlgo. Agrónomo

Ing. Mecánico

Ing. Industrial

Tec. Industrial

3.8.2 Recursos materiales.

Para el impulso de este trabajo investigativo se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- ✓ Computadoras
- ✓ Libros
- ✓ Redes de internet

- ✓ Celulares
- ✓ CD´s ROM
- ✓ Pendrives
- ✓ Impresoras
- ✓ Hojas A4 en blanco
- ✓ Anillados/empastados
- ✓ Calculadoras

3.8.3 Listado de elementos normalizados.

- ✓ Motoreductor 2HP, 60HZ
- ✓ Poleas SPB, de 2 canales, de 101,6 mm
- ✓ Piñón de 11 dientes
- ✓ Chumaceras KDF-UFC 213-40
- ✓ Pulsador on/off
- ✓ Pernos de acero de AAA
- ✓ Pernos de acero de MEDIDAS
- ✓ Eje de acero frio de diámetro de 63,5mm y largo 1350mm

3.8.4 Máquinas y equipos.

- ✓ Fresadora
- ✓ Compresor
- ✓ Taladro
- ✓ Equipo de pintura
- ✓ Soldadora eléctrica
- ✓ Torno
- ✓ Esmeril
- ✓ Pulidora
- ✓ Tronzadora
- ✓ Plasma de corte

3.8.5 Herramientas

- ✓ Brocas
- ✓ Útiles para tornear
- ✓ Martillo
- ✓ Limas
- ✓ Llaves
- ✓ Rayador
- ✓ Cierra de arco
- ✓ Soplete de pintar

3.8.6 Instrumentos de medición y verificación

- ✓ Calibrador pie de rey
- ✓ Nivel
- ✓ Flexometro
- ✓ Escuadra

3.8.7 Elementos de construir

- ✓ Soporte de cremallera
- ✓ Cercha superior
- ✓ Cerchas laterales
- ✓ Removedores
- ✓ Base para eje
- ✓ Base para motor

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

Los siguientes datos fueron recopilados de la máquina antes de la implementación de las paletas rotatorias en la maquina secadora.

4.1.1 Parámetros que influyen en la calidad del grano de maíz.

4.1.1.1. La humedad.

La humedad es parte de las características fisicoquímicas del grano, que en su mayoría es cosechado con 18% debido a esta alta cantidad de humedad contenida es necesario aplicar la función del secado siendo esta función natural o mecánica.
La determinación de la humedad se realiza mediante los siguientes métodos:

Métodos Directos.- Miden directamente el contenido de agua en los granos, siendo los principales, los métodos de estufa, destilación y los rayos infrarrojos.

Métodos Indirectos.- Miden el contenido de agua basándose en algunas propiedades físicas de los granos.

Para obtener una correcta determinación debe de tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Efectuarlo inmediatamente después de haber homogenizado y divido la muestra para evitar, en lo posible, la modificación del contenido de humedad del grano.
- Realizarlo sobre las muestras completas, sin eliminar impurezas y materias extrañas a menos que se reciban otras instrucciones.
- Pesar la cantidad de muestra exacta de acuerdo a las especificaciones del aparato, a la variedad y a la clase de grano.

4.1.1.2. Limpieza.

Realizar las operaciones de limpieza y clasificación de granos y semillas. Como equipo auxiliar se utilizan los necesarios para la recepción del grano y para la toma de muestras (determinación de la humedad y porcentaje de impurezas).

La limpieza se basa en la utilización de ventiladores que generan una corriente de aire, interviniendo en el proceso el tamaño y la densidad de los granos y de las impurezas que los acompañan.

Es posible identificar visualmente algunos parámetros que pueden reflejar la limpieza de los granos, se debe percibir principalmente las siguientes características:

- ✓ Pajillas
- ✓ Piedrecillas
- ✓ Materiales metálicos
- ✓ Excrementos
- ✓ Insectos

4.1.1.3. Cantidad de granos rotos.

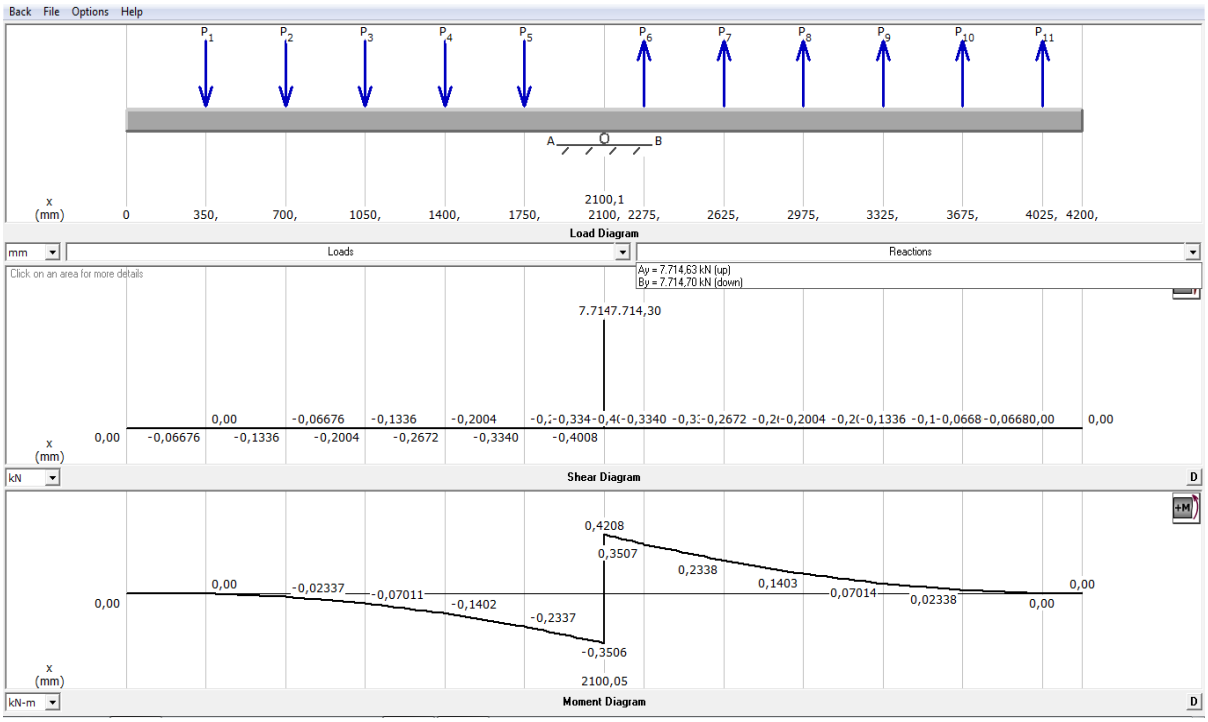
En referencia a la calidad de los granos, se puede observar que con la implementación de las paletas rotatorias no afecta ni daña los granos esto al contrario nos da una completa uniformidad de secado en los granos, los cuales se pueden percibir a tiempo de evaluar el rendimiento en la cocción, granos enteros tienen una mejor cocción.

- Grano quebrado.- Es el grano de maíz que por efecto de la manipulación, golpeteo o cualquier otra situación mecánica se ha roto y presenta menos de un 50% de su volumen.
- Grano estrellado.- Es el grano de maíz que presenta fisuras en la parte interna (endospermo y germen del grano), como producto de las tensiones mecánicas a las que es sometido el grano durante su secado o por golpeteo durante su manipulación.

4.1.2 Dimensiones de las paletas rotatorias

4.1.2.1 Cálculos del plano (x-z) con 11 paletas removedores.

Figura 2: Cálculo con 11 paletas.



Calculo del momento total:

M (x-y): 4,42kn/m

M (x-z): 0,4208kn/m

Ecuación 01

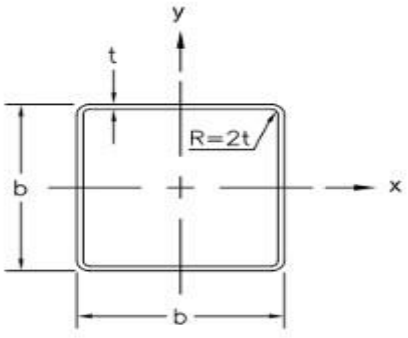
$$Mt= \sqrt{(x-y)^2+(x-z)^2}$$

$$Mt= \sqrt{(4{,}42)^2+(0{,}4208)^2}$$

$$Mt= \sqrt{19{,}713}$$

$$Mt= 4{,}439 \text{ Kn/m}$$

Calculo del momento inercial.



Ecuación 02

$$I = \frac{a^4 - b^4}{12}$$

$$I= \frac{(75mm)^4-(69mm)^4}{12}$$

$$I= 747792\ mm^4$$

Esfuerzo flexionante.

Dónde:

Mt= 4,439kn/mm

C= 37,5mm diámetro del material sobre 2

I= momento inercial. Ecuación 03

$$б = \frac{Mt * c}{I}$$

$$б = \frac{4439Kn`mm * 37,5mm}{747792mm^4}$$

$$б = 0,222Kn/mm^2$$

$$б = 222MPa$$

Factor de seguridad.

