

**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE UNA MÁQUINA DESMOTADORA DE**  
**ALGODÓN**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO

AUTOR:  
Dennis Josué Dávila Castro

ASESOR:  
Javier León Lescano

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Diseño De Equipos Y Maquinas

TRUJILLO – PERÚ  
2013

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, salud y fortaleza  
para lograr y alcanzar mis objetivos  
planteados.

A mi madre Nelly, a mi padre Daniel,  
quienes constantemente me han alentado  
para poder culminar este proyecto, y a mi  
hermana Denisse quien  
me ha apoyado moralmente para seguir  
adelante en esta carrera educativa.

**Dennis Josué Dávila Castro**

## AGRADECIMIENTO

Doy gracias principalmente a Dios por brindarme la oportunidad de realizar esta tesis, también le doy las gracias a mis padres quienes con su esfuerzo y apoyo han hecho posible este trabajo, además agradezco a quienes día a día me impartieron sus conocimientos y lograron formar en mí una mentalidad distinta y emprendedora, así como también forjaron los cimientos para una buena personalidad.

Agradezco a la institución que me acogió y me dio la oportunidad de capacitarme científica y tecnológicamente a diario, quiero también poner por escrito el más grande agradecimiento al ingeniero Javier León Lescano quien en calidad de asesor de mi especialidad supo guiarme para que este trabajo tenga la seriedad debida y sea un aporte para quienes se sirvan de ella.

**Dennis Josué Dávila Castro**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, en el presenta trabajo de investigación se plantea el diseño de una máquina desmotadora de algodón, para utilizarla como alternativa en la implementación de centros de acopio, donde agrupaciones de pequeños o medianos agricultores, puedan realizar el desmotado de sus cosechas.

Su fabricación podrá realizarse enteramente en talleres del medio local haciendo uso de materiales disponibles en el mercado local de nuestro país y con un costo de fabricación atractivo y accesible para los interesados.

Como última parte espero que esta investigación sirva para aportar conocimientos y parámetros de diseño que ayuden a crear nuevas máquinas que mejoren la calidad de vida de la sociedad.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
PRESENTACIÓN .....	IV
ÍNDICE GENERAL .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	XVI
1. INTRODUCCIÓN .....	18
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.1.1. Realidad problemática .....	18
1.1.2. Formulación del problema.....	19
1.1.3. Justificación.....	19
1.1.3.1. Conveniencia.....	19
1.1.3.2. Impacto social .....	19
1.1.3.3. Implicaciones prácticas .....	19
1.1.3.4. Valor teórico.....	19
1.1.3.5. Unidad metodológica.....	20
1.1.4. Antecedentes .....	20
1.1.5. Objetivos .....	23
1.1.5.1. General .....	23
1.1.5.2. Específicos .....	23
1.2. MARCO REFERENCIAL .....	23
1.2.1. Marco teórico .....	23
1.2.1.1. Clases de algodón.....	23
1.2.1.2. Morfología.....	24
1.2.1.3. Siembra y cosecha .....	24
1.2.1.4. Propiedades y características .....	25

1.2.1.4.1.	Finura: .....	26
1.2.1.4.2.	Longitud de la fibra .....	26
1.2.1.4.3.	Resistencia de la fibra:.....	26
1.2.1.5.	Estado de la tecnología.....	27
1.2.1.6.	Definición de desmotadora.....	27
1.2.1.7.	Tipos de desmotadoras de algodón.....	27
1.2.1.7.1.	Sistema de Sierras y Costillas.....	27
1.2.1.7.2.	Sistema de Tambor Giratorio y Cuchilla Fija .....	28
1.2.1.7.3.	Comparación entre tecnologías.....	29
1.2.1.8.	Partes de la maquina desmotadora.....	30
1.2.1.8.1.	Esquema de máquina desmotadora .....	31
1.2.1.9.	Memoria de cálculos de los componentes de la maquina.....	32
1.2.1.9.1.	Fórmula para encontrar el volumen de la Tolva .....	32
1.2.1.9.1.1.	Fórmulas para calcular engranajes.....	33
1.2.1.9.1.2.	Engranajes rectos.....	33
1.2.1.9.1.3.	Relación de transmisión.....	34
1.2.1.9.1.4.	Cálculo de la seguridad del engranaje frente al fallo por fatiga en la base del diente.	
Normalización		35
1.2.1.9.2.	Fórmula para cálculo de sierras .....	35
1.2.1.9.2.1.	Avance por diente Sz mm.....	36
1.2.1.9.2.2.	Velocidad de avance Vz m/min .....	36
1.2.1.9.3.	Cálculo de potencia necesaria para desmotado.....	37
1.2.1.9.4.	Calculo para selección de Motor eléctrico .....	37
1.2.1.9.4.1.	Para calcular la velocidad de un motor de inducción: .....	37
1.2.1.9.4.2.	Encontrar par de frenado .....	37
1.2.1.9.5.	Calculo para el Diseño de poleas.....	38
1.2.1.9.5.1.	Distancia entre ejes.....	40
1.2.1.9.6.	Calculo para el diseño de fajas (correas) .....	41
1.2.1.9.6.1.	Selección del tipo de correa.....	41
1.2.1.9.6.2.	Longitud de la correa.....	42
1.2.1.9.6.3.	Arco de contacto.....	43

