



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TEMA:

“MÁQUINA DESENVAINADORA DE ARVEJA FRESCA
PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL.”

AUTOR: Sergio Israel Yamberla Machado

DIRECTOR: Ing. Carlos Villareal

Ibarra-Ecuador

2017

Universidad Técnica del Norte 2017

Reservados todos los derechos de reproducción



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100355950-5	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Yamberla Machado Sergio Israel	
DIRECCIÓN:		Imbabura, Ibarra	
EMAIL:		Israelpower9@gmail.com	
TELÉFONO FIJO:		06 295 6133	TELÉFONO MÓVIL: 09 92 87 52 86

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	MÁQUINA DESENVAINADORA DE ARVEJA FRESCA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL
AUTOR:	Yamberla Machado Sergio Israel
FECHA:	Julio del 2016
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	Pregrado
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Villareal.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Sergio Israel Yamberla Machado, con cédula de identidad Nro. 100355950-5, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Sergio Israel Yamberla Machado

Cédula: 100355950-5

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de Julio de 2017

EL AUTOR:



Sergio Israel Yamberla Machado

Cédula: 100355950-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Sergio Israel Yamberla Machado**, con cédula de identidad Nro. **100355950-5**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **"MÁQUINA DESENVAINADORA DE ARVEJA FRESCA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL."**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 11 días del mes de Julio de 2017


.....
Nombre: Sergio Israel Yamberla Machado
Cédula: 100355950-5

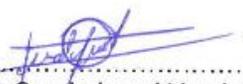


UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

DECLARACIÓN

Yo, Sergio Israel Yamberla Machado, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

Mediante la presente declaración concedo el derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.


.....
Nombre: Sergio Israel Yamberla Machado
Cédula: 100355950-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica con el tema MÁQUINA DESENVAINADORA DE ARVEJA FRESCA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL, fue desarrollado por el Sr. Sergio Israel Yamberla Machado, bajo mi dirección.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Carlos Villareal", is enclosed in a light blue oval.

Ing. Carlos Villareal
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

AGRADECIMIENTO

Agradezco al personal docente de carrera de Mecatrónica por haberme impartido sus conocimientos para el desarrollo de la presente tesis, así también a las personas que de alguna forma se involucraron en el desarrollo de este proyecto. A todos ellos les debo mucha gratitud.

Sergio I. Yamberla



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, que siempre estuvieron ahí para motivarme y darme la mano cuando lo necesitaba, a mi padre y madre, Jorge Yamberla y Teresa Machado, también a mi hermano Fernando que siempre me empujó a seguir adelante.

Sergio I. Yamberla

RESUMEN

Con el presente proyecto de titulación se ha buscado un método adecuado para desenvainar guisantes frescos para comerciantes en el mercado mayorista de la ciudad de Ibarra. Las necesidades de dicho mercado son varias, entre la cual está el desenvainamiento de arveja fresca, así como de otras legumbres también. Para cumplir con este propósito, se ha realizado una selección completa del método apropiado para el desprendimiento de hachas, una vez que se ha seleccionado el sistema, se buscan las cantidades apropiadas, así como una selección de materiales. Como resultado, se ha construido el sistema y se han llevado a cabo las pruebas pertinentes. Se consideran los requerimientos del usuario, ya que la máquina debe satisfacer todos ellos

ABSTRACT

The present investigation has been oriented to the search of a suitable method to sheller fresh peas for merchants in the wholesale market of the city of Ibarra. To fulfill this purpose, a thorough selection of the appropriate method for peeling hash has been made, once the system has been selected, the appropriate quantities are searched, as well as a selection of materials. As a result, the system has been built and the relevant tests have been carried out. The requirements of the user are considered, since the machine must satisfy all of them.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO 1	1
1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 OBJETIVO GENERAL	2
1.3 OBJETIVO ESPECIFICOS	2
1.4 JUSTIFICACION	2
1.5 ALCANCE	3
1.6 LIMITACIONES.....	4
2 CAPITULO 2	6
2.1 INTRODUCCIÓN	6
2.2 ANTECEDENTES	7
2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	12
2.3.1 SISTEMAS DE DESENVAINADORAS.....	12
2.3.1.1 Sistema de Rodillos	13
2.3.1.2 Uso de cuchilla.....	14
2.4 GLOSARIO DE TERMINOS.....	16
3 CAPITULO 3	18
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACION	18
3.2.1 ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE DESENVAINADORAS.....	18

3.2.2	ANÁLISIS CONCLUYENTE DE LOS DIFERENTES SISTEMAS.....	23
3.2.3	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS MÁQUINAS DESENVAINADORAS	27
4	CAPITULO 4	35
4.1	DISEÑO DE LA MÁQUINA DESENVAINADORA DE ARVEJA FRESCA	35
4.1.1	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MAQUINA	36
4.1.2	SISTEMA DE RODILLOS DESENVAINADORES	42
4.1.2.1	EJE O ALMA DEL RODILLO	43
4.1.2.2	EJE DE RODILLO DE SOPORTE	44
4.1.2.3	EJE DE RODILLO MOTRIZ PRINCIPAL	45
4.1.2.4	RECUBRIMIENTO	46
4.2	DISEÑO DE CÁMARA DE ENTRADA	49
4.2.1	MATERIAL.....	49
4.2.2	GEOMETRÍA	50
4.2.2.1	SISTEMA DE VIBRACIÓN.....	57
4.2.2.2	CANAL DE SALIDA	59
4.2.3	DISEÑO DE CONTROL Y RESPUESTA	60
5	CAPITULO 5	70
5.1	CALCULO DE LOS RODILLOS Y POTENCIA	70
5.1.1	Calculo de ejes de rodillos.....	70
5.1.2	Calculo del vulcanizado	74

5.1.3	Calculo del eje de transmisor.....	80
5.1.4	Calculo del eje de excéntrica.....	85
5.2	CÁLCULO DE LA POTENCIA.....	90
5.3	CALCULO ESFUERZOS:	94
5.3.1	El esfuerzo de flexión	94
5.3.2	El esfuerzo de torsión	96
5.3.3	Calculo de la resistencia de la fatiga (Se).....	97
5.4	CALCULO DEL DIMENSIONES DE LAS POLEAS	100
6	CAPÍTULO 6	103
6.1	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	103
6.2	ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO	108
6.2.1	COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	108
6.2.2	COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	109
6.2.3	COSTO TOTAL	109
6.3	VALIDACIÓN DEL DISPOSITVO.....	110
	CONCLUSIONES.....	111
	RECOMENDACIONES	112
	BIBLIOGRAFÍA	113
	ANEXOS	116
	ANEXO 1	116

ANEXO 2	118
ANEXO 3	120
ANEXO 4	121
ANEXO 5	122
ANEXO 6	123
ANEXO 7	124
ANEXO 8	125
ANEXO 9: MANUAL DE USUARIO	126
ANEXO 10: PLANOS.....	129

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Ponderación de sistemas según el precio	24
Tabla 3.2 Ponderación de sistemas según la seguridad	24
Tabla 3.3 Ponderación de sistemas según la velocidad de procesamiento	25
Tabla 3.4 Ponderación de sistemas según maltrato al producto	25
Tabla 3.5 Ponderación de sistemas según la disponibilidad comercial	26
Tabla 3.6 Comparación de sistemas según ponderaciones	26
Tabla 3.7 Guía para ponderación de maquinas	32
Tabla 3.8 Criterios de selección	32
Tabla 3.9 Análisis comparativo de las maquinas desenvainadoras	33
Tabla 5.1 Resultados de ensayos usando dinamómetro sobre lo rodillos	91
Tabla 5.2 Condición superficial de Marin	98
Tabla 5.3 Ratio de supervivencia de aceros	99
Tabla 6.1 Costos directos de fabricación	108
Tabla 6.2 Costos indirectos de fabricación	109
Tabla 6.3 Costo Total	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Pea Sheller, Walker John M.....	7
Figura 2.2 Pea Sheller, Smith Willard C.	9
Figura 2.3 Bean and Pea Sheller, Russell Burrell B	11
Figura 2.4 Sistema de rodillos, Southern Matters (Matters, 2014)	13
Figura 2.5 Usos de cuchillas, Mother Earth News (News, 2015).....	14
Figura 2.6 Longitud de la vaina de arveja, Belén Ruiz (Ruiz, 2013).....	16
Figura 3.1 Vista de perfil del sistema de rodillos	19
Figura 3.2 Vista del sistema de uso de cuchilla.....	21
Figura 3.3 Taylor Mini Pea Sheller, Kerry Clabaugh (Clabaugh, 2015).....	27
Figura 3.4 Robito-Vaina Baby, Pelamatic (Pelamatic, 2017).....	28
Figura 3.5 Mr. Pea Sheller, 855sheller (Sheller, 2016).....	29
Figura 3.6 The Two Bushel Pea And Bean Sheller, Thomson Industries Inc.	30
Figura 3.7 Peas Peeling Machine, Kaifeng Rainbow (Rainbow, 2016)	31
Figura 4.1 Modelo de la máquina desenvainadora.....	36
Figura 4.2 Vista lateral del bastidor (magnitudes en centímetros).....	37
Figura 4.3 Vista frontal del bastidor (magnitudes en centímetros)	37
Figura 4.4 Vista superior del bastidor (magnitud en centímetros)	39
Figura 4.5 Simulación de 147 N aplicada al bastidor	40
Figura 4.6 Análisis estático tensión nodal Stress sobre el bastidor.....	41
Figura 4.7 Simulación de desplazamiento estático sobre el bastidor	41
Figura 4.8 Vista lateral del eje del rodillo de soporte (magnitudes en centímetros)	44
Figura 4.9 Vista Isométrica del eje del rodillo de soporte	45

Figura 4.10 Vista lateral del eje de rodillo motriz (magnitud en centímetros)	45
Figura 4.11 Vista isométrica del eje motriz del rodillo	46
Figura 4.12 Rodamiento comercial 6201	48
Figura 4.13 Vista de ángulos en zigzag de 90, 120 y 60 grados	52
Figura 4.14 Análisis geométrico del grosor de la arveja fresca con respecto a una hendidura zigzag de 90 grados (magnitudes en milímetros).....	53
Figura 4.15 Vista de perfil de una sección de la bandeja de entrada (magnitud en milímetros).....	54
Figura 4.16 Vista lateral y frontal del diseño final de la bandeja de entrada con sus respectivas magnitudes expresadas en centímetros.....	54
Figura 4.17 Vista isométrica de la bandeja de entrada que orienta las vainas de arveja	55
Figura 4.18 Vista lateral y frontal de la bandeja base de la cámara de entrada, magnitudes en centímetros	56
Figura 4.19 Vista isométrica de la bandeja base en la cámara de entrada	56
Figura 4.20 Ejemplo de sistema de vibración.....	57
Figura 4.21 Chumacera UCP 205	58
Figura 4.22 Vista superior y lateral del canal de salida (magnitudes en centímetros)	59
Figura 4.23 Vista isométrica del canal de salida	60
Figura 4.24 PLC LOGO 230RC.....	61
Figura 4.25 Diagrama de conexiones al PLC	62
Figura 4.26 Vista isométrica de la tapa de la máquina.....	63
Figura 4.27 Vista de un sensor final de carrera.....	63