El factor de seguridad se determina haciendo una relación entre las condiciones máximas de servicio y del real esperado. Determinado mediante la siguiente ecuación.

$$F_S = \frac{ASTM}{Б}$$ Ecuación 04

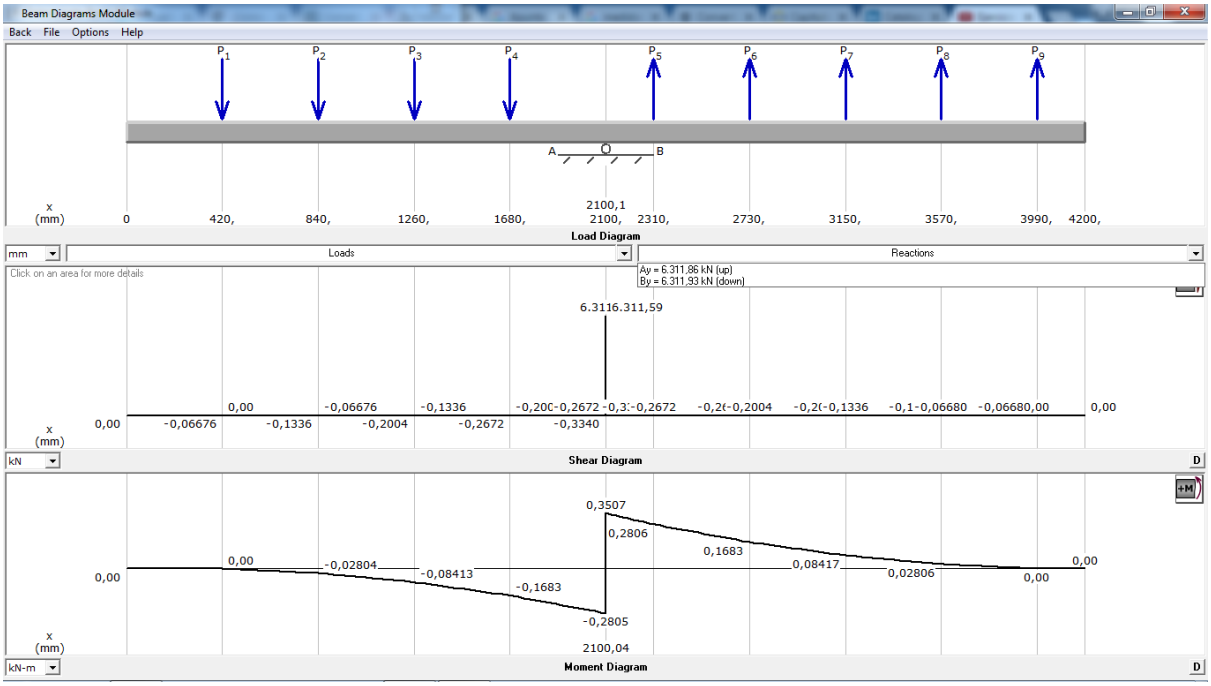
$$F_S = \frac{345}{222}$$

$$F_S = 1,55$$

En la fórmula aplicada el resultado dice que si el factor de seguridad es mayor que 1 esto muestra que el material a utilizar el viable con su respectiva estructura.

4.1.2.2 Cálculos del plano (x-z) con 9 paletas removedores.

Figura 3: Cálculo con 9 paletas.



Calculo del momento total:

M (x-y): 4,42kn/m

M (x-z): 0,3507kn/m

Ecuación 01

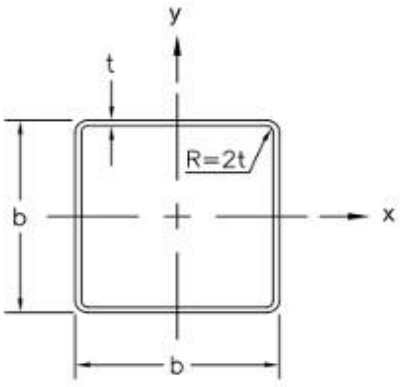
$$Mt=\sqrt{(x-y)^2+(x-z)^2}$$

$$Mt=\sqrt{(4{,}42)^2+(0{,}3507)^2}$$

$$Mt=\sqrt{19{,}659}$$

$$Mt=4{,}433\ Kn/m$$

Calculo del momento inercial.



Ecuación 02

$$I=\frac{a^4-b^4}{12}$$

$$I=\frac{(75mm)^4-(69mm)^4}{12}$$

$$I=747792\ mm^4$$

Esfuerzo flexionante.

Dónde:

Mt= 4,439kn/mm

C= 37,5mm diámetro del material sobre 2

I= momento inercial. Ecuación 03

$$б = \frac{Mt * c}{I}$$

$$б = \frac{4433Kn`mm * 37{,}5mm}{747792mm^4}$$

$$б = 0{,}222Kn/mm^2$$

$$б = 222\text{MPa}$$

Factor de seguridad.

El factor de seguridad se determina haciendo una relación entre las condiciones máximas de servicio y del real esperado. Determinado mediante la siguiente ecuación.

$$F_S = \frac{ASTM}{Б}$$ Ecuación 04

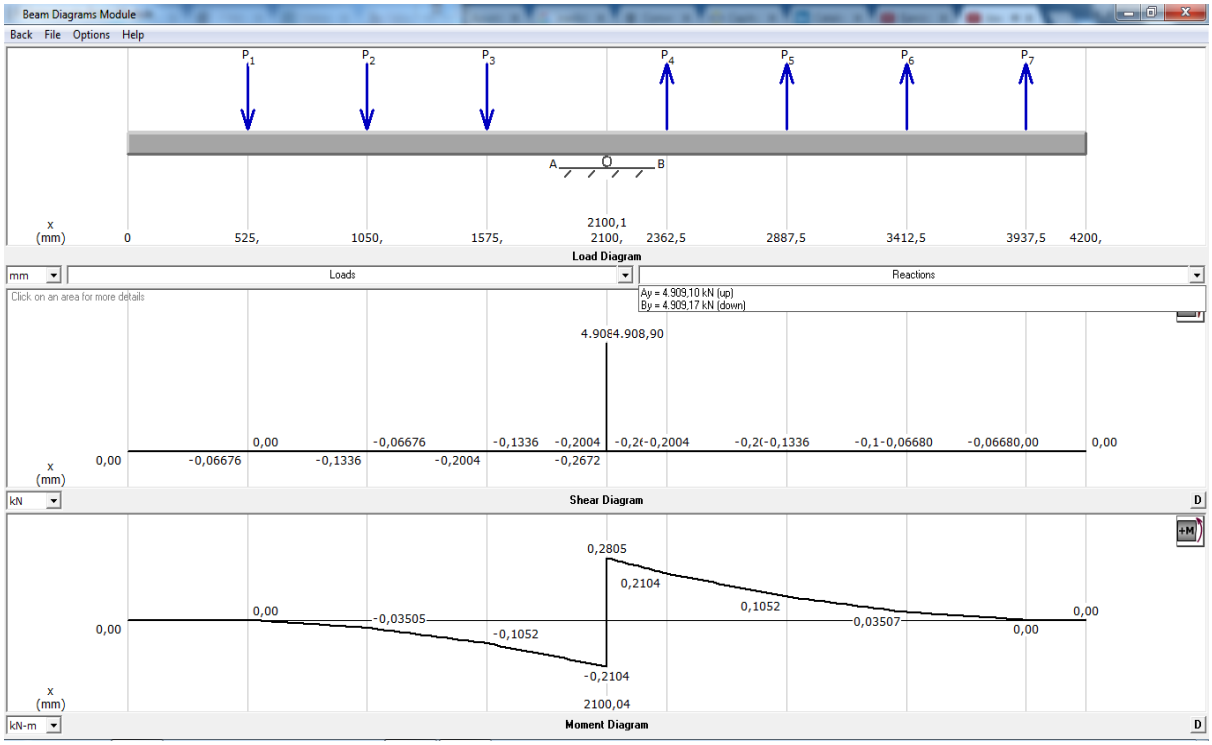
$$F_s = \frac{345}{222}$$

$$F_s = 1{,}55$$

Si el resultado del factor de seguridad es mayor que 1 esto muestra que el material a utilizar el viable con su respectiva estructura.

4.1.2.3 Cálculos del plano (x-z) con 7 paletas removedores.

Figura 4: Calculo con 7 paletas.



Calculo del momento total:

M (x-y): 4,42kn/m

M (x-z): 0,2805kn/m Ecuación 01

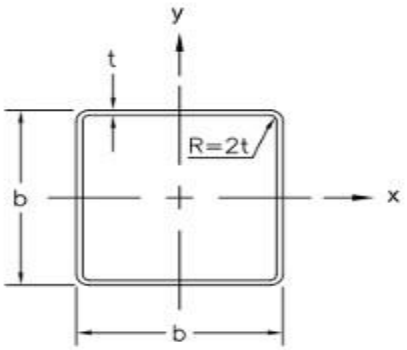
$$Mt= \sqrt{(x-y)^2+(x-z)^2}$$

$$Mt= \sqrt{(4{,}42)^2+(0{,}2805)^2}$$

$$Mt= \sqrt{19{,}615}$$

Mt= 4,42 Kn/m

Calculo del momento inercial.