1.2.1.9.6.4.	Velocidad lineal de la correa .....	43
1.2.1.9.6.5.	Potencia efectiva por correa.....	44
1.2.1.9.6.6.	Cálculo del número de correas.....	44
1.2.1.9.7.	Cálculo de engranajes entre el eje desmotador y eje de Limpieza: .....	44
1.2.1.9.8.	Cálculo para el eje de desmotado: .....	45
1.2.1.9.8.1.	Cálculo por Resistencia del Eje de Desmotado.....	46
1.2.1.9.9.	Selección de rodamientos: .....	47
1.2.1.9.10.	Matriz morfológica.....	48
1.2.1.9.11.	Valoración técnica.....	50
1.2.1.9.12.	Valoración económica.....	51
1.2.1.9.13.	Evaluación de soluciones.....	51
1.2.1.9.14.	Especificaciones de la máquina desmotadora. ....	52
1.2.1.9.14.1.	Dimensiones y capacidad de desmote de la máquina.....	52
1.2.1.9.15.	Funcionamiento de la máquina. ....	54
1.2.2.	Marco Conceptual .....	55
2.	MARCO METODOLÓGICO .....	57
2.1.	Hipótesis .....	57
2.2.	Variable de estudio.....	57
2.3.	Metodología .....	57
2.3.1.	Tipo de estudio .....	57
2.4.	Método de investigación .....	58
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	58
2.6.	Métodos de análisis de datos .....	58
3.	RESULTADOS.....	59
3.1.	Cálculo y selección de componentes .....	59
3.1.1.	Fijación de la capacidad de desmotado de fibra, $C_f$ (kg/hora) .....	59
3.1.2.	Factores de cultivo del algodón .....	59
3.1.2.1.	Cantidad promedio de superficie cultivada por agricultor, $qh$ (hts) .....	59
3.1.2.2.	Cantidad promedio producción por hectárea, $qph$ (kg/hts).....	59
3.1.2.3.	Cantidad promedio de producción de algodón por agricultor, $q$ (kg).....	59