Figura 4.28 Motor de 1 hp	64
Figura 4.29 MC-18B Metasol Contactor (Actrol Pty Ltd)	65
Figura 4.30 Relé Térmico, (Metasol)	66
Figura 4.31 Diagrama de potencia del motor controlado por PLC.....	67
Figura 4.32 Flujograma del PLC.....	68
Figura 4.33 Diagrama del programa de control	69
Figura 5.1 Dimensiones del rodillo motriz	70
Figura 5.2 Dimensiones del rodillo de soporte	72
Figura 5.3 Dimensiones del vulcanizado de los rodillos	74
Figura 5.4 Diagrama de cuerpo libre del rodillo.....	78
Figura 5.5 Ilustración de reacciones del rodillo	79
Figura 5.6 Diagrama de corte del rodillo	79
Figura 5.7 Diagrama de momento del rodillo.....	80
Figura 5.8 Diagrama de cuerpo libre del eje transmisor	83
Figura 5.9 Ilustración de reacciones del eje transmisor	84
Figura 5.10 Diagrama de corte del eje transmisor.....	85
Figura 5.11 Diagrama de momento del eje transmisor.....	85
Figura 5.12 Diagrama de cuerpo libre de eje de la excéntrica	88
Figura 5.13 Ilustración de reacciones en el eje de la excéntrica	89
Figura 5.14 Diagrama de corte del eje de la excéntrica	90
Figura 5.15 Diagrama de momento del eje de la excéntrica	90
Figura 5.16 Transmisión de velocidad en 3 poleas	101
Figura 6.1 Vista frontal del bastidor construido	103
Figura 6.2 Vista isométrica del bastidor contruido.....	104

Figura 6.3 El eje y excéntrica usada en la maquina	105
Figura 6.4 Montaje de las bandejas y tapa de protección sobre el bastidor	105
Figura 6.5 Vista del conjunto rodillo, poleas, bandejas de entada, tapa de protección	106
Figura 6.6 Visa de caja de paso	107
Figura 6.7 Montaje de dispositivos electrónicos	108

CAPITULO 1

TITULO

Maquina desenvainadora de arveja fresca para la industria artesanal.

1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA

El desarrollo de la actividad comercial al mayoreo de legumbres y demás productos agrícolas que son cosechados en la región norte o transportados de otros lugares se lo desarrolla en el Mercado Mayorista de la ciudad de Ibarra. En dicho mercado se dedican a la compra y venta de productos agrícolas, siendo la arveja uno de los productos a comercializar tanto en estado con vainas o en estado de solamente granos.

Actualmente la comercialización de la arveja fresca desenvainada tiende a venderse a mejor precio que en estado con vaina. Dada esta realidad los señores comerciantes obtienen el producto desenvainado utilizando la forma manual, es decir desenvainando el producto con las manos. Este proceso toma más tiempo y generalmente tiende a involucrar a dos o más personas en dicha actividad. Algunas personas que realizan a actividad de desenvainar las vainas presentan cicatrices y maltrato, esto debido a que en muchas ocasiones se usan artefactos cortantes para el desenvainado de arveja fresca.

Debido a esta situación se ha visto la necesidad de buscar una alternativa para mejorar esta situación, siendo esta alternativa la adquisición de una maquina capaz de desgranar o desenvainar la arveja en estado fresco.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una máquina desenvainadora de arveja fresca para la industria artesanal de la ciudad de Ibarra.

1.3 OBJETIVO ESPECIFICOS

- Seleccionar el método de desenvainado de arveja fresca.
- Diseñar el sistema mecánico y de control que permita desenvainar la arveja fresca.
- Construir la máquina la cual utilice materiales y dispositivos que optimicen el costo de la fabricación, para su fácil adquisición.
- Validar el diseño mecánico y sistema de control.
- Elaborar un manual de usuario para el correcto uso de la maquina desenvainadora.

1.4 JUSTIFICACION

La importancia que tiene el presente proyecto radica en la optimización de tiempo, recursos humanos, ámbito comercial y salud en las personas.

Este proyecto tendría un impacto económico beneficioso para el propietario de la maquina desenvainadora de arveja fresca, ya que con el uso de esta máquina se ahorra el pago de varias personas que desenvainen el producto.

El proceso de desenvainado de la arveja fresca el cual actualmente se lo viene realizando de forma manual la cual además de ser un proceso lento tiene como consecuencias sobre las personas que lo realizan tales como el cansancio o la fatiga en las personas, dolores en el cuello y espalda. Con el uso de una maquina el maltrato y el cansancio de la persona que sé que encarga a esta actividad mejoraría su calidad de vida y salud notoriamente.

El tiempo de desenvainado mejoraría notablemente debido a que para desenvainar un total de 50 libras requiere de un total de tres personas realizando esta actividad durante una mañana de trabajo, es decir 5 horas, pero con el uso de la maquina se puede lograr el mismo resultado en alrededor de una hora con un solo operario.

1.5 ALCANCE

Dentro del presente proyecto se diseña y construye las bandejas de almacenamiento temporal de las vainas de arveja fresca con una adecuada geometría, así como una correcta selección del material de fabricación.

También se buscará las correctas dimensiones geométricas de los elementos que están en contacto con la arveja fresca, los cuales son relevantes para evitar maltratos en el producto, como lo el juego de rodillos y canal de salida del producto final.

El área que ocupe la máquina deberá de ser de 2m² aproximadamente para su ubicación dentro del local, por lo cual no sobrepasara dicha área.

También se buscará validar mediante pruebas la velocidad y la potencia necesarias para el correcto funcionamiento de la maquina desenvainadora de arveja fresca.

Constará de un método de seguridad para prevenir posibles accidentes, el cual no permitirá la operación de la máquina sin que la seguridad este colocada.

El presente proyecto no contempla construcción de tolva o de sistemas regulables por el usuario común.

1.6 LIMITACIONES

El presente proyecto se limita a los siguientes puntos:

La falta de un material en el medio comercial local, en tal caso se puede sustituir dicho material usando por otro que sea idóneo para el proyecto.

Falta del dispositivo correcto para vibraciones, en dicho caso se puede optar por una opción acorde.

Falta de equipos técnicos para medir la eficiencia de la máquina, sin embargo, se pueden realizar pruebas para elegir la opción adecuada.

CAPITULO 2

GENERALIDADES Y ESTUDIO DEL ARTE

2.1 INTRODUCCIÓN

En el momento actual el desenvainado de la arveja fresca en el local de comercialización en el mercado mayorista se lo realiza de forma manual. Es decir, se lo realiza utilizando las manos, desenvainando una por una cada vaina de arveja fresca, lo cual afecta de manera muy notoria en el rendimiento de granos de arveja obtenidos ya que aproximadamente se obtienen diariamente un promedio cercano a 50 libras de arveja fresca desgranada. Esta actividad se la realiza con tres personas si están disponibles, las cuales presentan cansancio y estrés después de realizar el desenvainado. ¿Cómo poder desenvainar la arveja disminuyendo el tiempo y mano de obra para satisfacer la demanda de este producto?

Se puede mejorar el rendimiento del proceso de desenvainado utilizando el método y maquina apropiada y herramientas adecuadas, así como optimizando recursos. Con esta herramienta se espera lograr que el tiempo de desenvainado disminuya considerablemente, es decir que lo que se lograba en un día de labor se alcance en un tiempo inferior.

Se fabricará una maquina desenvainadora para disminuir el tiempo y aumentar la eficiencia del desenvainado de arveja fresca. La desenvainadora aumentará la producción, utilizará menos personal.

2.2 ANTECEDENTES

El dispositivo para desenvainar una arveja, Peas Sheller, con el número de patente US2807267 (M., 1955). fue elaborado en febrero 10 de 1955 por Walker John M.

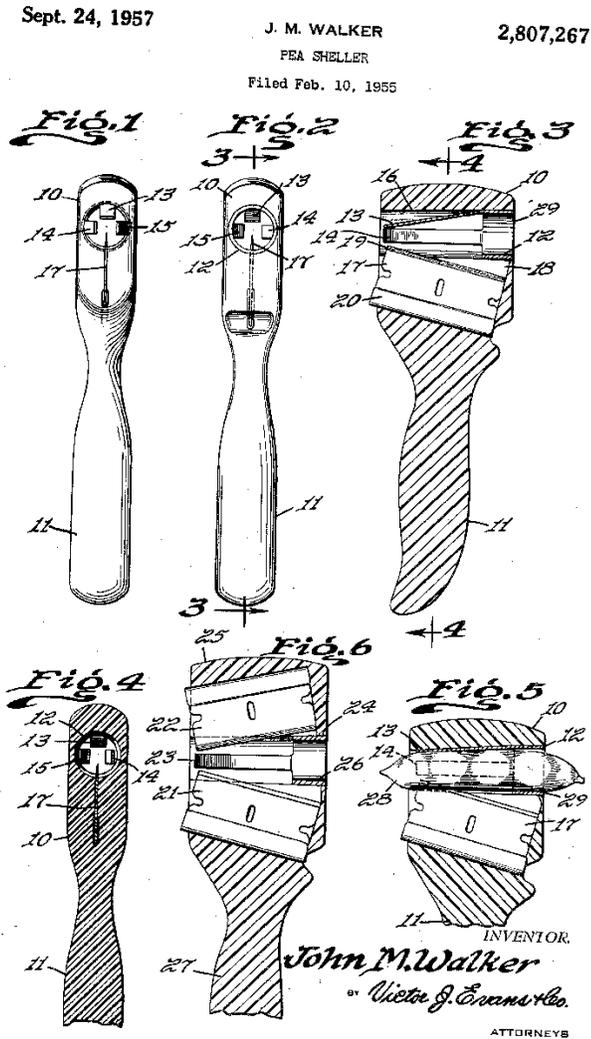


Figura 2.1 Pea Sheller, Walker John M.

El propósito de esta invención Figura 2.1 es proporcionar medios para retirar las arvejas de las cáscaras, por lo que se evita la necesidad de abrir una cáscara con

la uña del pulgar de un individuo y retirar las arvejas de la cáscara haciendo pasar un dedo a través de la cáscara.

Con esta idea en mente, esta invención contempla un desbastador de guisantes que tiene una cuchilla afilada para abrir definitivamente las vainas o envolturas y también dedos de resorte para guiar el guisante hacia la cuchilla por lo que se proporcionan ranuras continuamente dispuestas longitudinalmente en las vainas.

Dado lo observado se puede concluir que el objeto de esta invención es únicamente el abrir las vainas o envolturas para la fácil extracción de los granos de arveja fresca, de una vaina a la vez

El dispositivo para desenvainar una arveja, Pea Sheller, con el número de patente US3026877 (C., 1959) fue elaborado en septiembre 10 de 1959 por Smith Willard C.