Ecuación 02

$$I = \frac{a^4 - b^4}{12}$$

$$I= \frac{(75mm)^4-(69mm)^4}{12}$$

$$I= 747792\ mm^4$$

Esfuerzo flexionante.

Dónde:

Mt= 4,42kn/mm

C= 37,5mm diámetro del material sobre 2

I= momento inercial. Ecuación 03

$$б = \frac{Mt * c}{I}$$

$$б = \frac{442Kn`mm * 37,5mm}{747792mm^4}$$

$$б = 0,221Kn/mm^2$$

$$б = 221MPa$$

Factor de seguridad.

El factor de seguridad se determina haciendo una relación entre las condiciones máximas de servicio y del real esperado. Determinado mediante la siguiente ecuación.

$$F_S = \frac{ASTM}{Б}$$ Ecuación 04

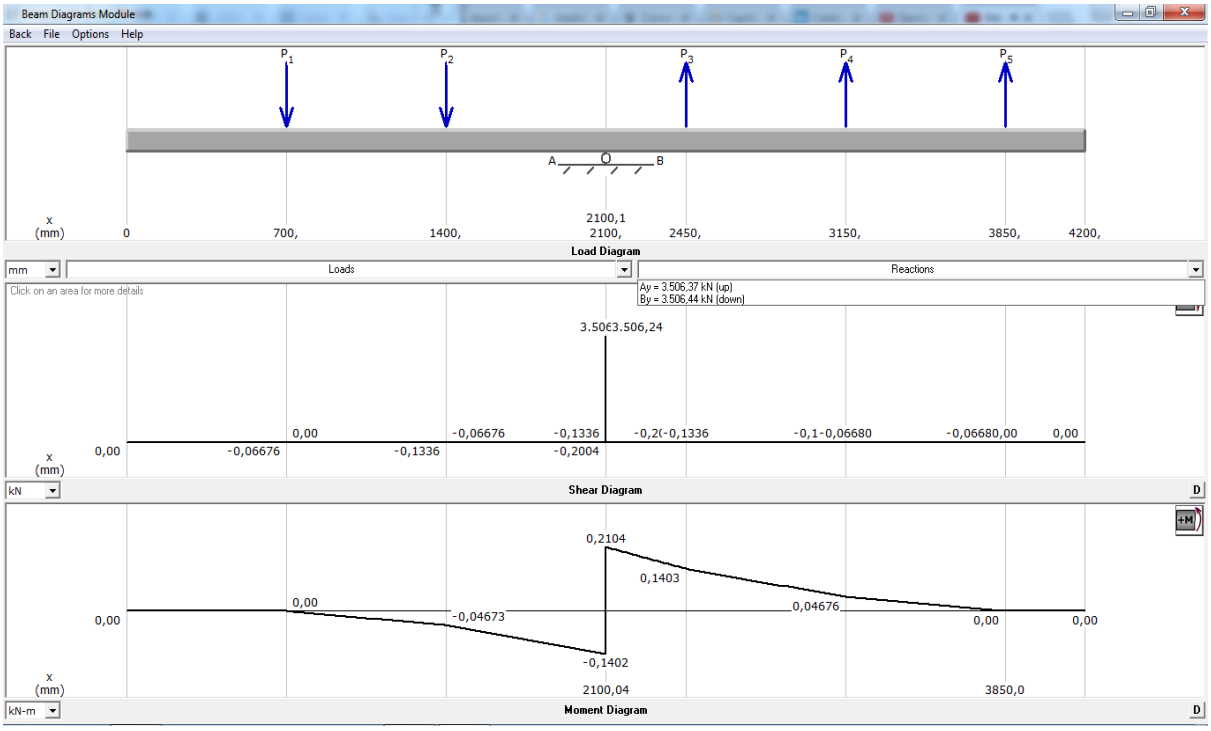
$$F_s = \frac{345}{221}$$

$$F_s = 1,56$$

Si el resultado del factor de seguridad es mayor que 1 esto muestra que el material a utilizar el viable con su respectiva estructura.

4.1.2.4 Cálculos del plano (x-z) con 5 paletas removedores.

Figura 5: Calculo con 5 paletas.



Calculo del momento total:

M (x-y): 4,42kn/m

M (x-z): 0,2104kn/m Ecuación 01

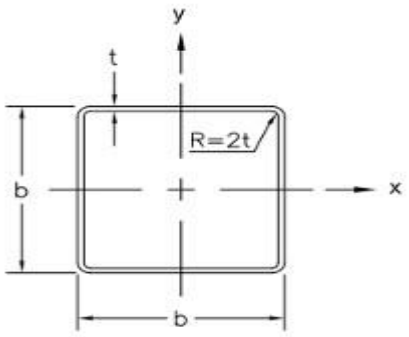
$$Mt= \sqrt{(x-y)^2+(x-z)^2}$$

$$Mt= \sqrt{(4{,}42)^2+(0{,}2104)^2}$$

$$Mt= \sqrt{19{,}58}$$

Mt= 4,42 Kn/m

Calculo del momento inercial.



Ecuación 02

$$I = \frac{a^4 - b^4}{12}$$

$$I= \frac{(75mm)^4-(69mm)^4}{12}$$

$$I= 747792\ mm^4$$

Esfuerzo flexionante.

Dónde:

Mt= 4,42kn/mm

C= 37,5mm diámetro del material sobre 2

I= momento inercial. Ecuación 03

$$б = \frac{Mt * c}{I}$$

$$б = \frac{442Kn`mm * 37,5mm}{747792mm^4}$$

$$б = 0,221Kn/mm^2$$

$$б = 221MPa$$

Factor de seguridad.

El factor de seguridad se determina haciendo una relación entre las condiciones máximas de servicio y del real arrojado. Determinado mediante la siguiente ecuación.

$$F_S = \frac{ASTM}{Б}$$ Ecuación 04

$$F_S = \frac{345}{221}$$

$$F_S = 1,56$$

Si el resultado del factor de seguridad es mayor que 1 esto muestra que el material a utilizar el viable con su respectiva estructura.

4.1.3 Pruebas técnicas de la implementación.

4.1.3.1. Esfuerzo de flexión del eje principal.

Se afirma que el diámetro del eje es de 635mm la cual es una medida estándar para ejes de transmisión con cargas medias.

Aplicando la siguiente ecuación se puede determinar el esfuerzo por flexión en barras solidas:

$$\sigma_{Flexion} = \frac{32M}{\pi d^3} \qquad \text{Ecuación 05}$$

M= Momento Máximo [Nm]

d= Diámetro del eje. [m]

Al reemplazar tenemos:

$$\sigma_{Flexion} = \frac{32(\ 7920Nm)}{\pi(0{,}635m)^3} = \ Pa$$

315067.86 Pa.

4.1.3.2. Esfuerzo de torsión.

Aplicando la siguiente ecuación para determinar el esfuerzo por torsión en una barra sólida.

$$\tau_m = \frac{16T}{\pi d^3} \qquad \text{Ecuación 06}$$

T= Momento Torsión aplicado [Nm]

d= Diámetro del eje. [m]

Al reemplazar:

$$\tau_m = \frac{16(7920\ Nm)}{\pi(0{,}635m)^3} = \ Pa$$

157533.93 Pa

4.1.3.3.Calculo del torque del motor.

Datos del motor:

F= 60Hz

Pot= 2Hp

W= 1600rpm

C.red= 18rpm

Ecuación 07

$$T = \frac{Pot.}{W.de\ C.red}$$

$$T = \frac{1492 j/s}{0.1884 rad} = 7915.30 \text{ Nm}$$

4.1.3.4. Diseño del sistema de transmisión.

Debido a que la polea principal va acoplada al eje de salida de un Motoreductor eléctrico, el número de revoluciones será de 18rpm distinto valor que el del motor que es de 1600rpm.

La relación de velocidad entre polea conductora y conducida, para evitar el deslizamiento se expresa como:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{d_2}{d_1} = i$$

Ecuación 08

N_1 = Velocidad polea motriz. [Rpm]

N_2= Velocidad polea conducida. [Rpm]

Z_1= número de dientes del piñón accionador. [mm]

Z_2 = número de dientes de la cinta. [mm]

i = Relación de transmisión.

Reemplazamos los datos en la ecuación.

$$i = \frac{Z2}{Z1}$$

$$i = \frac{cinta\ dentada}{piñon\ accionador} = \frac{110}{11} = 10$$

Relación de velocidad: i=10

4.1.3.5.Calculo de revoluciones finales.

Motor **Cinta dentada**

V1 = V2

N1 x Z1 = N2 x Z2

$$N2 = \frac{N1\ x\ Z1}{Z2}$$ Ecuación 09

$$N2 = \frac{18rpm\ x\ 11}{110} = 1{,}8\ rpm$$

4.1.3.6.Cálculos de reacciones y momentos en la viga.

Los cálculos de reacciones y momentos se realizaron con el software MD Solid 3.5

Calculo de flexión en la viga, vista desde el plano (x-y).