3.1.2.4.	Cantidad de semilla, $q_s$ (kg) .....	59
3.1.2.5.	Cantidad de fibra, $q_f$ (kg) .....	59
3.1.3.	Características de la sierra circular de la desmotadora .....	60
3.1.4.	Tiempo de desmotado por cosecha de agricultor, $t_f$ (horas) .....	60
3.1.5.	Cálculo de Potencia Necesaria de Desmotado, $P_d$ (W) .....	60
3.1.5.1.	Proceso de desmotado .....	60
3.1.5.2.	Fuerza que actúa sobre el diente efectivo de posición $i$ , $F_i$ .....	62
3.1.5.3.	Torque que actúa sobre el diente efectivo de posición $i$ , $T_i$ , .....	62
	Este torque, se obtiene multiplicando el radio de la sierra, $r_s$ por la fuerza $F_i$ .....	62
3.1.5.4.	Potencia para accionar el diente efectivo de posición $i$ , $P_i$ .....	62
	La potencia mencionada, se obtiene multiplicando $T_i$ , por la velocidad angular $\omega_s$ de la sierra. ....	62
3.1.5.5.	Potencia para accionar la sierra, $P_s$ .....	63
3.1.5.6.	La potencia necesaria de desmotado, $P_d$ .....	63
3.1.6.	Cálculo de Potencia de Eje de Limpieza ( $P_{el}$ ) .....	64
3.1.7.	Cálculo de engranajes entre eje desmotador y eje de limpieza .....	67
3.1.8.	Cálculo de Correas Trapezoidales entre el eje de desmotado y el eje del motor. ....	71
3.1.8.1.	Cálculo de la potencia de diseño, .....	71
3.1.8.2.	Selección de la sección de la correa, .....	71
3.1.8.3.	Cálculo de la relación de transmisión .....	72
3.1.8.4.	Elección de los diámetros primitivos de las poleas, .....	72
3.1.8.5.	Verificar de la distancia entre ejes, es correcta .....	72
3.1.8.6.	Longitud primitiva de la correa .....	72
3.1.8.7.	Factor de corrección de la longitud correa .....	72
3.1.8.8.	Determinación del ángulo de contacto en grados .....	73
3.1.8.9.	Factor de corrección del arco de contacto .....	73
3.1.8.10.	Velocidad de la correa .....	73
3.1.8.11.	Prestación base .....	73
3.1.8.12.	Determinar la potencia efectiva por correa .....	73
3.1.8.13.	Determinar la cantidad de correas .....	73
3.1.8.14.	Resultado del cálculo .....	73



3.1.9.	Cálculo del eje de desmotado .....	74
3.1.9.1.	Cálculo por resistencia del eje de desmotado .....	74
3.1.10.	Selección de rodamientos .....	86
3.1.10.1.	Definición de la vida de rodamientos .....	86
3.1.10.2.	Selección de rodamientos para el eje de desmotado .....	86
3.1.10.3.	Selección de rodamientos para el eje de limpieza .....	87
3.1.11.	Selección del motor .....	89
3.1.12.	Cálculo de tornillos entre tambor de madera y acople transmisor de potencia.....	91
3.1.12.1.	Cálculo elasticidad del perno.....	94
3.1.12.2.	Cálculo elasticidad de la placa.....	94
3.1.12.3.	Fuerza de aplastamiento .....	94
3.1.12.4.	Fuerza de tensión en el montaje.....	94
3.1.12.5.	Fuerza de tensión admisible en el montaje .....	95
3.1.12.6.	Verificación de la fluencia del tornillo .....	95
3.1.12.7.	Verificación de la fatiga del tornillo .....	95
3.1.12.8.	Verificación del momento de ajuste .....	96
3.1.13.	Calculo de la tolva.....	96
3.2.	Dimensionamiento de los elementos de la desmotadora.....	98
3.3.	MODELO VIRTUAL DE LA MAQUINA .....	111
4.	DISCUSIÓN .....	113
5.	CONCLUSIONES .....	114
6.	SUGERENCIAS .....	115
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	116
8.	ANEXOS .....	117
8.1.	Análisis de costos.....	117
8.1.1.	Presupuesto de la máquina desmotadora .....	117
8.1.2.	Instalación .....	118
8.1.3.	Mano de obra.....	118
8.1.4.	Energía eléctrica.....	118
8.1.5.	Ingreso semestral.....	118

8.3.	Selección de correas .....	119
8.3.1.	Coeficiente de corrección de la potencia .....	119
8.3.2.	Elección de la sección de la correa .....	120
8.3.3.	Diámetro primitivo de las poleas .....	121
8.3.4.	Longitud primitiva nominal .....	122
8.3.5.	Factor de corrección en función de la longitud de la correa.....	123
8.3.6.	Factor de corrección del arco de contacto.....	124
8.4.	Dimensiones del rodamientos.....	125
8.5.	Selección de motores.....	126
8.6.	Parámetros para estimar la medida del perno .....	127
8.7.	Longitud del perno entre las partes sujetadas .....	128
8.8.	Fuerza de tensión admisible durante el montaje, según VDI 2230 .....	129
8.9.	Valores nominales de los pernos. ....	130