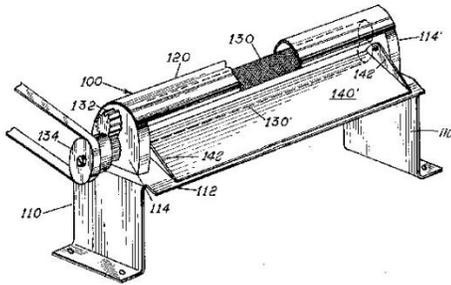


FIG. 1

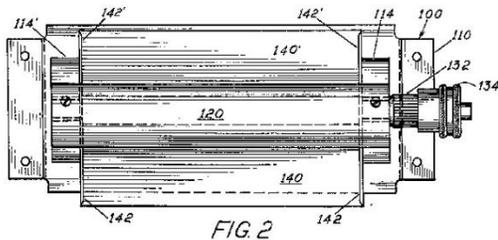


FIG. 2

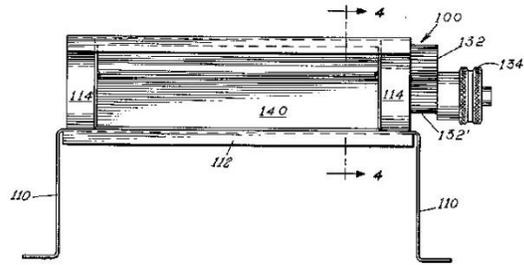


FIG. 3

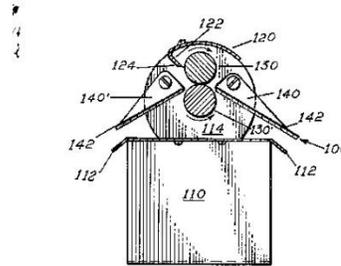


FIG. 4

INVENTOR
WILLARD C. SMITH
BY *John Gibson Semmes*
ATTORNEY

Figura 2.2 Pea Sheller, Smith Willard C.

La presente invención en la Figura 2.2 se refiere a medios para eliminar arvejas y semillas comestibles envueltas en vainas. El dispositivo para retirar semillas de vainas comprenden rodillos superior e inferior opuestos separados entre sí de una distancia ligeramente inferior al espesor medio de las vainas y dentadas en forma de crujiados entrecruzados, una plataforma de alimentación de vainas ajustable alrededor de un pivote Paralelo al eje de los rodillos opuestos, pudiendo posicionarse dicha plataforma de forma arqueada con respecto a la separación entre rodillos opuestos, medios de descarga de vaina situados hacia atrás

adyacentes al rodillo y ajustables alrededor de un pivote que es paralelo al eje del rodillo, un extremo de dichos medios de descarga siendo desplazable arqueadamente dentro y fuera del contacto de rascado con el rodillo inferior, el extremo biselado en su borde inferior adyacente al rodillo inferior, un raspador adyacente al rodillo superior que incluye un medio de cubierta que abarca parcialmente dicho rodillo superior y medios conectados a dichos rodillos para efectuar un movimiento de contra-rotación a dichos rodillos, estando dicha cubierta sobre el rodillo superior y curvada hacia atrás, formando un rascador alineado axialmente para dicho rodillo superior, el extremo libre de la cubierta curvilíneo para proporcionar un escudo para confinar guisantes descascarados y residuos al dispositivo (C., 1959).

Se puede concluir que es dispositivo que usa rodillos tangentes tiene la capacidad de procesar varias vainas de arveja simultáneamente, sin embargo, no se especifica el método de cómo es alimentado de vainas de arveja al dispositivo.

El dispositivo para desenvainar una frejol y arveja, Bean and pea sheller, con el número de patente US2820459 (B., 1955) fue elaborado en septiembre 9 de 1955 por Russell Burrell B. se puede observar en la Figura 2.3.

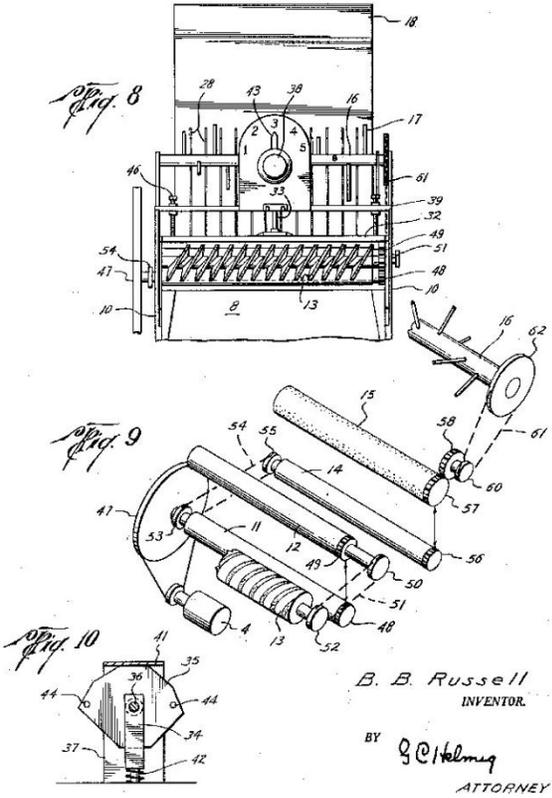
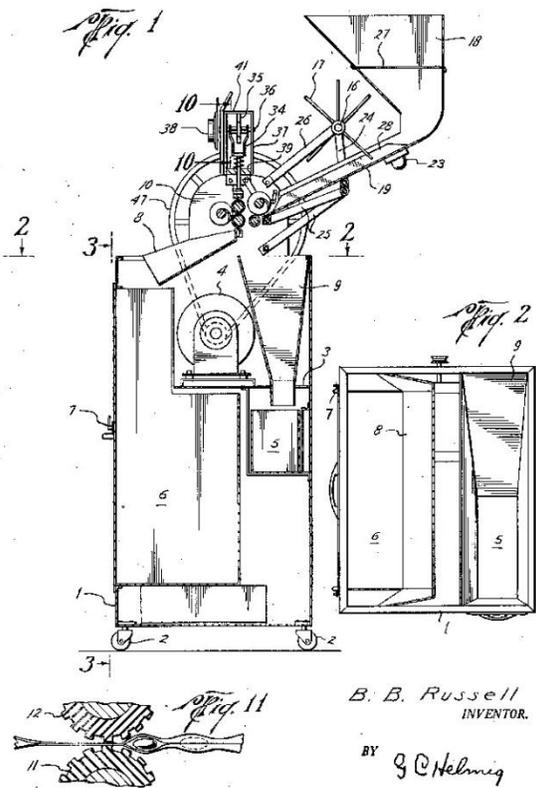


Figura 2.3 Bean and Pea Sheller, Russell Burrell B

Este dispositivo además de realizar el pelado de arvejas, también lo hace con frejol y proporciona una disposición para mantener limpias las superficies del rodillo de presión en todo momento, frotándolas continuamente durante el uso por un solo cepillo de cerdas rotativas cuya dirección de rotación y posición en el lado de descarga de la máquina dirige la vaina separada. Un cepillo de cerdas giratorio algo similar coopera con un rodillo de alimentación en el lado de entrada de los rodillos de presión, tanto para mantener limpio el rodillo de alimentación como para ayudar a avanzar y guiar las vainas moviéndose longitudinalmente entre las cerdas de

cepillo dentro del espacio entre la presión de los rodillos. Para asegurar aún más la presentación de las vainas que se aproximan longitudinalmente hacia los rodillos de presión, una bandeja de alimentación que se extiende hacia abajo conduce desde una tolva de suministro y se subdivide en una serie de carriles estrechos de lado a lado. Todos los diversos rodillos y cepillos son preferiblemente accionados por potencia desde un motor común y tienen potencia transmitida para impulsarlos en direcciones relativas de rotación para efectuar adecuadamente la alimentación y la separación de las vainas (B., 1955).

De la invención propuesta por Russel Burrell se nota una clara sofisticación en cuanto a la forma en que se puede ingresar varias vainas de arveja al mismo, tiempo, también es de considerar que cuenta con un mecanismo de auto limpieza.

2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.3.1 SISTEMAS DE DESENVAINADORAS

Los sistemas de desenvainadoras encontrados generalmente son de este funcionamiento:

- Sistema de rodillos
- Uso de cuchilla

2.3.1.1 Sistema de Rodillos

El sistema de uso de cuchillas es el propuesto por Russell Burrell B y Smith Willard los cuales están registrados en la patente US2820459 y US3026877 correspondientes.

El sistema de rodillos se lo realiza usando dos o más rodillos, el cual trata de emular el método usado con las manos, es decir este tipo de desenvainadoras ejerce presión sobre la vaina o espiga para poderla romper y liberar sus granos.



Figura 2.4 Sistema de rodillos, Southern Matters (Matters, 2014)

Esto se lo logra haciendo pasar la vaina o espiga entre dos rodillos, los cuales trataran de absorber solo la cascara y dejando fuera a los granos. El número de rodillos varía de acuerdo con el estado de la legumbre a desenvainar, es decir si la legumbre se encuentra en estado fresco o verde, se necesitaría un poco más de

cuidado para no echar a perder el producto, por lo tanto, se necesitaría de pocos rodillos para no maltratar mucho el producto.

En caso de que el producto se encuentra deshidratado se tiene la tendencia a usar más rodillos para acelerar el proceso de desenvainado, ya que, en este caso al encontrarse el producto deshidratado, este tiende a encontrarse más duro y resistente a la acción de los rodillos

2.3.1.2 Uso de cuchilla

El sistema de uso de cuchillas es el propuesto por Walker John M. y registrada en la patente US2807267.

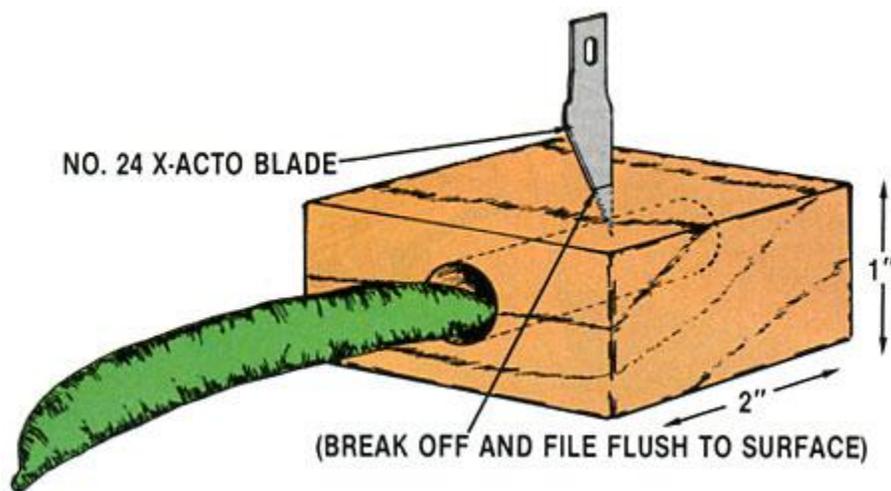


Figura 2.5 Usos de cuchillas, Mother Earth News (News, 2015)

Este sistema como se puede apreciar en la Figura 2.5, es más manual que automático o semiautomático, sin embargo, es usado de manera casera.

El sistema consta de un bloque de madera u otro material con un agujero cilíndrico que atraviesa de un extremo al otro, dicho agujero se ajusta al grosor de la vaina de arveja. Una cuchilla atraviesa ligeramente el agujero de forma perpendicular a este.

El funcionamiento del sistema consiste en introducir la vaina de arveja por el agujero de madera, mediante este paso se logra que la cuchilla corte ligeramente las espigas, de esta manera al salir la vaina al otro extremo del bloque de madera, esta se encuentra ya completamente abierta. Después se procede a separar la cascara o vaina de los granos de arveja.

El valor nutricional de la arveja realizado por el Servicio de Investigación Agrícola Departamento de Agricultura de los Estados Unidos está presente en el anexo 1.

“La vaina de arveja de calidad debe tener de largo entre 5 y 10 cm, con un diámetro de 2 cm aproximadamente. Las vainas deben ser de color verde, brillante, lisas y redondeadas, con 6 a 8 semillas en su interior. Las semillas deben estar en su

tamaño máximo, pero aún inmaduras, tiernas, con alta humedad, sin ser pastosas o duras” (Chile, 2014).