Fuerzas aplicadas sobre la viga:

P1= Peso del engranaje 105lbs. (467,06N)

P2= Peso del cuerpo de la viga 114lbs. (507,09N)

Torque= 7915,31Nm

Peso distribuido q= $\frac{w}{l} = \frac{mt * g}{l}$ Ecuación 10

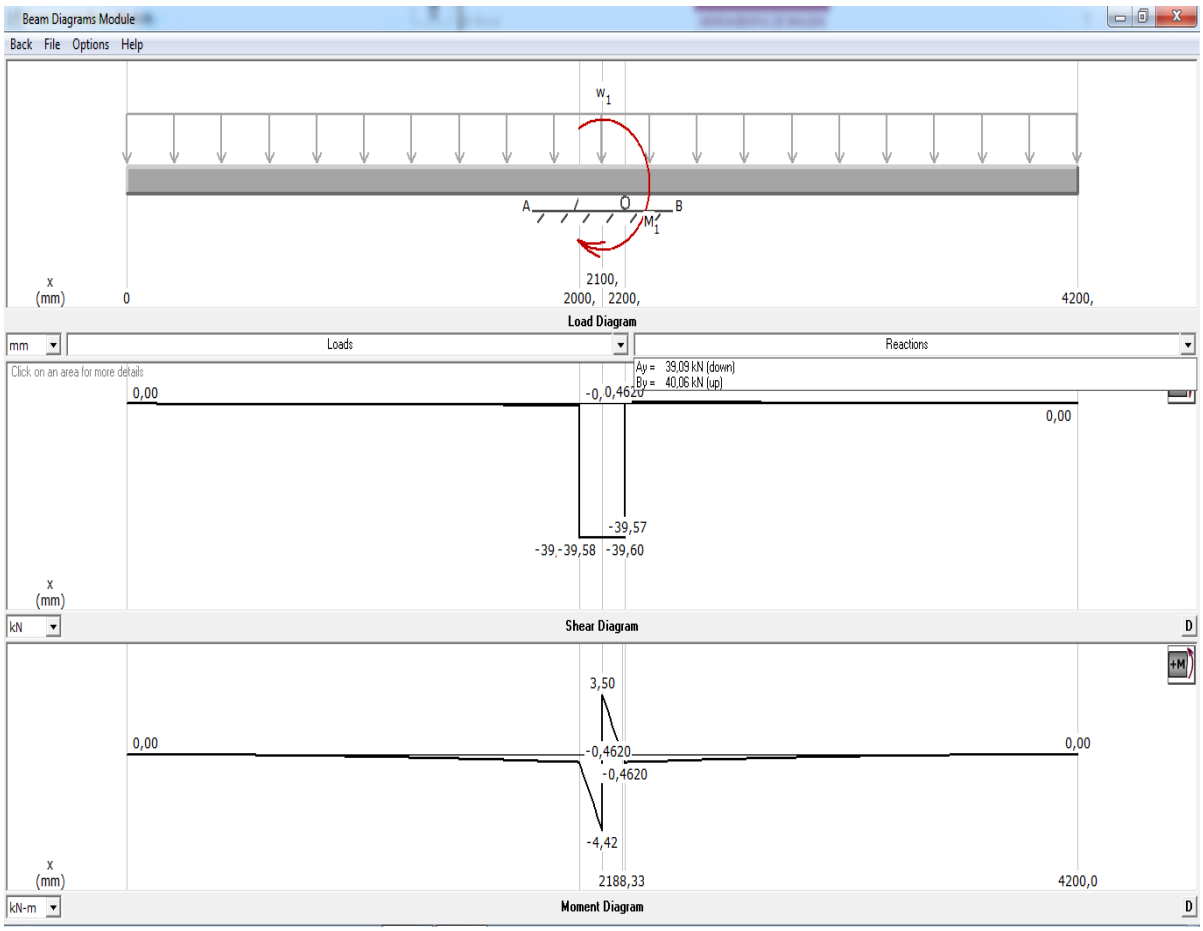
$$q = \frac{p1 + p2 * g}{l}$$

$$\frac{47{,}62kg + 51{,}70kg * 9{,}8m/s^2}{4200mm}$$

Q=0,231N/mm

Cálculo del plano (x-z) del momento total.

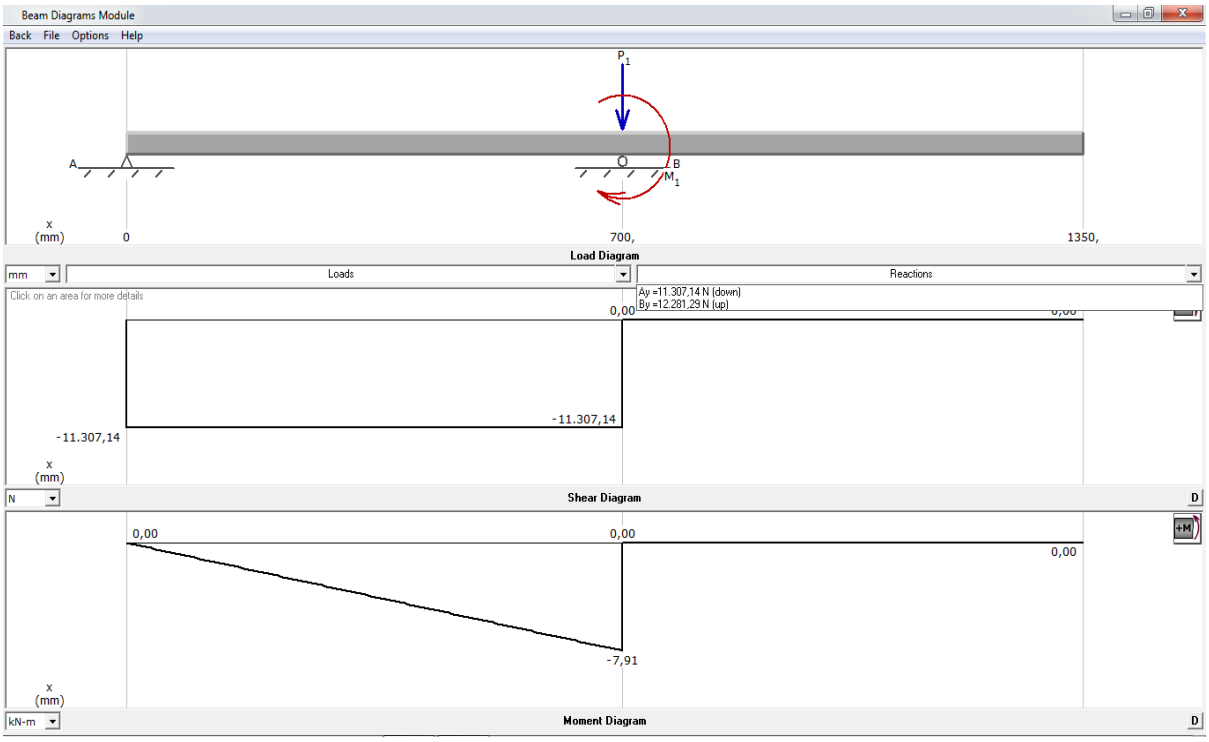
Figura 6: Cálculo del momento total.



Usando el software se verifica que el momento más alto en el plano (x-y) es 4,42 Kn/m este es el que nos va a servir para realizar los siguientes cálculos del plano (x-z).

4.1.3.7.Calculo de torsión del eje principal.

Figura 7: Cálculo de torsión del eje.



Donde:

Momento: 7,91Kn'm

Radio: 0,315m

Diámetro: 0,63m

Calculo de torsión. Ecuación 11

$$\boldsymbol{\sigma} = \frac{Mt * r}{d^4 * \pi}$$

$$\boldsymbol{\sigma} = \frac{7{,}91Kn`m * 0{,}315m}{(0{,}63m^4) * \pi}$$

$$\boldsymbol{\sigma} = 1{,}26Kn/m^2$$

$$\boldsymbol{\sigma} = 1260\text{Pa}$$

$$\boldsymbol{\sigma} = 1{,}26\text{x}10^{-3}MPa$$

Factor de seguridad.

Límite de fluencia del material:

Límite de fluencia del sistema: 1,26x$10^{-3}MPa$

$$F_s = \frac{limite\ de\ fluencia\ del\ material}{\text{limite de fluencia del sistema}} \qquad \text{Ecuación 12}$$

$$F_s = \frac{400MPa}{1{,}26\text{x}10^{-3}MPa}$$

$$F_s = 3{,}1X10^5$$

4.1.3.8. Calculo de la capacidad de secado.

Formular la capacidad de una secadora simplemente en t/hora o qq/hora puede acarrear a un desconcierto, pues en realidad, una secadora no tiene una sola capacidad horaria, sino varias, que dependen de varios elementos, como la humedad inicial del grano, la temperatura de secado y otros.

Es más universal expresar la capacidad en quintales por hora y por punto de humedad, valor que se forma de multiplicar la capacidad en qq/hora que indica el fabricante por los puntos de humedad que también señala el mismo.