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la fibra según Micro naire.....	26
Tabla 2 Clasificación por la longitud de fibra de algodón. ....	26
Tabla 3. Clasificación por la resistencia de la fibra de algodón.....	26
Tabla 4. Relación RPM, diámetro y velocidad de corte en hojas de sierras circulares .....	36
Tabla 5. Diámetro mínimo de poleas. ....	39
Tabla 6. Valoración técnica para calificar .....	50
Tabla 7. Valoración económica .....	51
Tabla 8. Evaluación de soluciones .....	51
Tabla 9. Características de la sierra circular .....	60
Tabla 10. Cálculo de la potencia de desmotado .....	64
Tabla 11. Elementos del eje de limpieza .....	65
Tabla 12. Momentos de masa de los elementos del eje de limpieza .....	65
Tabla 13. Tiempo de puesta en marcha de los motores eléctricos.....	66
Tabla 14. Valores iniciales de los parámetros de diseño de los engranajes .....	68
Tabla 15. Notaciones de parámetros de los engranajes.....	68
Tabla 16. Características geométricas de los engranajes .....	70
Tabla 17. Valores y notaciones a utilizar en el cálculo de las correas.....	71
Tabla 18. Características del motor NV-200M DELCROSA .....	90
Tabla 19. Datos iniciales para el diseño de los pernos .....	92
Tabla 20. Características geométricas principales de tornillo M6-8.8. ....	93

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 Morfología del algodón.....	25
Figura 2. Maquina desmotadora .....	27
Figura 3. Sistema de sierras y costillas. ....	28
Figura 4 Sistema de tambor giratorio y cuchilla fija. ....	29
Figura 5. Transmisión de potencia entre Faja y poleas.....	31
Figura 6. Geometría de la tolva .....	32
Figura 7. Acción entre dientes.....	33
Figura 8. Elementos de un sierra circular .....	35
Figura 9. Transmisión por correa.....	41
Figura 10. Potencia corregida.....	42
Figura 11. Modelo 1 de la desmotadora de algodón.....	49
Figura 12. Modelo 2 de la desmotadora de algodón.....	49
Figura 13. Vista isométrica de la maquina desmotadora de algodón.....	52
Figura 14. Vista frontal de la máquina desmotadora de algodón.....	53
Figura 15. Vista lateral de la máquina. ....	53
Figura 16. Sistema de sierras y costillas. ....	54
Figura 17. Transmisión de potencia: eje de limpieza al eje de desmotado. ....	54
Figura 18. Etapas de la desmotadora de algodón .....	57
Figura 19. . Movimiento circular de la sierra circular .....	61
Figura 20. Distribución de fuerzas en los dientes efectivos de la sierra. ....	62
Figura 21. Montaje del eje de limpieza .....	64
Figura 22. Movimiento rotacional de los ejes .....	67
Figura 23: Fuerza producida por la polea .....	74
Figura 24. Fuerzas actuantes entre los engranajes.....	76
Figura 25. Diagrama de cuerpo libre del eje de desmotado.....	77
Figura 26. Diagrama de carga plano xy .....	77
Figura 27. Diagrama de carga plano yz.....	78
Figura 28. Diagrama de fuerzas cortantes. ....	79
Figura 29. Diagrama de momentos flectores. ....	79
Figura 30. Diagrama de momento torsor en el eje y. ....	80
Figura 31. Puntos críticos en el eje de desmotado .....	80
Figura 32. Momento torsor y flector en los punto crítico 1 en el eje de desmotado .....	80
Figura 33. Unión atornillada entre acople y tambor de madera .....	91
Figura 33 Cargas sobre los tornillos.....	91
Figura 35. Detalle de la junta.....	92
Figura 36. Geometría de la tolva. ....	97