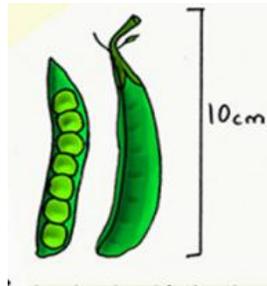


Figura 2.6 Longitud de la vaina de arveja, Belén Ruiz (Ruiz, 2013)

2.4 GLOSARIO DE TERMINOS

V	Volumen
d	diámetro
L	Longitud
W	Peso
m	masa
g	gravedad
I_y	Inercia en eje y
I_z	Inercia en eje z
I_{TR}	Inercia total
T	Torque
ω	Velocidad angular
n	Velocidad en rpm
P_M	Potencia del motor

P_o	Potencia transmitida
η	Eficiencia del motor
σ_a	Esfuerzo de flexión
σ_{max}	Esfuerzo máximo
σ_{min}	Esfuerzo mínimo
M_{max}	Momento máximo
Z	Módulo de la sección a analizar
σ_m	Esfuerzo de torsión
Z'	Módulo polar de la sección circular
S_e	Resistencia a la fatiga
S'_e	Límite de fatiga del material
S_{ut}	Resistencia Máxima del material
S_y	Límite de elasticidad
k_a	Factor de corrección por superficie
a	Factor a en Condición superficial de Marin
b	Exponente b en Condición superficial de Marin
k_b	Factor de corrección por temperatura
k_c	Factor de confiabilidad funcional
δ	Densidad

CAPITULO 3

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto se enfoca en dar al cliente una propuesta a una necesidad de tipo práctica por lo cual la línea de investigación que se persigue es proyectiva y en mejora de productos

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACION

Debido a que, si ha existido propuestas para la solución a la necesidad, pero sin embargo no todas se ajustan a la capacidad económica y de cantidad de producto que el cliente maneja, hecho para la cual se procede a investigar los sistemas de desenvainadoras y las maquinas desenvainadoras que existen, con su respectivo análisis.

3.2.1 ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE DESENVAINADORAS

La máquina desenvainadora de arveja fresca a realizar deberá de cumplir algunos requerimientos.

Debido a que el producto agrícola a tratar se encontrara en un estado verde, el sistema requerirá que el proceso no sea tan agresivo con el producto, pero al

mismo tiempo debe ofrecer fluidez en el proceso de desenvainado del producto y eventualmente con los mínimos errores en proceso.

El área que ocupará el sistema de desenvainado deberá ser igual o inferior a los 2 metros cuadrados, esto se lo hace debido a que el espacio disponible en local no es muy amplio y la persona encargada a sugerido esa dimensión. Debido a que se trata de un local pequeño y que la disponibilidad de una fuente de energía es únicamente eléctrica, se deberá tomar en cuenta que los actuadores deberán regirse a este tipo de energía a consumir.

Debido a que la existencia de sistemas de desenvainados se limita a dos sistemas ya expuestos en el capítulo número dos los cuales son:

- Sistema de rodillos tangentes
- Sistema del uso de cuchilla.

El sistema de rodillos tangentes

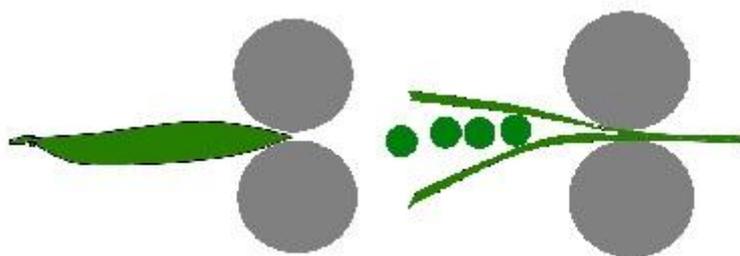


Figura 3.1 Vista de perfil del sistema de rodillos

El sistema de rodillos tangentes funciona mediante el uso de dos rodillos que se colocan de forma tangente, a unos de los rodillos se le aplicara movimiento circular sobre el eje. Una vez realizado esto se colocará la vaina de arveja fresca entre los dos rodillos, ante tal acción los rodillos arrastraran la vaina, permitiendo pasar hacia el otro extremo de los dos rodillos solo una parte de la vaina que será la cascar, esto se da porque la abertura entre los dos rodillos es demasiada pequeña para los granos de arveja, de esta manera se dejara a un extremo dos rodillos solo la cascara de arveja, y en el otro extremo los granos de arveja fresca.

Este sistema tiene ventajas como:

- Es un sistema comprobado
- Requiere de alimentación eléctrica (disponible en el local)
- El porcentaje de producto maltratado en el proceso es reducido.
- Los materiales son accesibles

Las desventajas de este sistema son:

- La mayoría de las desenvainadoras por rodillos tangentes no ofrecen seguridad al operario.

El sistema en sí parece muy rápido, pero también se tiene que tener en cuenta de que se trata de un producto agrícola, y por lo tanto no todos los granos tienen la misma dimensión, ni humedad, existe la posibilidad de que algunos granos resulten aplastados o que los rodillos permitan el paso de vainas muy delgadas hacia el otro extremo de los rodillos.

El sistema de uso de cuchilla

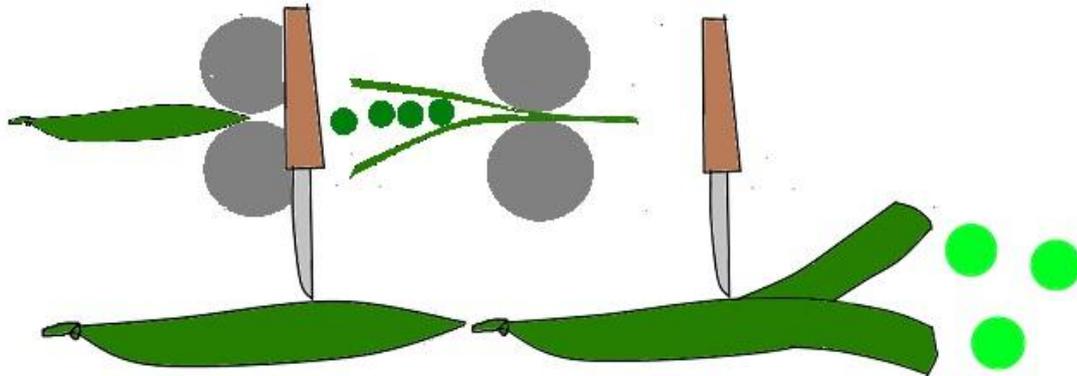


Figura 3.2 Vista del sistema de uso de cuchilla

Este sistema consiste en que el empleo de una cuchilla para poder una vaina de arvejas. El funcionamiento radica en la punta de la cuchilla rasgue la cascara de la arveja, creando de esta manera una abertura para la fácil salida de granos.

Debido a que el desvainado de arveja fresca mediante este sistema se lo hace de manera informal, la paga que recibe una persona que realiza esta actividad es de aproximadamente 7 dólares, por un día de trabajo, pudiendo una persona haber desvainado aproximadamente 50 libras de arveja fresca. Debido a este bajo precio por esta actividad, la mayoría de las personas que lo realizan son personas de la familia del negocio. Generalmente se emplea a dos o más personas para desvainar mayor cantidad del producto.

$$\begin{aligned} \text{Precio de desenvainado por libra} &= \frac{\text{Paga diaria aproximada}}{\text{Cantidad del producto desenvainado}} \\ &= \frac{7,00 \text{ USD}}{80 \text{ libra}} = 0,08 \text{ USD/libra} \end{aligned}$$

Debido a que se requiere constante mano de obra durante, se debe tomar en cuenta que la persona que realice esta labor lo realizara durante los días laborables es decir 20 días por mes, lo que conllevaría un costo de 20 días x 7 USD = 140 USD

El sistema de uso de cuchilla tiene las ventajas de:

- Es económico

El sistema de uso de cuchilla posee las desventajas de:

- No es un sistema comprobado
- Es de uso rudimental
- Las cuchillas tienden a cortar los granos junto con la vaina o cascara
- Poca eficiencia en la producción, ya que solo procesa una vaina a la vez.

Debido a que la cuchilla atravesaría por toda la vaina existe el alto riesgo de que las cuchillas también corten los granos de arveja durante tal proceso. De momento este método solo se lo ha realizado de forma rudimental y sin una automatización, teniendo en cuenta que la complejidad para automatizar el sistema podría tener un elevado costo y la alta probabilidad de que los granos se estropeen, habrá que tomar este cambio que se produciría en los costos.

3.2.2 ANÁLISIS CONCLUYENTE DE LOS DIFERENTES SISTEMAS

Dado que el sistema de uso de cuchilla no es eficiente, ya que el sistema procesa el producto de uno en uno, y que adicionalmente es de uso dentro del hogar más que comercial se ha determinado que la mejor opción para la realización de la separación cascara o vaina versus grano es el sistema de rodillos tangentes, el cual ofrece eficiencia y ya posee un uso ya comprobado en la actividad de desenvainado de arveja fresca y otras clases de legumbres.

Ponderación según los requerimientos del cliente

Para realizar esta ponderación se requiere tomar los puntos más importantes para el cliente, cada requerimiento ítem se ponderará en una escala del 1 al 10, la opción que tenga mayor cantidad de unidades será la opción más adecuada. Las estimaciones son realizadas en base al conocimiento propio de dichas actividades.

Requerimientos:

a. Precio

Se toma el precio de 50 USD o inferior con una ponderación de 10, y al precio de 5000 USD o superior con una ponderación de 1, Tabla 1.

Tabla 3.1 Ponderación de sistemas según el precio

Sistema	Precio estimado	Ponderación correspondiente
Sistema de rodillos tangentes	2000	5
Sistema del uso de cuchilla.	50	10

b. Seguridad

La seguridad se toma 1 es baja seguridad, 5 seguridad media, 10 seguridad alta, Tabla 2.

Tabla 3.2 Ponderación de sistemas según la seguridad

Sistema	Seguridad ponderada según criterios propios
Sistema de rodillos tangentes	5
Sistema del uso de cuchilla.	5

c. Velocidad de desenvainado

La velocidad se pondera de acuerdo con la cantidad de libras que puede alcanzar por hora, 1 para 10 o menos libras por hora, 10 para 60 o más libras por hora.

Tabla 3.3 Ponderación de sistemas según la velocidad de procesamiento

Sistema	Velocidad (lb/h)	Ponderación correspondiente
Sistema de rodillos tangentes	60	10
Sistema del uso de cuchilla.	10	1

d. Maltrato del producto durante el proceso

Se toma el porcentaje estimado de arveja maltratada y no desenvainada, 1 para el 50% de arveja maltratada, 10 para el 0% de arveja maltratada.

Tabla 3.4 Ponderación de sistemas según maltrato al producto

Sistema	Porcentaje de maltrato de arveja estimado	Ponderación
Sistema de rodillos tangentes	5%	9
Sistema del uso de cuchilla.	15%	7

e. Disponibilidad de elementos comerciales

Un requerimiento esencial es la disponibilidad de materia para cada sistema, 1 para baja disponibilidad, 10, para alta disponibilidad de materiales

Tabla 3.5 Ponderación de sistemas según la disponibilidad comercial

Sistema	Disponibilidad ponderada según criterios propios
Sistema de rodillos tangentes	8
Sistema del uso de cuchilla.	10

En la tabla 3.6 se hace una comparación entre los dos sistemas y sus respectivas ponderaciones en diferentes aspectos.