Así, nuestra maquina secadora de 4 ton/h (40 qq/h) para secar maíz de 19 a 13% (6 puntos), tendrá una capacidad de:

40 qq/h x 6 puntos = 240 quintales-punto/hora

Que se abrevia: 240 qq/h

Una vez conocido este valor es fácil calcular la capacidad horaria que tendrá la secadora con diferentes humedades iniciales. Si, por ejemplo, la máquina anterior debiera secar maíz de 23% a 13,5% de humedad (9,5 puntos de diferencia), la capacidad ahora sería:

240 qq/h / 9,5 p = 25 q/h = 2,5 t/h

Si la humedad inicial fuera de 28% (14,5 puntos de diferencia), la capacidad sería:

240 qq/h / 14,5 p = 17q/h = 1,7 t/h

La humedad inicial del grano es entonces, el dato que decide la capacidad horaria de la maquina secadora. Esta información no suele estar bien despejada en los folletos o catálogos de los fabricantes, o a veces se encuentran diferencias entre los valores de unos y otros. Sin embargo, estos datos son muy importantes para los usuarios por razones obvias.

Se basa en calcular la merma de humedad real.

La merma real en peso que se origina en un maíz húmedo se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Merma} = \frac{Hi - Hf}{100 - Hf} X\ 100 \qquad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

Hi: Humedad inicial en %
Hf: Humedad final en %

Entonces, la merma real, para el cálculo visto arriba y para una reducción de humedad de 19 a 13% de humedad, es de:

$$\frac{19 - 13}{100 - 13} \text{ x } 100 = 7\%$$

Para un proceso de extracción de humedad que en invierno es de 26 a 13,5, la pérdida es de:

$\frac{26-13,5}{100-13,5}$ x 100 = 14,4%

Asumiendo que la capacidad de fábrica es de 20 t/h, la nueva capacidad horaria se consigue de la siguiente formula:

$$20\frac{ton}{hr}X\frac{6,9}{14,4}=9,5ton/hr$$

Para un proceso de extracción de humedad de 28 a 13,5% la pérdida real, empleando la misma fórmula.

$\frac{28-13,5}{100-13,5}$ x 100 = 16,7%

Y después calculamos, la capacidad horaria será de:

$$20\frac{ton}{hr}X\frac{6,9}{16,7}=8,2ton/hr$$

4.1.3.9. Método de estufa para determinar el contenido de humedad.

Para determinar la humedad de los granos se somete una muestra de granos de peso conocido al secado y se calcula el porcentaje de humedad a través del peso que se pierde durante el secado. Para obtener el porcentaje de humedad se divide la pérdida de peso de la muestra entre el peso original de ella y el resultado se multiplica por 100:

Contenido de humedad (en %) = $\frac{Pi-Pr}{Pr}X\ 100$ Ecuación 14

Pi = peso de la muestra antes del secado
Pf = peso de la muestra después del secado [10]

4.1.3.10. Calculo de la eficiencia de la secadora según el consumo de Glp en la actualidad.

El cálculo de eficiencia de la secadora se lo evaluara mediante el consumo de GLP que nos demostrara el resultado calculando a partir de la relación entre las kcal mínimas necesarias para evaporar el agua de una masa determinada de granos y la cantidad de kcal realmente consumidas.

$$\text{Ef} = \frac{[\text{kg de agua evaporada X calor latente del agua (kcal/kg)}]}{[\text{kg de combustible usado X poder calórico del combustible}]} \; X\; 100$$

Ecuación 15

Cálculo: Se deben secar 10t de maíz, de 18 a 13,5% de humedad, con una secadora de 20 t/h de capacidad, y se ha consumido 60 kg de Glp, que tienen un poder calórico de 22,400 kcal/m³.

Agua a evaporar:

$$\frac{18-13{,}5}{100-13{,}5} \text{ x } 100 = 5{,}2\%$$

5,2% de 20 ton (20 000 kg) = 104,000 kg de agua

El calor latente del agua es de unas 600 kcal/kg

$$\frac{1040kg\ agua\ X\ 600\ kcal/kg}{65kg\ de\ Glp\ X\ 11000kcal/kg}\ X\ 100 = \frac{624000kcal}{715.000kcal} X100 = 87{,}2\%$$

Esto significa que un (se resta el resultado de un 100%) de la energía consumida del combustible se pierde en esta secadora. Una secadora moderna con un diseño más racional, puede aumentar su eficiencia a 91% o más.

Otra forma de medir la eficiencia con que está trabajando una secadora es midiendo las temperaturas del aire de secado, del aire usado y del aire ambiente (Aguilar and Boyce, 1966), aplicando esta fórmula:

Dónde:

$$\frac{Tas-Tau}{Tas-Taa} x\ 100 = (\%\ de\ eficiencia)$$

Ecuación 16

Tas: temperatura del aire de secado

Tau: temperatura del aire usado

Taa: temperatura del aire ambiente

4.1.3.11. Calculo del caudal de la secadora.

Para poder calcular el consumo de Glp se necesita obtener previamente los datos del poder calorífico caudal y Potencia del equipo.

El caudal se define como la cantidad de gas combustible que circula en una unidad de tiempo. El caudal de gas combustible se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{P}{Pc}$$

Dónde: Ecuación 17

Q= Caudal en $^{m^3}/_{hr}$

Pc= Poder calorífico en $^{kwhr}/_{m^3}$

Para calcular el caudal de nuestra maquina realizamos lo siguiente:

Calcular el caudal dentro de una secadora de granos utilizando Glp que tiene como poder calorífico 32,060$^{kcal}/_{m^3}$ que lo consume un equipo cuya potencia es de 10Hp.

Convertimos:

El poder calorífico 32,060$^{kcal}/_{m^3}$ debemos pasarlos a $^{kwhr}/_{m^3}$ que transformados serian 37,260$^{kwhr}/_{m^3}$

La potencia del motor del ventilador absorbente que es de 10Hp lo transformamos a *kw* que transformados seria 7,457*kw* para proceder a calcular el caudal tenemos:

$$Q = \frac{P}{Pc} = \frac{7{,}457kw}{37{,}260^{kwhr}/_{m^3}} = 0{,}200^{hr}/_{m^3}$$

Tabla 03. De valores del tiempo la humedad y consumo de Glp.

El maíz es cosechado con un 18% de humedad
Para el secado mecánico se utiliza de 4 a 5 horas en la actualidad
Se utiliza un promedio de 4 a 5 tanques de GLP por cada 200qq procesados
Finalmente se debe alcanzar una humedad de 13 o 14%
Trabajamos con 100qq
El maíz muestra tendrá una humedad de 17 a 18%
El poder calorífico del Glp con el que trabajamos es de 11,000 $\frac{kcal}{m^3}$
Cada cilindro de Glp utilizado contiene 15kg
Potencia del motor del ventilador 10 hp
Potencia del motor de las paletas rotatorias 7 hp

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado: Autor (2016)

Tabla 04: Costo del material.

DESCRIPCIÓN	Unidad	Costo Un.	Costo To.	Valor
Perfil Canal U 200X50X3 mm	3	26,27	78,81	78,81
Angulo LAMD 30x03x06	6	8,06	48,41	48,41
Soldadura “ESAB”	5	2,54	12,73	12,73
Disco Norton 14”	1	7,33	7,33	7,33
Angulo LAMD 50x06x06	1	29,64	29,64	29,64
Eje acero frio 2”1/2 (63,5mm)	1	53,81	53,81	53,81
Oxi cortes 6mm	14	1,01	14,14	14,14
Tubo negro cuadrado 75X03mm	2	40,96	40,96	81,92
Chumacera	3	56,00	168,00	168,00
Pernos	12	0,75	9,00	9,00
Pernos	6	0,48	2,88	2,88
Pulsador on/of	1	12,50	12,50	12,50
Tuercas	12	0,40	4,80	4,80
Tuercas	6	0,20	1,20	1,20
Disco de corte	3	1,95	3,90	3,90
Disco de grata (copa)	1	10,00	10,00	10,00
Disco desbastador	1	2,10	2,10	2,10
Cinta Dentada (110 dientes)	1	260,00	260,00	260,00
Piñón (11dientes)	1	70,00	70,00	70,00
Motoreductor monofásico (1600rpm)	1			800
		SUBTOTAL		1671,17
		IVA 14%		233,9638
		VALOR TOTAL		1905,13

4.1.4 Calidad del grano durante el proceso de secado.

4.1.4.1. Control de humedad.

Según la Norma Técnica Ecuatoriana 1235 de Granos y Cereales en la determinación del contenido de humedad.

La humedad es una de las variables físico-químicas que tomamos en cuenta sé adquirió el maíz con una humedad de 18,3% y el objetivo de la maquina es de bajar esa humedad a un 13%, en cuestión al peso se pudo percatar de que el mismo volumen de maíz húmedo pesa más que el maíz al finalizar el secado.

Figura 8: Parámetro de humedad.

Riesgo por humedad del grano

Tipo de grano	bajo *	bajo - medio	medio - alto
Soja – Maíz - Trigo	**hasta 14 %**	**14 – 16%**	**mayor a 16%**
Girasol	**hasta 11%**	**11 – 14%**	**mayor a 14%**

**Para semillas este valor debe ser 1 – 2% menor*

Fuente: Cristiano Casini (2004) [41]

Tomando como plantilla los datos de la norma NTE 1235 se provino a comparar el valor final de humedad en la cantidad de granos procesados.