Figura 37. Dibujo del eje de desmotado.....	98
Figura 38. Dibujo del eje de limpieza.....	99
Figura 39. Dibujo del engranaje del eje de desmotador.....	100
Figura 40. Dibujo del engranaje del eje de limpieza.....	101
Figura 41. Dibujo de la brida del tambor de limpieza.....	102
Figura 42. Dibujo del tambor de limpieza.....	103
Figura 43. Dibujo de la escobilla del tambor. ....	104
Figura 44. Dibujo de la tolva.....	105
Figura 45. Dibujo de la costillas de separación de pepa y fibra del algodón .....	106
Figura 46. Dibujo de la Guarda de los poleas de transmisión del motor a la eje de desmotador..	107
Figura 47. Dibujo de la caja de recolección de la pepa de algodón. ....	108
Figura 48. Dibujo de la caja de recojo de la fibra de algodón.....	109
Figura 49. Dibujo de chasis de montaje de los elementos de la máquina desmotadora.....	110
Figura 50. Ensamblaje de la Máquina desmotadora de algodón.....	111
Figura 51. Vista explosionada de la Máquina desmotadora de algodón. ....	112

## RESUMEN

El presente trabajo de desarrollo de la tesis comprende el diseño de una máquina desmotadora de 200kg/h de algodón áspero con las siguientes características:

- Potencia: 17 hp.
- Rpm de la maquina: 700.
- Rpm del motor: 1750.
- N° de sierras: 40.
- La relación de transmisión es de: 2.5.
- Se selección el modelo de faja B81.

Las dimensiones de la máquina desmotadora son: 1.20m de largo por 1.40m de ancho y una altura de 1.60m, provista de guardas de seguridad para las zonas donde existen poleas o engranajes de transmisión de potencia. La energía suministrada es por medio de un motor eléctrico de corriente alterna trifásica.

El algodón ingresa a la máquina a través de una tolva que alimenta al sistema de desmotado. El desmotado del algodón es realizado mediante un mecanismo conocido como sistema de sierras y costillas. Este sistema es el más eficiente porque nos proporciona menos consumo de energía eléctrica y un mejor rendimiento en el desmotado del algodón. Finalmente la recolección de los productos de salida es realizada en dos depósitos, uno para fibra y otro para semilla.

En la primera parte de la presente tesis se describe la realidad problemática en el proceso de la obtención de la fibra de algodón, de este modo nos encontramos en la necesidad de dar solución a un problema, el objetivo general es una alternativa de como poder optimizar el proceso de desmote del algodón, y de esta manera mejorar las cualidades requeridas para su posterior uso industrial.

Finalmente para mejorar la actividad algodonera en el departamento de san Martín, realizamos el diseño de una maquina desmotadora de algodón propuesto en la presente tesis.

El trabajo propio de diseño, se realizó aplicando la metodología y los conocimientos utilizados en los cursos que me brindo la especialidad de Ingeniería Mecánica de la Universidad cesar Vallejo. Los planos de fabricación y dimensión de los elementos de la maquina están acompañados en los resultados.

La carencia de centros desmotadores para medianos y pequeños agricultores en el proceso de desmotado del algodón, hace que la presente tesis sea una propuesta válida para la solución de la necesidad a cubrir.

Se adjunta al trabajo, conclusiones y anexos utilizados.

## ABSTRACT

This development work of the thesis involves the design of a gin machine 200kg / h rough cotton with the following characteristics:

- Power: 17 hp.
- RPM of the machine: 700.
- Engine rpm: 1750.
- Number of saws: 40.
- The gear ratio is: 2.5.
- The belt selection model B81.

The dimensions of the cotton gin are 1.20m long by 1.40m wide and 1.60m height, provided security guards for areas where there are pulleys or gears for power transmission. The energy is supplied by an AC electric motor phase.

The cotton enters the machine through a hopper which feeds the ginning system. The ginned cotton is carried by a mechanism known as Saw system and ribs. This system is more efficient because it provides less power consumption and better performance in cotton ginning. Finally the product collection is carried out in two tanks, one for another fiber and seed.

In the first part of this thesis describes the problematic reality in the process of obtaining the cotton fiber, thus we are in the need of solving a problem, the overall objective is an alternative as to optimize the cotton ginning process, and thus improve the qualities required for further industrial use.

Finally, to improve the cotton in the department of San Martin, we design a cotton gin proposed in this thesis.



Own design work was conducted using the methodology and the knowledge used in the courses they offered me the specialty of Mechanical Engineering at the University Cesar Vallejo. Manufacturing drawings and dimension of the machine elements are accompanied by the results.

Lack of ginner's centers for medium and small farmers in the cotton ginning process, makes this thesis is a valid proposal for the solution of the need to cover.

Attached to the work, conclusions and annexes used.