Tabla 3.6 Comparación de sistemas según ponderaciones.

Requerimientos	Sistema de rodillos tangentes	Sistema del uso de cuchilla
Precio	5	10
Seguridad	5	5
Velocidad del desenvainado	10	1
Maltrato del producto durante el proceso	9	7
Disponibilidad de elementos comerciales	8	10
Total	37	23

Dado que el sistema de rodillos es el que lleva una alta ponderación, es el sistema elegido para trabajar.

3.2.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS MÁQUINAS DESENVAINADORAS

Debido a la necesidad que ha existido durante años sobre la comercialización de legumbres en granos, a lo largo de todo ese tiempo se han venido construyendo una variedad de desenvainadora siendo las más representativas las siguientes

Desenvainadoras mediante rodillos tangentes con alimentación manual



Figura 3.3 Taylor Mini Pea Sheller, Kerry Clabaugh (Clabaugh, 2015)

Este tipo de desenvainadoras son ampliamente utilizadas en diferentes países debido a que no son muy grandes.

Este sistema usa rodillos tangentes para lograr separar la cáscara de los granos de arveja, el principio de los rodillos tangentes se basa en lo que hacen las manos, es decir los dos rodillos actúan sobre la vaina como si lo trataran de exprimir, sin embargo, durante este proceso los rodillos halan rápidamente solo la cáscara hacia el otro extremo, dejando los granos de arveja caer libremente hacia una hendidura debajo de los rodillos.

Este tipo de desenvainadora poseen un motor pequeño que transmite el movimiento mediante bandas al sistema de rodillos, la potencia del motor generalmente es baja, ya que se debe tener mucho cuidado en la manipulación de productos verdes, los cuales tienden a manifestar maltratos más fácilmente que en productos secos.

Desenvainadora mediante rodillos tangentes tipo electrodoméstico.



Figura 3.4 Robito-Vaina Baby, Pelamatic (Pelamatic, 2017)

Este tipo de desenvainadora se utiliza para el hogar, utiliza el mismo principio de rodillos tangentes, la diferencia está en el tamaño y la capacidad por tiempo de desenvainar legumbres. Este un “electrodoméstico” dedicado al hogar.

Desenvainadora mediante rodillos tangentes tipo manivela.



Figura 3.5 Mr. Pea Sheller, 855sheller (Sheller, 2016)

Este producto comercializado bajo el nombre de “Mr. Pea Sheller”, como en los anteriores está basado en el sistema de rodillos de extraer la cascara al otro lado del sistema de rodillos, a diferencia del anterior este no utiliza ningún tipo de energía eléctrica o alimentación neumática, dado ello los rodillos tienen que ser girados mediante una manivela a cargo una persona. También utilizado casi exclusivamente en el hogar.

Desenvainadora mediante rodillos tangentes para uso industrial



Figura 3.6 The Two Bushel Pea And Bean Sheller, Thomson Industries Inc.

Utiliza rodillos tangentes para el desenvainado, sin embargo, también incluyen una serie de tamizadoras internadas para las vainas de arvejas se oriente correctamente hacia los rodillos.

Debido a su gran capacidad de procesamiento se lo utiliza para comercializaciones muy grandes. Debido a la inclusión de tamizadoras para acelerar el proceso de desenvainado, este tipo de máquinas tienden a ocupar un espacio considerable y también a consumir una gran cantidad de energía eléctrica. Debido a la robustez y cantidad de producto que es desenvainado al mismo tiempo, la cantidad de grano maltratado es mucho mayor que en otras desenvainadoras comerciales.

Desenvainadora mediante rodillos tangentes con alimentación automática



Figura 3.7 Peas Peeling Machine, Kaifeng Rainbow (Rainbow, 2016)

Este tipo de propuesta resulta muy atractivo para pequeños comerciantes de productos agrícolas, el sistema de desenvainado es el mismo que en los anteriormente expuestos, la diferencia radica en que la alimentación se lo realiza de manera automática, basados en la desenvainadora tipo industrial que posee diferentes niveles para tamizado para la correcta orientación de las vainas, estos modelos ofrecen una bandeja que hace algo similar a un tamiz, sin embargo puede existir modelos que incluyen una banda transportadora en sustitución de la bandeja.

Debido a la variedad de desenvainadoras encontradas en el mercado, se debe hacer una correcta elección de la maquina a desarrollar en el presente proyecto para esto utilizaremos una calificación para el desempeño que tienen las maquinas expuestas anteriormente.

Para ellos utilizaremos la siguiente tabla 7 de ponderación:

Tabla 3.7 Guía para ponderación de maquinas

Desempeño	Calificación
Pésimo	1
Malo	2
Bueno	3
Muy bueno	4
Excelente	5

La anterior tabla se la utilizara para ponderar cada uno criterios de selección de la máquina. Los criterios de selección son los siguientes expuestos a continuación:

Tabla 3.8 Criterios de selección

Criterios de selección
peso
volumen
caudal
facilidad de uso
manufactura
energía

diseño
mantenimiento

Para simplificar la tabla se procede a designar a cada uno de las maquinas encontradas con una letra de la siguiente manera:

Deservidoras mediante rodillos tangentes con alimentación manual, propuesta “A”.

Desenvainadora mediante rodillos tangentes tipo electrodoméstico, propuesta “B”.

Desenvainadora mediante rodillos tangentes tipo manivela, propuesta “C”.

Desenvainadora mediante rodillos tangentes para uso industrial, propuesta “D”.

Desenvainadora mediante rodillos tangentes con alimentación automática, propuesta “E”.

Tabla 3.9 Análisis comparativo de las maquinas desenvainadoras

Análisis						
Criterios de selección	Propuesta “A”	Propuesta “B”	Propuesta “C”	Propuesta “D”	Propuesta “E”	
Peso	3	5	5	1	3	
Volumen	3	5	5	1	3	
Caudal	3	1	1	5	4	
facilidad de uso	3	3	2	5	5	
manufactura	3	2	2	1	3	
energía	3	1	1	1	3	

Diseño	4	3	3	3	3
mantenimiento	3	4	4	1	3
	25	24	23	18	27

Dado que la máxima ponderación total recayó en la propuesta E, se puede llegar a la conclusión de que la desenvainadora mediante rodillos tangentes con alimentación automática es la opción más recomendable para nuestro caso.

CAPITULO 4

4.1 DISEÑO DE LA MÁQUINA DESENVAINADORA DE ARVEJA FRESCA

Esta capitulo trata del diseño de la maquina desenvainadora de arveja fresca el cual abarca los requerimientos estipulados por el cliente.

Debido a que la maquina manipula arveja fresca tenemos que tener en cuenta las medidas promedio de tal legumbre, así tenemos que:

La longitud media la vaina de arveja fresca es: 0.07m

La longitud media máxima de arveja fresca es: 0.1m

El grosor máximo promedio es de: 0.02m

El grosor medio promedio es de: 0.015m

4.1.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MAQUINA

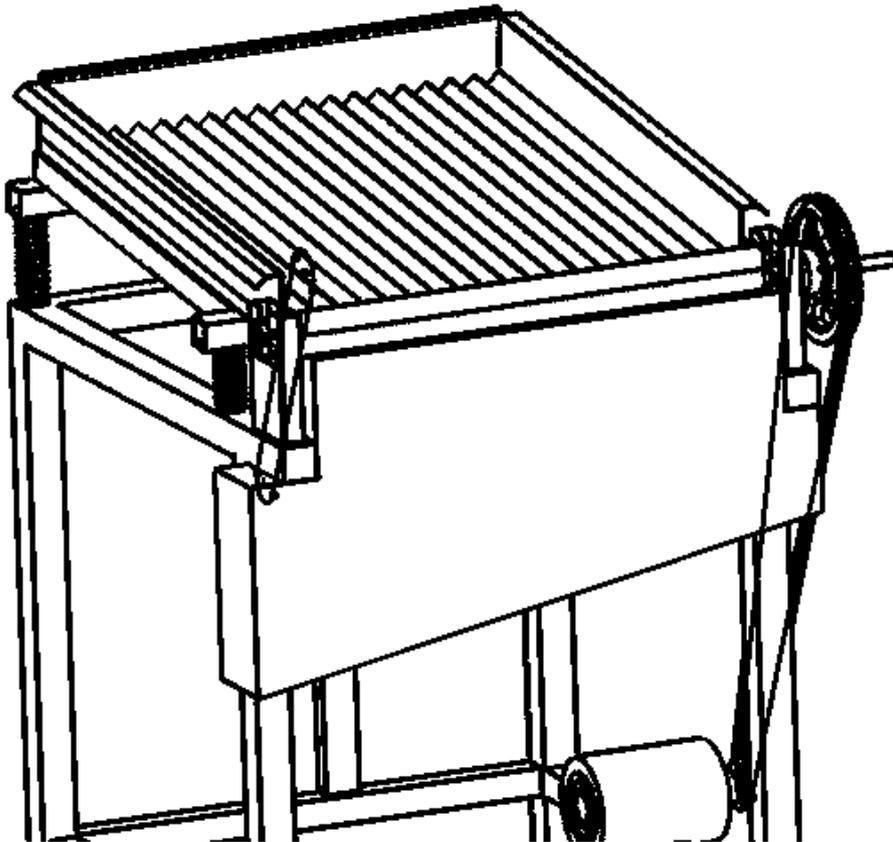


Figura 4.1 Modelo de la máquina desenvainadora

Par el desarrollo de esta parte del sistema, se tiene que tener en cuenta ciertos aspectos solicitados por el cliente y por la carga que tendrá que soportar esta parte base de la máquina. Por lo tanto, la maquina no deberá ocupar gran espacio y debe ser robusto para soportar la vibración que la maquina soportara.