Figura 9: Evaluación de la humedad.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado: Autor (2016)

4.1.4.2. Control de limpieza.

La limpieza de granos se trata de eliminar y separar piedritas, y restos de materiales gruesos (tusas palos o pajillas), y restos de materiales extraños de menor tamaño hasta conseguir un valor aceptable del 0,5% si es para consumo humano.

La separación de estas impurezas, favorecen en el proceso de conservación, eliminando partículas con mayor contenido de humedad, o de mayor dimensión, que puedan ocasionar inconvenientes al momento de almacenar.

El tipo de limpieza más utilizado es el de aventadores con sopletes de aire a presión, que realizan una eliminación de materias o partículas ligeras o secas y voluminosas mediante el efecto de una corriente de aire que atraviesa el flujo de grano arrastrando las impurezas.

Figura 10: Cantidad de impurezas.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado: Autor (2016)

4.1.4.3. Cantidad de granos rotos.

Granos partidos o quebrados: Consiste en determinar el contenido de granos quebrados en una muestra de maíz seco, entendiéndose por grano quebrado aquel grano seco que presente roturas, teniendo un tamaño menor a las ¾ partes de la longitud original del

grano, como producto de las tensiones mecánicas en las que es sometido el grano durante su secado o por golpeteo durante su manipulación.

Y los granos secos que presentan fisuras o cuarteadoras en la parte interna del endospermo del grano, como producto de un cambio violento en la temperatura durante el proceso de secado o bien por la manipulación mecánica.

Figura 11: Cantidad de granos rotos

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado: Autor (2016)

4.2.DISCUSIÓN.

Se determinó mediante el sistema procesador de datos MD Solid que el usar 9 u 11 removedores nos da como resultado un valor de 1,56 de factor de seguridad que es viable, así mismo el uso de 7 o 5 removedores nos da un resultado de factor de seguridad de nivel parejo que fue 1,56 por ende, dejamos a decisión de operario cuantas paletas rotatorias quiera utilizar el momento de secar el grano.

Tabla 05. De resultados de los cálculos en el software.

Cantidad de paletas	Momento (x-y)	Momento (x-z)	Momento total	Momento inercial	Esfuerzo flexionante	Factor de seguridad
11	4,42Kn/m	0,420 Kn/m	4,439 Kn/m	747792mm^4	222MPa	1,55
9	4,42Kn/m	0,350 Kn/m	4,433 Kn/m	747792mm^4	222MPa	1,55
7	4,42Kn/m	0,280 Kn/m	4,42 Kn/m	747792mm^4	221MPa	1,56
5	4,42Kn/m	0,210 Kn/m	4,41 Kn/m	747792mm^4	221MPa	1,56

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado: Autor (2016)

Comparando resultados se puede dar a conocer que el factor de seguridad más alto lo obtuvimos con 5 y 7 paletas pudiendo utilizar cualquier de los dos prototipos, por su factor de seguridad igual, ahora vamos a ver en el factor económico cual es la diferencia y cuál sería la conveniencia de usar 5 o 7 paletas de ángulo.

Tabla 06. De comparación de costos de construcción del removedor.

Numero de paletas	**Precio del tubo cuadrado por metro**	**Total de metros utilizados**	**Costo total del material de los brazos**	**Precio del ángulo removedor por metro**	**Total de metros de ángulo utilizados**	**Costo total del removedor**
5	$6,83	7.50 mt	$51,24	$5.00	3.25 mt	$16,25
7	$6,83	7.50 mt	$51,24	$5.00	4.55 mt	$22,50

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado: Autor (2016)

Aplicando el cuadro de cálculo de costo del removedor se pudo observar que existe una diferencia monetaria de $6,25 entre el removedor de 7 y el removedor de 5 pero al colocar solo 5 paletas de ángulo tendremos menos avance del aire caliente por motivo que con menos cantidad de paletas de ángulos se moverán menos cantidad de maíz y ese es el motivo por el cual habrá menos uniformidad de secado.

Pero para una mayor eficiencia de uniformidad en el proceso de secado deberíamos guiarnos por el modelo con 7 paletas de ángulos ya que a mayor cantidad de maíz movido si podremos obtener una deshumidificación más uniforme con tan solo la diferencia de costo, aumentando la calidad del producto final y así se podrá obtener una mayor utilidad económica.

Y finalmente al realizar las pruebas de secado tomando en cuenta el tiempo y consumo de G.L.P. anterior para su posterior comparación se determinó que con el nuevo sistema de implementación de paletas rotatorias se pudo dar a notar que se disminuyó el tiempo que se tardaba la maquina en secar anteriormente, se pudo aumentar la uniformidad en secado de

los granos y se redujo el consumo de gas licuado de petróleo y se eliminó el riesgo laboral al que estaba expuesta esa persona dentro de la secadora al realizar el trabajo manual de remover el grano.

Tabla 07. Valores del tiempo la humedad y consumo de Glp actuales.

El maíz es cosechado con un 18% de humedad
Para el secado mecánico se utilizó de 3 horas en la actualidad
Se utiliza un promedio de 3 tanques de GLP por cada 200qq procesados
Finalmente se debe alcanzo una humedad de 12,9%

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado: Autor (2016)

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

Al finalizar la presente implementación, se puede concluir que:

- Se determina que los parámetros que influyen en la calidad del grano de maíz son varios ya que el factor clima como son las lluvias o falta de luminosidad y en el almacenamiento del grano estas son la humedad de cosecha y proliferación de bacterias, causan el deterioro rápido.
- Para la construcción de los removedores de granos se vio más factible utilizar cortes de ángulos de 70 centímetros de largo y a su vez soldarle un corte de 10 centímetros de frente en la punta formando un ángulo de 90º haciendo un removedor en forma de L.
- Se pudo percibir que la calidad del grano en el nuevo proceso de secado es notoria en toda la cantidad de granos secados obteniendo una deshumidificación uniforme y también se mostró que los altos contenidos de humedad del producto almacenado, la elevada temperatura y humedad en el ambiente influyen para la propagación de hongos.
- Aplicando el sistema operativo del programa MD Solid se dio a notar las causas y efectos que tiene la implementación de las paletas rotatorias en la secadora, así se puede verificar virtualmente si es viable y factible el proyecto mecánico, obteniendo una buena información sobre el tema propuesto.
- El funcionamiento de nuestra maquina implementada puede ser controlado por cualquier persona, no se requiere personal calificado.

5.2. Recomendaciones:

En este proyecto podemos dar las siguientes recomendaciones.

- Es conveniente revisar la calidad de los granos ya que al almacenar en ocasiones no se lo hace bajo las respectivas normas una de ellas es que el grano tenga un nivel de humedad del 13% o menor que esa.

- En el proceso de mejoramiento de secado con la utilización de aire caliente y la implementación de paletas rotatorias, es importante el mantenimiento continuo de las chumaceras para que el movimiento de rotación del sistema de removedores este siempre en óptimas condiciones.

- Motivado a las condiciones actuales de nuestra maquina secadora, es conveniente realizar en esta un proceso de mantenimiento general cada 3 o 6 meses según su uso el cual incluya limpieza, pintura, extracción de partes obsoletas y su constante limpieza del ventilador de aire caliente.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

[1] Edison. f. m., «catalogo de variedades,» *semillas tracy,* 2010. [En línea]. Available: http://www.tracy.cl. [Último acceso: 15 agosto 2015].

[2] Rodrigo. r. Polano, «scribd.,» 2010. [En línea]. Available: https://es.scribd.com/doc/11996681/Historia-Del-Maiz. [Último acceso: 11 06 2016].

[3] g. p. damiani, «sector agricola,» 21 04 2011. [En línea]. Available: http://giordanapiza.blogspot.com/p/sector-agricola_9936.html. [Último acceso: 11 06 2016].

[4] s. camilo, «cultivos de maiz en ecuador,» 12 10 2006. [En línea]. Available: http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html. [Último acceso: 11 06 2016].

[5] ecuaquimica, «ecuaquimica,» 11 04 2015. [En línea]. Available: http://www.ecuaquimica.com.ec/agroprincipal.html. [Último acceso: 11 06 2016].

[6] vivian zamora, «scribd.,» 2014. [En línea]. Available: https://es.scribd.com/doc/132381919/PRODUCCION-DEL-MAIZ-EN-EL-ECUADOR. [Último acceso: 11 06 16].

[7] A. M. Guerrero, «sinagap,» 11 03 2016. [En línea]. Available: http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_maiz_duro_seco_verano2015.pdf. [Último acceso: 21 08 2016].

[8] g. d. españa, «miniaterio de agricultura, alimentacion y medio ambiente.,» [En línea]. Available: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/secado-grano.aspx. [Último acceso: 12 06 2016].

[9] L. l. Murillo, el secado de los granos. [En línea]. Available: sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios.../determinantes_rendimiento.pdf. [Último acceso: 04 06 2016].

[10] d. d. agricultura, «Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura,» 03 1993. [En línea]. Available: http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S05.htm. [Último acceso: 14 08 2016].