Por lo tanto, hemos procedido a dimensionar de la siguiente manera:

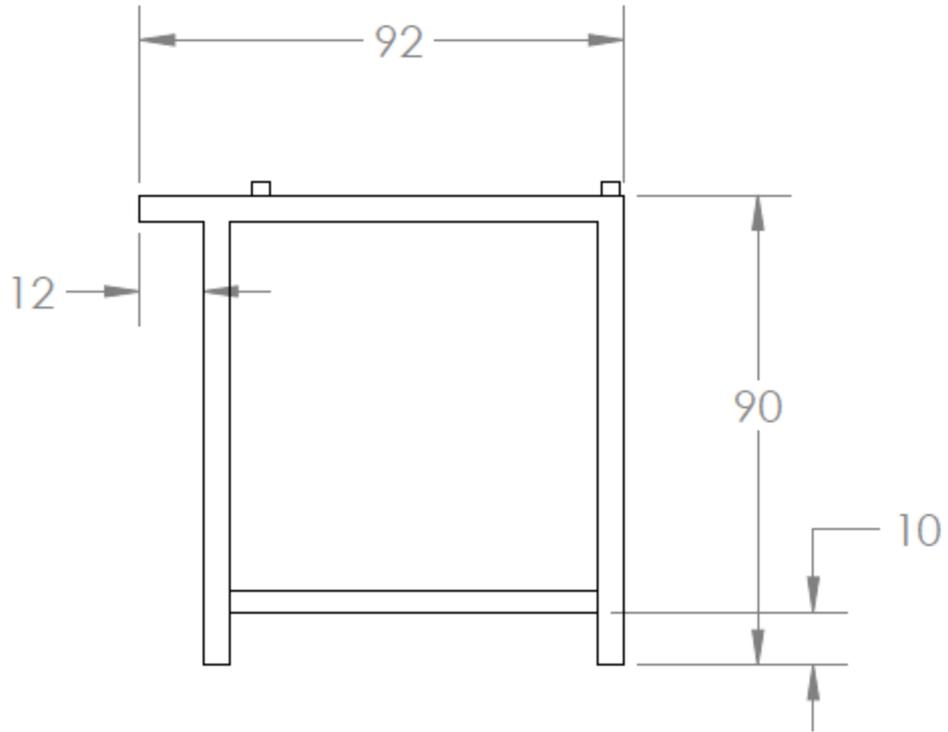


Figura 4.2 Vista lateral del bastidor (magnitudes en centímetros)

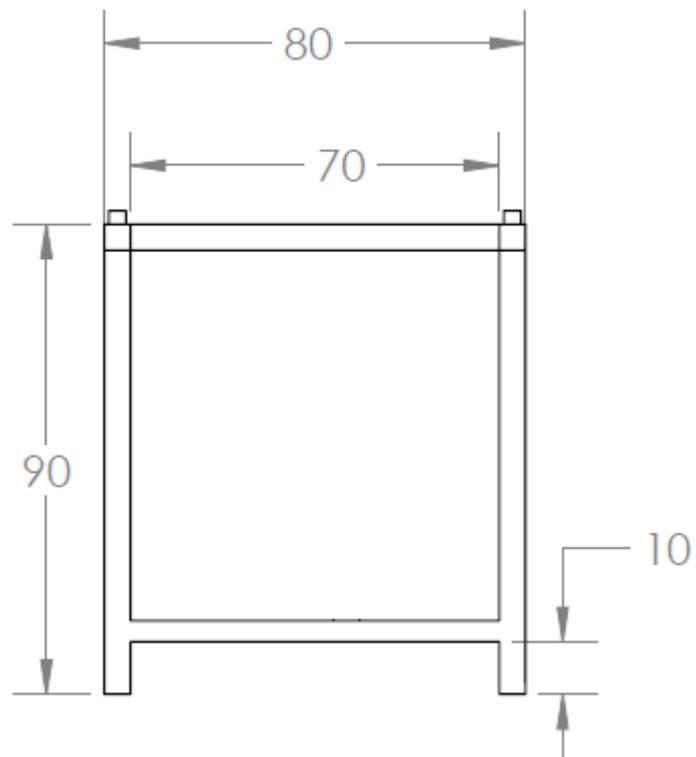


Figura 4.3 Vista frontal del bastidor (magnitudes en centímetros)

El material que se utilizará para la construcción del bastidor de máquina será, hierro ASTM A-500, esto debido a su calidad, facilidad de manipulación. Se ha omitido el uso de un acero inoxidable debido a que esta parte de la maquina no entrara en contacto con los alimentos.

Así, por lo tanto, la cantidad de material a utilizar en el bastidor en metros lineales es:

$$0.92\text{m} + 0.8\text{m} + 0.9\text{m} + 0.9\text{m} = 3.52\text{m}$$

$$0.7\text{m} \times 6 = 4.2\text{m}$$

$$3.52\text{m} + 4.2\text{m} = 7.72\text{m}$$

Dando un total de 6.32m de material para la construcción del bastidor dela máquina.

Para la construcción del bastidor se utiliza tubo cuadrado de hierro ASTM A-500 de dimensiones de 50x50x2.5mm.

Para saber que masa tendrá el bastidor de la máquina se ha procedido a calcular el valor de la masa por una sección de 1 centímetro del tubo cuadrado, así tenemos que:

$$\text{Densidad del hierro ASTM A-500} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de material ocupado en } 1\text{cm}^3 = 1\text{cm} \times (5\text{cm} \times 5\text{cm} - 4.5\text{cm} \times 4.5\text{cm}) = 4,75 \text{ cm}^3$$

$$\text{Masa del material en } 1\text{cm}^3 = 4.75\text{cm}^3 \times 0.00785\text{kg/cm}^3 = 0,0372\text{kg}$$

$$\text{Densidad lineal del tubo cuadrado: } 3,72 \text{ kg/m}$$

Masa total del bastidor = $3,72 \text{ kg/m} \times 7.72\text{m} = 28,7184 \text{ kg}$

Para verificar el área que ocupara la maquina se procede a calcular sus valores.

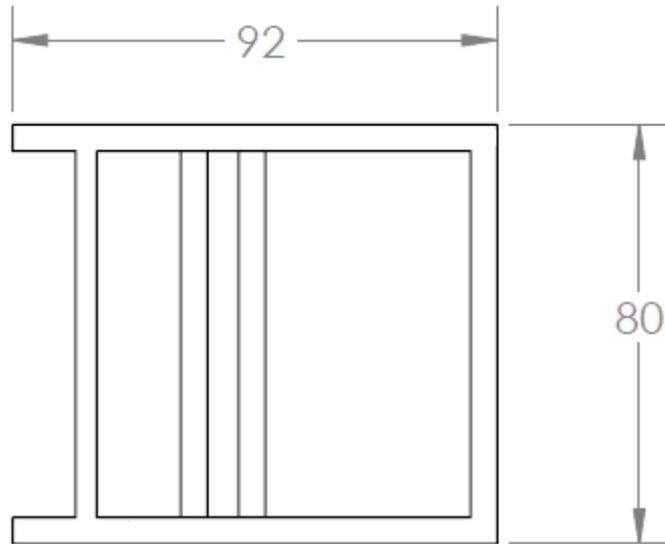


Figura 4.4 Vista superior del bastidor (magnitud en centímetros)

Área ocupada por el bastidor (m^2)= $0.92\text{m} \times 0.80\text{m} = 0.736 \text{ m}^2$

El área calculada que ocupara el bastidor y por ende la maquina es de 0.736m^2 , por lo tanto, es una dimensión inferior a 2m^2 la cual era impuesta como máxima superficie que podría ocupar la máquina, por lo cual las dimensiones de área son correctas.

Paso siguiente, realizamos una simulación con el software de Solidworks, para determinar las partes críticas del bastidor

Debido a que las bandejas poseen una masa de 5kg, 7kg y el soporte 3kg, ejerce una fuerza de 147 N que se distribuyen en los cuatro puntos que se especifican el diseño.

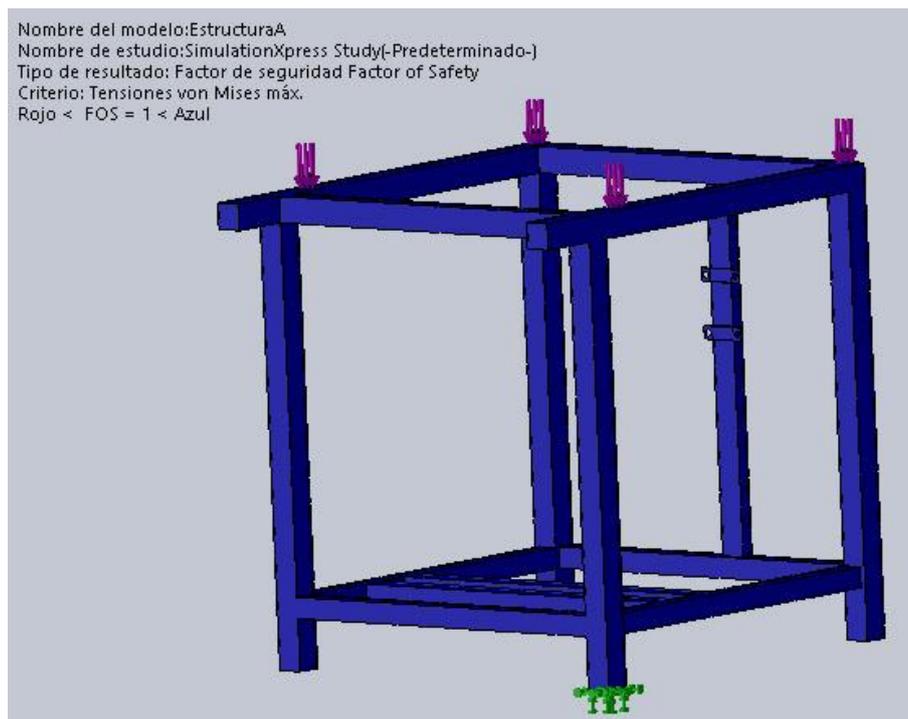


Figura 4.5 Simulación de 147 N aplicada al bastidor

En la Figura 4.5 se puede observar la tensión nodal Stress y como se observa, la estructura se muestra muy sólida al aplicar una fuerza de 147 N y un factor de seguridad 1.