[11] «filtramex,» 2012. [En línea]. Available: http://www.filtramex.com/princip-humedad.html. [Último acceso: 16 06 16].

[12] V. M. N. Carbellido, Que es la Calidad, mexico: Limusa, 2005. [En línea]. Available: sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios.../determinantes_rendimiento.pdf. [Último acceso: 04 06 2016].

[13] Norma Duran. Secado del maiz [En línea]. Available: http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S05.htm. [Último acceso: 14 08 2016].

[14] bone lobach, diseño industrial, barcelona : Gustavo Gali, S.A., 1981.

[15] I. C. d. Monroy, «SOLDADURA dpto. de tecnologias,» 23 09 2010. [En línea]. Available: https://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf. [Último acceso: 29 11 2016].

[16] E. harper, «El libro practico de los generadores, transformadores y motores,» mexico_limusa, limusa grupo noriega, 2004, p. 252.

[17] f. a. o. o. t. u. nations, el maiz en los tropicos: mejoramiento y produccion, roma: coleccion fao, 2001.

[18] H. Sanchez, manual tecnologico del maiz amarillo duro y de buenas practicas agricolas para el valle de huaura, lima: incagro, 2004.

[19] O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. Alimentacion, Procesamiento de semillas de cereales leguminosas de grano, Roma: FAO: produccion y proteccion vegetal, 1985.

[20] a. m. mora, inventos y patentes en colombia, 1930-2000: de los limites de las herramientas a las fronteras del conocimiento, Medellin: instituto tecnologico metropolitano, 2005.

[21] k. C. Rolle, Termodinamica sexta edicion, wisconsin platteville: pearson prentice hall. [En línea]. Available: sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios.../determinantes_rendimiento.pdf. [Último acceso: 04 06 2016].

[22] N. Castilla, Invernaderos de Plastico tecnologia y manejo 2da edicion, madrid: mundi-prensa, 2007.

[23] C. F. II, «cesfelipesegundo,» [En línea]. Available: www.cesfelipesegundo.com/.../Diseno.../Qué%20es%20el%20diseño.pdf. [Último acceso: 05 06 2016].

[24] construmatica, «construmatica,» construpedia, 11 06 2009. [En línea]. Available: http://www.construmatica.com/construpedia/Soldadura . [Último acceso: 29 11 2016].

[25] Ernesto. harper, motores electricos en la industria, mexico_limusa: limusa noriega, 2004, p. 189.

[26] Andrei. Hipp, El maiz por dentro y por fuera, New York, USA: Buenas Letras , 2004.

[27] B. Moreno Aguirre, «sinagap,» 2014. [En línea]. Available: sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios.../determinantes_rendimiento.pdf. [Último acceso:

04 06 2016].

[28] i. a. gallego, introduccion a la calidad, españa: ideaspropias, 2006.

[29] r. g. jimenez, soldadura principios y aplicaciones, madrid: nobel, S.A., 2009.

[30] t. wildi, maquinas electricas y sistemas de potencia, mexico: pearson educacion, 2007.

[31] «LEY DEL SISTEMA ECUATORIANO DE LA CALIDAD,» 29 12 2010. [En línea]. Available: http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_sistema.pdf. [Último acceso: 12 06 2016].

[32] p. n. 2013, «buen vivir,» 20 01 2014. [En línea]. Available: http://www.buenvivir.gob.ec/agenda-zona5. [Último acceso: 09 06 2016].

[33] Deposito de los documentos de la FAO, «Departamneto de Agricultura,» 2008. [En línea]. Available: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwis7Z6znsTLAhVESSYKHRMlD60QFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fdocrep%2F003%2Fx7650s%2Fx7650s07.htm&usg=AFQjCNG7iXk7bWOcIyA4UGvAsbwtGXwfBQ&bvm=bv.116954456,d.eW.

[34] Magrama, «Ministerio de agricultura, alimentacion, y Medio Ambiente,» [En línea]. Available: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/secado-grano.aspx.

[35] Doswell C.R, Paliwd, R.L & Cantrell R.P, «USA BOULDER,» 1996. [En línea]. Available: http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S05.htm. [Último acceso: 14 08 2016].

[36] Dostin. d. agricultura, «food and agriculture organization of the united nations,» 2005. [En línea]. Available: http://www.fao.org. [Último acceso: 11 agosto 2015].

[37] I. N. d. T. Agropecuaria. [En línea]. Available: https://books.google.es/books?id=kSxgAAAAMAAJ&q=Evaluaci%C3%B3n+de+Par%C3%A1metros+de+Calidad+en+el+Secado+de+Ma%C3%ADz&dq=Evaluaci%C3%B3n+de+Par%C3%A1metros+de+Calidad+en+el+Secado+de+Ma%C3%ADz&hl=es&sa=X&ved=0CCEQ6AEwAGoVChMI1ufNgMnMxwIVihgeCh08BQgu. [Último acceso: 27 07 2015].

[38] O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. Alimentacion, Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de granos, Roma: Fao: produccion y proteccion vegetal, 1985.

[39] E. E. A. U. d. P. R. Conjunto Tecnológico de Maíz, « Conjunto Tecnológico de Maíz, Estación Exp. Agrícola, Univ. de Puerto Rico,» [En línea]. Available: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5z-nCLBV6goJ:academic.uprm.edu/jbeaver/index_files/2008%2520Maize%2520CT/Maize%2520Subfolder%252008/Manejo%2520cosecha%2520y%2520postcosecha%2520-

%2520Maize.doc+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec.

[40] A. Hipp, El maiz por dentro y por fuera, New York, USA: Buenas letras, 2004.

[41] P. D. J. C. R. Ing. Agr., «PRECOP INTA,» 16 ENERO 2006. [En línea]. Available: http://www.cosechaypostcosecha.org. [Último acceso: 28 JULIO 2015].

[42] S. C. c. d. g. S.A, «San Camilo comercializadora de granos S.A,» 2011. [En línea]. Available: http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html.

[43] s. tracy, «catalogo de semillas,» 21 noviembre 2012. [En línea]. Available: http://www.tracy.cl. [Último acceso: 15 agosto 2015].

[44] «LEY ORGANICA DEL REGIMEN DE LA SOBERANIA ALIMENTARIA,» 27 12 2010. [En línea]. Available: https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=Hm1dV7-AJ6vI8Af5iISADw#q=ley+de+alimentos+ecuador+2016. [Último acceso: 2016 06 12].

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 01. Compra de materiales metálicos.

Anexo 02. Corte a medida del material a utilizar.

Anexo 03. Armado del cuerpo de la cercha principal.

Anexo 04. Armado de la cercha completa.

Anexo 05. Construcción de brazo removedor.

Anexo 06. Armada de la cercha en la tina secadora.

Anexo 07. Afinado y perforación de cinta.

Anexo 8. Perforación de chapas metálicas.

Anexo 9. Construcción de base del eje de los brazos rotatorio.

Anexo 10. Cubicaje de refuerzo para los brazos.

Anexo 11. Montaje de la máquina.

Anexo 12. Acoplamiento del sistema de engranajes.

Anexo 13. Preparación previa al acabado final

Anexo 14. Pintado de la implementación.

Anexo 15. Prueba de secado con maíz.

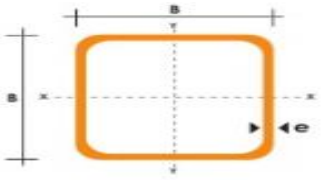
Anexo 16. Catálogo del tubo cuadrado empleado.

TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm

DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm2	I cm4	W cm3	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84

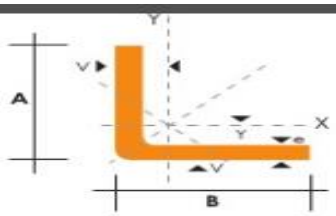


Anexo 17. Catalogó del ángulo utilizado en el removedor.