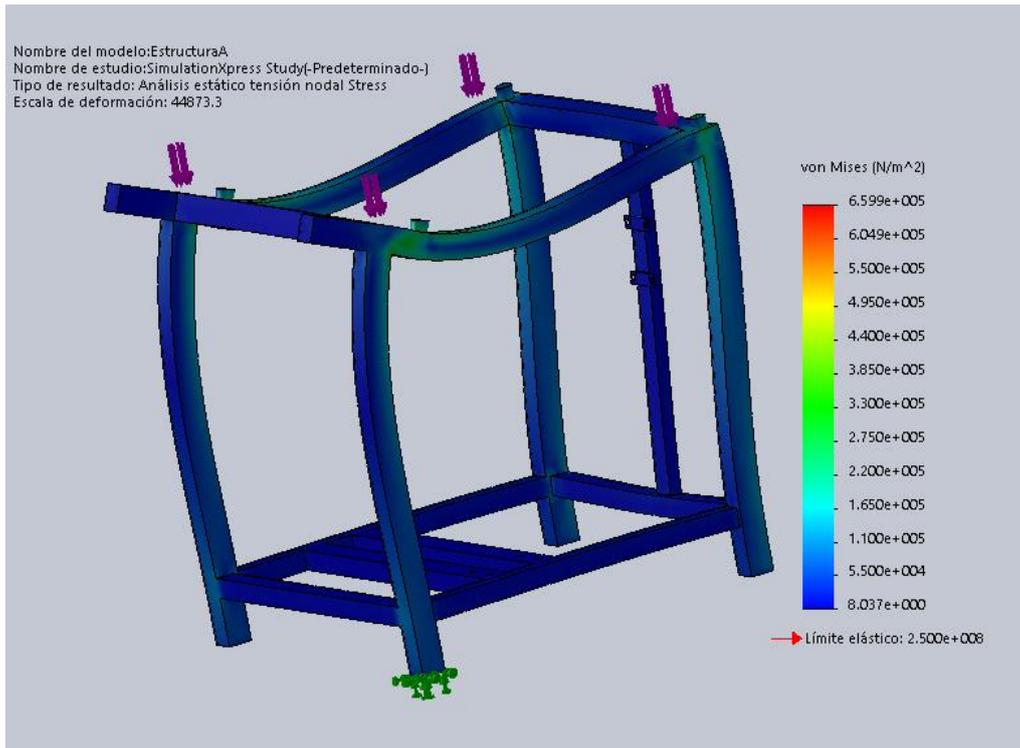


Figura 4.6 Análisis estático tensión nodal Stress sobre el bastidor

Realizamos un estudio de movimientos apreciados en la Figura 4.6 y Figura 4.7

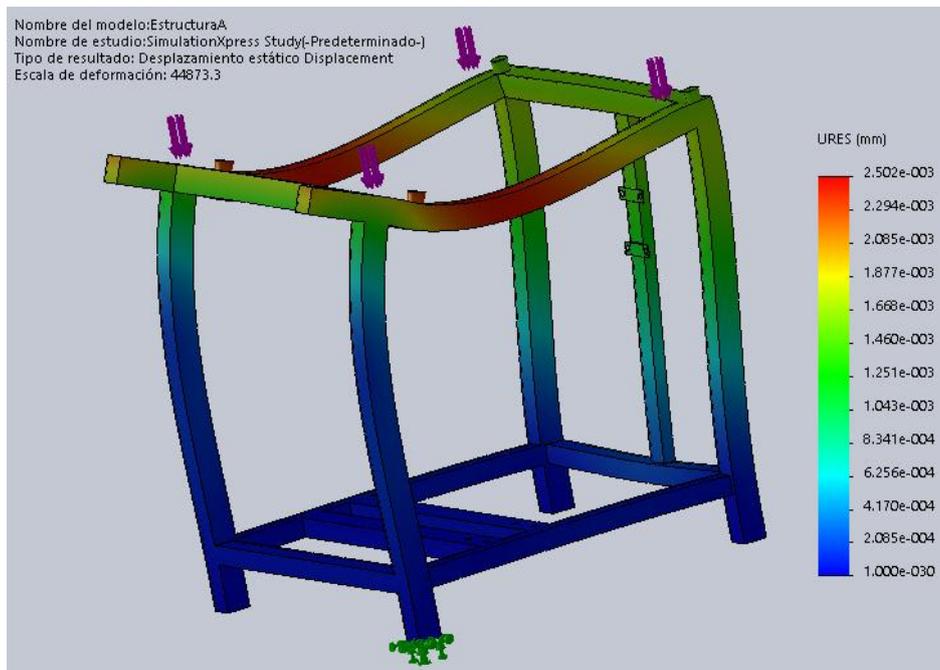


Figura 4.7 Simulación de desplazamiento estático sobre el bastidor

Como se observar la deformación es muy baja, lo cual nos da mucha seguridad en cuanto al bastidor.

4.1.2 SISTEMA DE RODILLOS DESENVAINADORES

Esta parte de la maquina consiste en sistema que usa rodillos que, para actuar sobre la vaina de arveja en estado fresco, y así poder desenvainar.

RODILLOS

Los rodillos son la parte que servirán para actuar sobre la vaina de arveja en estado fresco, para lo cual estos rodillos deberán ser próximo a la longitud de ancho de la maquina desenvainadora de arveja fresca, para de esta manera poder dar alcance a todas las vainas.

El número de rodillos a utilizar será de dos (2) o también llamado un par de rodillos. Si bien hay maquinas desenvainadoras que utilizan varios pares de rodillos, están maquinas manipulan la arveja en estado seco. Por el contrario, la máquina que se está realizando en el presente proyecto es para vainas de arveja “fresca”, lo cual hace que debemos tener mayor cuidado con los granos y/o vainas. Por esa razón solo se utiliza un par de rodillos.

Como las vainas en estado fresco necesitan mayor cuidado, necesitaremos de un material suave para la manipulación de las vainas, por esta razón el rodillo se compondrá de dos partes: el eje o alma y el recubrimiento.

4.1.2.1 EJE O ALMA DEL RODILLO

El eje o alma del rodillo se compone de una barra de acero torneado y debe constar de la suficiente longitud para procesar las vainas que circunden al rodillo.

Los ejes de los dos rodillos serán diferentes: uno será un rodillo muerto y el otro un rodillo motriz.

Para el diseño de del rodillo tenemos que tener en cuenta la magnitud del producto a manipular, en este caso la magnitud a considerar será a longitud media máxima de arveja fresca.

La longitud media máxima de arveja fresca es: 0.1m

De esta manera tenemos que considerar que la cascara de la arveja debería estar en contacto con la superficie del rodillo.

La ecuación de la circunferencia es:

$$C = 2 \cdot \pi \cdot r$$

Ecuación 4.1

La circunferencia C seria de la misma longitud máxima de la vaina de arveja de tal manera que tendríamos el radio de del rodillo determinado de la siguiente manera:

C= 0.1m

$$r = \frac{C}{2\pi}$$

$$\text{Radio del rodillo} = \frac{0.1m}{2\pi} = 0.015915m$$

El radio del rodillo sería 0.015915m, por ende, el diámetro sería 0.031831m \approx 0.03m

El eje del rodillo sería aproximadamente la mitad del rodillo, pero de igual manera deberá ser ligero por lo cual se considera que el diámetro del eje será de 12mm.

4.1.2.2 EJE DE RODILLO DE SOPORTE

Este eje permanecerá sujeto únicamente a los rodamientos y se moverá únicamente por acción de una vaina de arveja cuando lo roce.

De tal manera que se ha diseñado este eje de la siguiente manera:

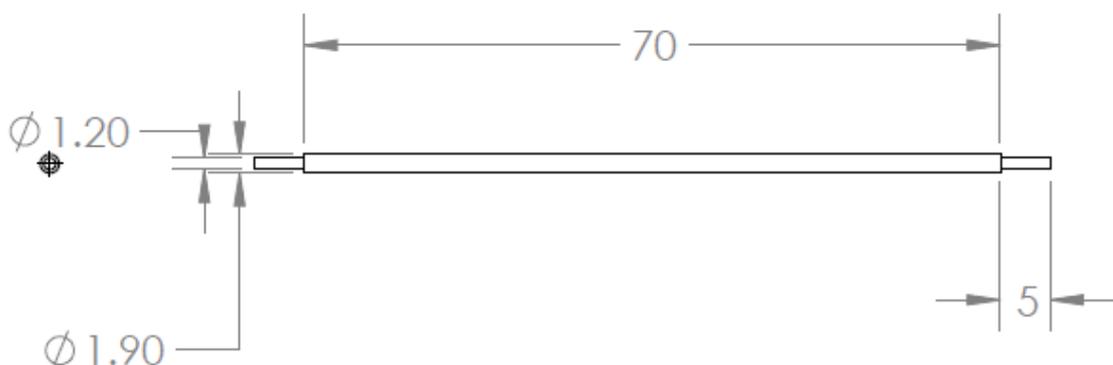


Figura 4.8 Vista lateral del eje del rodillo de soporte (magnitudes en centímetros)

Se ha diseñado de esta manera:

Diámetro de la sección del recubrimiento: 0.19m

Longitud de la sección de recubrimiento: 0.7m

Diámetro de la sección dedicada a la sujeción del eje: 0.012m

Longitud de la sección dedicada a la sujeción del eje: 0.05m (a cada lado).

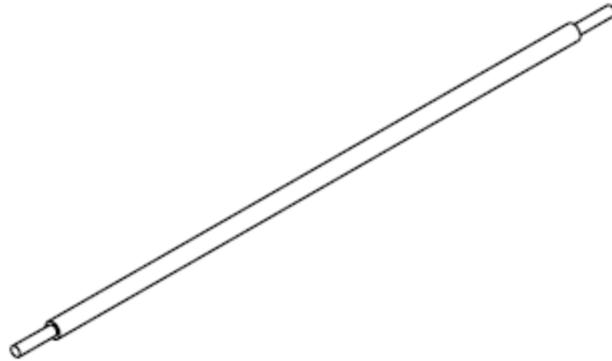


Figura 4.9 Vista Isométrica del eje del rodillo de soporte

4.1.2.3 EJE DE RODILLO MOTRIZ PRINCIPAL

Este eje será manipulado por una fuerza motriz rotatoria, por lo cual uno de sus extremos deberá ser más largo que el eje de rodillo muerto. Por lo tanto, tendrá similares características.

Se ha procedido a diseñarlo de la siguiente manera:

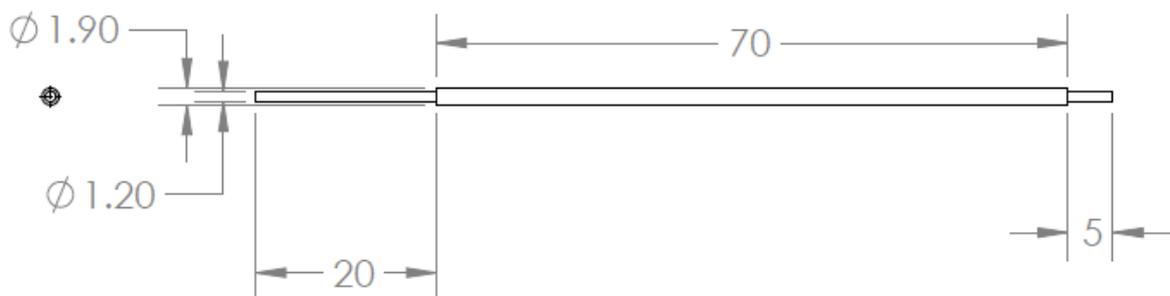


Figura 4.10 Vista lateral del eje de rodillo motriz (magnitud en centímetros)

Similares magnitudes al eje anterior, las características son:

Diámetro de la sección del recubrimiento: 0.19m

Longitud de la sección de recubrimiento: 0.7m

Diámetro de la sección dedicada a la sujeción del eje: 0.012m

Longitud de la sección dedicada a la sujeción del eje: 0.05m

Longitud de la sección dedicada a la sujeción del eje y fuerza motriz: 0.2m

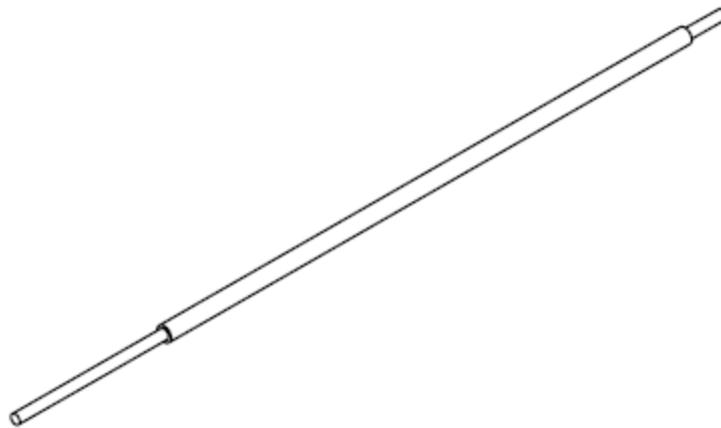


Figura 4.11 Vista isométrica del eje motriz del rodillo

4.1.2.4 RECUBRIMIENTO

El recubrimiento de ambos rodillos deberá abarcar una longitud de 0.7m desplegados a lo largo del rodillo.

El material con el que se realizara el recubrimiento debe ser adecuado para el tratamiento de los alimentos, adicionalmente, de poseer arrastre para el producto. Dada estas características se ha descartado usar metales, cerámica,

y madera en el recubrimiento del rodillo, ya que estos pueden ser contaminantes para el producto. Por lo que se ha optado por usar polímeros.

Dentro de la variedad existente que ofrecen los polímeros se ha visto conveniente el uso de caucho, se ha descartado el uso de la goma ya que la goma posee características que, si bien se ajustan a nuestros requerimientos, su disponibilidad es muy poca o limitada. Dentro de los cauchos se ha seleccionado el caucho de nitrilo (NBR) el cual es usado en procesos alimenticios y médicos, ver Anexo 5 para características.