ANGULOS "L" DOBLADO

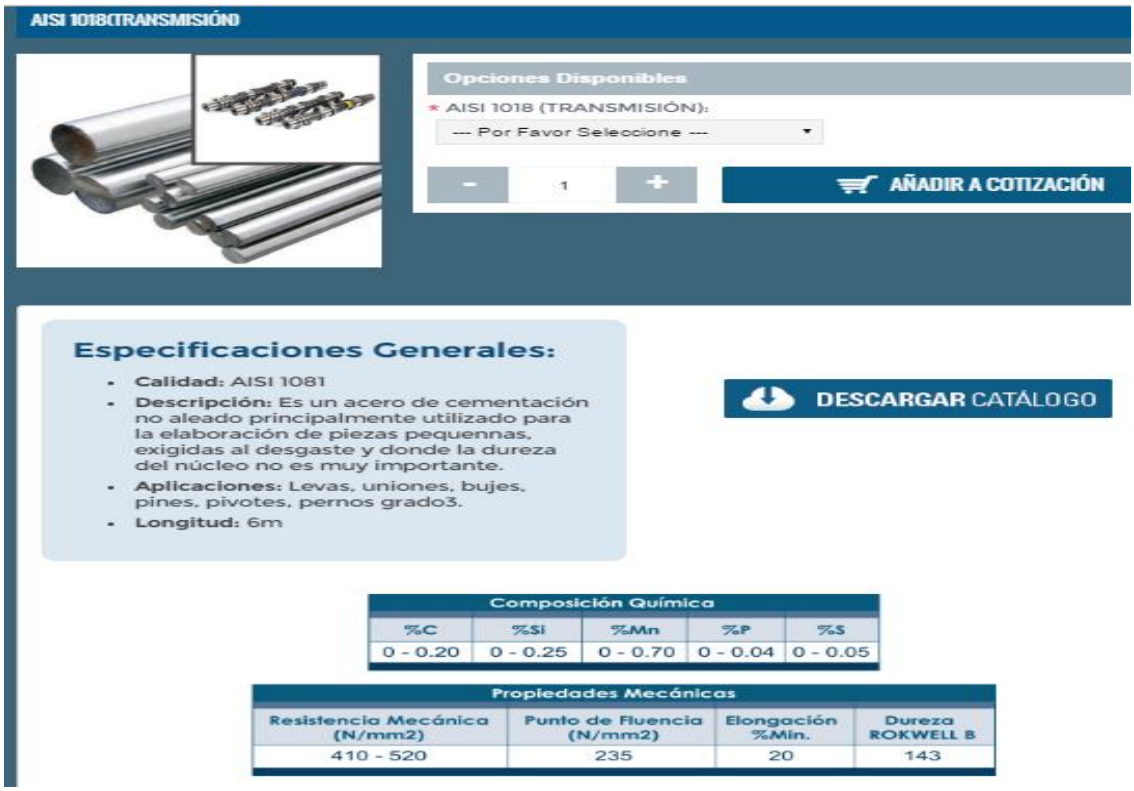
Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623: 2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1,5 hasta 12 mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS		SECCION	EJE X-X = EJE Y-Y				EJE U-U	EJE V-V
A	B	e	6 metros	1 metro		I	W	i	X=Y	i	i
mm	mm	mm	Kg	Kg	cm2	cm4	cm3	cm	cm	cm	cm
25	25	2	4.38	0.73	0.93	0.57	0.32	0.78	0.72	0.99	0.47
25	25	3	6.36	1.06	1.35	0.79	0.44	0.76	0.77	0.98	0.44
30	30	2	5.34	0.89	1.13	1.00	0.46	0.94	0.84	1.20	0.58
30	30	3	7.80	1.30	1.65	1.41	0.67	0.92	0.89	1.18	0.55
30	30	4	10.08	1.68	2.14	1.80	0.88	0.92	0.94	1.17	0.52
40	40	2	7.20	1.20	1.53	2.44	0.84	1.26	1.09	1.61	0.78
40	40	3	10.62	1.77	2.25	3.50	1.22	1.25	1.14	1.59	0.76
40	40	4	13.86	2.31	2.94	4.46	1.58	1.23	1.19	1.58	0.78
40	40	5	19.62	2.82	3.59	5.31	1.91	1.22	1.23	0.73	0.73
50	50	2	9.12	1.52	1.93	4.86	1.33	1.58	1.34	2.01	0.98
50	50	3	13.44	2.24	2.85	7.03	1.95	1.57	1.39	2.00	0.96
50	50	4	17.64	2.94	3.74	9.04	2.53	1.56	1.43	1.98	0.94
50	50	5	21.60	3.60	4.59	10.88	3.09	1.54	1.48	1.97	0.93
50	50	6	25.92	4.32	5.40	12.57	3.62	1.53	1.53	1.96	0.90
60	60	3	16.26	2.71	3.45	12.37	2.84	1.89	1.64	2.41	1.16
60	60	4	21.36	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.68	2.39	1.15
60	60	5	26.34	4.39	5.59	19.40	4.54	1.86	1.73	2.38	1.13
60	60	6	31.68	5.28	6.60	22.56	5.35	1.85	1.78	2.37	1.11
60	60	8	41.04	6.84	8.55	28.21	6.85	1.82	1.88	2.34	1.05
75	75	3	19.56	3.26	4.35	24.60	4.48	2.38	2.01	3.02	1.48
75	75	4	27.06	4.51	5.74	32.02	5.88	2.36	2.06	3.00	1.45
75	75	5	33.42	5.57	7.09	39.08	7.25	2.35	2.11	2.99	1.43
75	75	6	40.32	6.72	8.40	45.76	8.57	2.33	2.16	2.97	1.40
75	75	8	52.56	8.76	10.95	58.03	11.05	2.30	1.25	2.95	1.37
75	75	10	64.92	10.82	13.36	68.89	13.38	2.27	2.35	2.92	1.32
80	80	4	28.92	4.82	6.14	39.10	6.72	2.52	2.18	3.21	1.56
80	80	5	35.76	5.96	7.59	47.79	8.28	2.51	2.23	3.20	1.54
80	80	6	43.20	7.20	9.00	56.05	9.80	2.49	2.28	3.18	1.51
80	80	8	56.40	9.40	11.75	71.32	12.67	2.46	2.37	3.16	1.46
80	80	10	68.94	11.49	14.36	84.94	15.36	2.43	2.47	3.13	1.43
80	80	12	81.78	13.63	16.83	97.05	17.87	2.40	2.57	3.10	1.38

Anexo 18. Estructura del eje características.



Anexo 19. Tipos de Sueldas.

Diámetro del electrodo	2.4mm.	3.2mm.	4.5mm.
E-6011 (penetración)	50-80	80-110	115-150
E-6013 (acabado)	60-80	80-110	115-180
E-7018 (bajo hidrogeno)	70-130	100-140	115-230
E-4043 (aluminio)	60-90	80-110	110-150
Espesor del material	1.5-3.2mm	3.2-6.4mm.	4.5-12mm.

Anexo 20. Catálogo de motores WEG REMECO.

REMECO

LISTA DE PRECIOS REMECO

MOTOR MONOFASICO CERRADO W21 IP55 1800RPM - 4 POLOS

Código	Potencia	Carcasa	Voltaje VAC	Forma Construc.	Precio
11268053	1HP (0.75kW)	90S	110 - 220	B3L	227.83
10019818	1HP (0.75kW)	90S	220	B3L	200.92
10362772	1.5HP (1.1kW)	90L	110 - 220	B3L	299.90
10019819	1.5HP (1.1kW)	90L	220	B3L	249.60
10019816	2HP (1.5kW)	100L	220	B3L	296.25
10022237	3HP (2.2kW)	W112M	220	B3L	318.76
10022232	5HP (3.7kW)	W132M	220	B3L	506.34
10019821	7.5HP (5.5kW)	132M	220	B3L	583.38
10019822	10HP (7.5kW)	132M	220	B3L	662.85

MOTOR MONOFASICO CERRADO W21 IP55 3600RPM - 2 POLOS

Código	Potencia	Carcasa	Voltaje VAC	Forma Construc.	Precio
12885666	1HP (0.75kW)	90S	220	B3L	176.54
10019820	2HP (1.5kW)	90L	220	B3L	243.64
10019817	3HP (2.2kW)	100L	220	B3L	279.44

MOTOR TRIFASICO CERRADO W22 IP55 1200RPM - 6 POLOS

Código	Potencia	Carcasa	Voltaje VAC	Forma Construc.	Precio
12882205	1HP (0.75kW)	90S	220 - 380 - 440	B3L	160.40
13344542	5HP (3.7kW)	132S	220 - 380 - 440	B3L	396.96
13344543	7.5HP (5.5kW)	132M	220 - 380 - 440	B3L	492.34
13344544	10HP (7.5kW)	132M	220 - 380 - 440	B3L	674.77

MOTOR TRIFASICO CERRADO W22 IP55 1800RPM - 4 POLOS

Código	Potencia	Carcasa	Voltaje VAC	Forma Construc.	Precio
11612486	0.5HP (0.37kW)	71	220 - 380	B3L	103.70
11612562	1HP (0.75kW)	80	220 - 380 - 440	B3L	112.89
11545917	2HP (1.5kW)	90S	220 - 380 - 440	B3L	148.34
11546050	3HP (2.2kW)	L90L	220 - 380 - 440	B3L	185.30
11553165	5HP (3.7kW)	100L	220 - 380 - 440	B3L	263.35
11565450	7.5HP (5.5kW)	112M	220 - 380 - 440	B3L	347.93
11550597	10HP (7.5kW)	132S	220 - 380 - 440	B3L	446.18
11555702	15HP (11kW)	132M	220 - 380 - 440	B3L	601.99
11546053	20HP (15kW)	160M	220 - 380 - 440	B3L	803.07
11526544	25HP (18.5kW)	160L	220 - 380 - 440	B3L	1,032.14
11565495	30HP (22kW)	180M	220 - 380 - 440	B3L	1,248.18
11565518	40HP (30kW)	200M	220 - 380 - 440	B3L	1,623.23
11565522	50HP (37kW)	200L	220 - 380 - 440	B3L	1,830.40
11567761	60HP (45kW)	225SM	220 - 380 - 440	B3L	2,421.49

Precios incluyen descuentos Precios no incluyen IVA

5

Quito, Av. Atahualpa 1118 y Amazonas Teléfonos: (PBX) 243 71 88 / 226 10 48 www.remeco.net