Dentro de las características del caucho de nitrilo (NBR) tenemos:

CARACTERISTICAS POSITIVAS

- Excelente resistencia a los aceites
- Muy buenas propiedades mecánicas
- Muy buena resistencia a los solventes
- Muy buena adhesión a los metales
- Temperatura de trabajo mayor 120°C
- Buena resistencia a la flexión
- Se proveen en distintos grados de arrastre
- Resistencia a la abrasión (XNBR)
- Excelente propiedades mecánicas (HNBR)
- Resistencia a la temperatura y al ozono (HNBR)

CARACTERISTICAS NEGATIVAS

- Escasa resistencia al ozono
- No resiste grasas azufradas
- Baja resistencia a la llama
- Baja permeabilidad a los gases
- Elevado costo en comparación de los cauchos ordinarios

Por lo tanto, se ha observado que se ajusta perfectamente a nuestro diseño.

RODAMIENTOS

Los rodillos deberán estar sujetos a rodamientos del tipo comercial, los cuales deben estar de acuerdo con el alma o eje del rodillo anteriormente diseñado.



Figura 4.12 Rodamiento comercial 6201

El rodamiento 6201 se ajusta a los requerimientos de los rodillos, ya que posee las siguientes características:

Diámetro interno: 12 mm

Diámetro externo: 30mm

Ancho del rodamiento 10mm

Tipo de rodamiento: Rodamiento tipo bolas.

4.2 DISEÑO DE CÁMARA DE ENTRADA

La cámara de entrada o de recepción consiste en dos bandejas de diseñadas geométricamente para ajustarse a la forma del producto a tratar, también deben de estar construidas de un material idóneo para la actividad a la que van enfocadas. Las dos bandejas son diferentes, una está dedica a la correcta orientación de las vainas de arveja fresca la cual tendrá hendiduras, mientras que la otra está dedicada a ser la base donde se asienta la primera bandeja, una bandeja simple sin hendiduras.

4.2.1 MATERIAL

Debido a que estas partes de la maquina estarán sometidas a cierto grado de humedad proveniente de las vainas de arveja fresca y también a que ambas partes deberán ser limpiadas de forma regular el usuario, se ha decidido usar un material que ofrezca durabilidad y resistencia a la humedad. Bajo estas premisas se ha decidido usar acero inoxidable.

Dentro la gama de aceros inoxidable los aceros inoxidable austeníticos son los que ofrecen mayor resistencia a la corrosión y soldabilidad excelente. Los aceros inoxidable que se encuentran con mayor disponibilidad en el mercado son: AISI 302, AISI 304, AISI310. Ver el anexo para las propiedades físicas.

- El acero inoxidable AISI 301 tiene aplicaciones mayormente ornamentales, equipos de transporte y aeronaves
- El acero inoxidable AISI 304 tiene aplicaciones para la industria química, alimenticia, frigoríficas, de lácteos, farmacéutica.
- El acero inoxidable AISI 304 debido a su alta resistencia al calor es usado mayormente en hornos domésticos, hornos de fundición, partes de turbinas, chimeneas.

Teniendo presente el tipo de industrias a las que son dedicadas estos aceros, podemos fácilmente determinar que el más adecuado para este presente proyectos es el acero inoxidable AISI 304. Debido a que las láminas de acero inoxidable AISI 304 se hallan en el mercado a partir del espesor de 1mm y sus subsiguiente 1.2mm, se ha optado por escoger el espesor de 1.2mm, esto debido a que este espesor presenta más facilidad para trabajos de soldadura o doblado.

4.2.2 GEOMETRÍA

La geometría es muy importante ya que esta parte de la maquina será la primera que tenga contacto con el producto a manipular.

Dado que para que el sistema de rodillos funcione adecuadamente sobre las arvejas frescas, el producto debe ingresar al sistema de rodillos de desvainado de forma perpendicular a la posición de los rodillos. Debido a este factor las bandejas en la cámara de entrada deberán de ser diseñadas con hendiduras que permitan el ingreso perpendicular a los rodillos.

Un factor que tomar en cuenta es la forma de las hendiduras. Debido a que en la cámara de entrada estarán bandejas sujetas a vibración, debemos seleccionar una forma adecuada para que las vainas de arveja se orienten correctamente.

Las hendiduras más sobresalientes para nuestro caso serian: en zigzag y rectangular, de entre estas dos opciones, la opción zigzag destaca ya que ofrece la posibilidad de una mayor cantidad de hendiduras, así como también la posibilidad de un más fácil acoplamiento de la vaina de arveja fresca a las hendiduras. Dicho esto, la forma de hendidura seleccionada es: zigzag.

Ahora bien, la forma de hendidura en zigzag requiere de un ángulo adecuado para que las vainas de arveja se deslicen hasta alcanzar su correcta orientación perpendicular hacia los rodillos de desvainado, y también este ángulo debe permitir que las vainas de arvejas después de alcanzar su correcta orientación no se queden atrapadas en los ángulos de hendiduras de la bandeja de entrada.

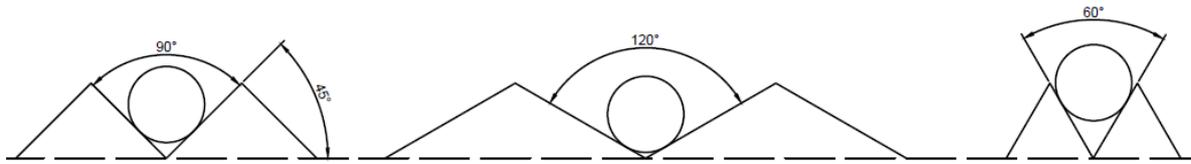


Figura 4.13 Vista de ángulos en zigzag de 90, 120 y 60 grados

Como podemos apreciar en la Figura 4.13 un ángulo superior a 90 grados ocupa más espacio, pero también ofrece mayor deslizamiento para las vainas de arveja, sin embargo, también podría causar problemas ya que más de una vaina fácilmente se podría acumularse en una misma sección de la hendidura dado por lo cual tendría problemas en la correcta orientación de la vaina de arveja fresca. Un ángulo inferior a 90 grados ocuparía menos espacio y daría la posibilidad de ubicar más hendiduras, también ofrecería una capacidad más amplia de orientación de la arveja, sin embargo, existe la posibilidad que las vainas después de ser correctamente orientadas correctamente se queden atascadas en el ángulo dado por lo cual no se desplazarían hacia el sistema de rodillos desenvainadores. El ángulo de 90 grados por otra parte ocupa un espacio medio en la bandeja de entrada, las vainas de arveja no se atascarían y también ofrece suficiente espacio para la correcta orientación de las vainas de arveja, razones por las cuales se ha decidido usar un ángulo de 90 grados en el diseño.

Ahora bien, debemos tener en cuenta las dimensiones de la arveja fresca para el diseño de la bandeja de entrada, en este caso la magnitud en tener en cuenta será el grosor máximo promedio de la vaina de arveja.

El grosor máximo promedio es de: 0.02m

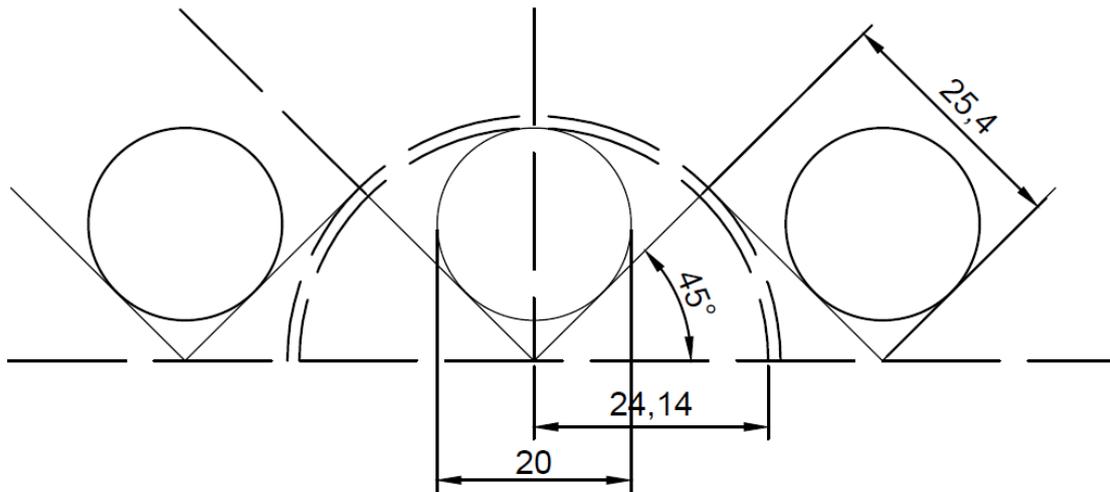


Figura 4.14 Análisis geométrico del grosor de la arveja fresca con respecto a una hendidura zigzag de 90 grados (magnitudes en milímetros).

En el análisis geométrico de la Figura 4.14 se puede observar que se ha tomado en consideración el grosor de la arveja fresca para dimensionar la longitud de cada cara de la hendidura en zigzag.

Se ha partido de tomar en cuenta el radio que se forma entre la punta inferior de la hendidura zigzag y la parte superior más distante de la vaina de arveja colocada sobre la hendidura, dando como resultado una medición de 24.14mm a este valor se le debe sumar el espesor que posee la lámina de acero inoxidable AISI 304 seleccionada previamente que es 1.2mm, sumando $24.14\text{mm} + 1.2\text{mm} = 25.34\text{mm}$, redondeando el valor a 25.4mm equivalente a 1 pulgada en el sistema ingles de mediciones, un valor más manejable para el proceso de manufactura.

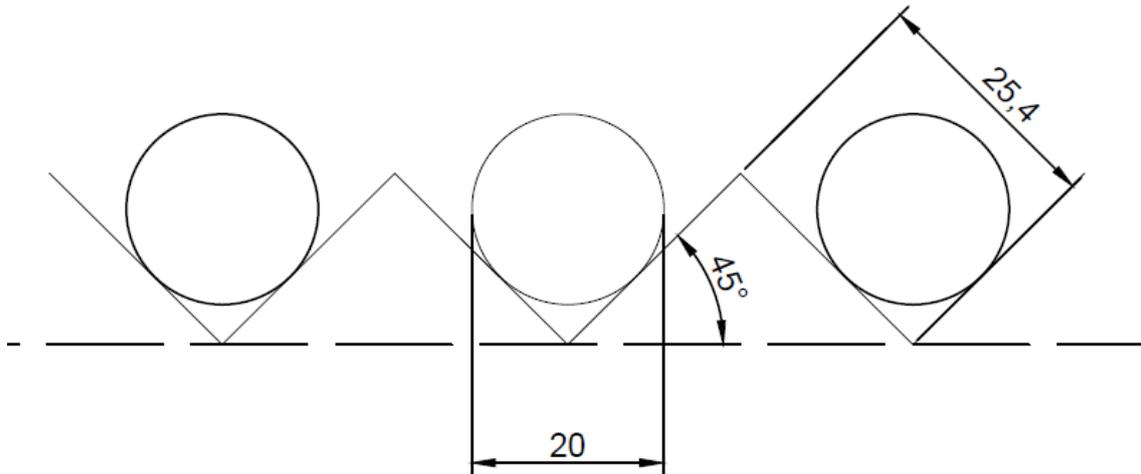


Figura 4.15 Vista de perfil de una sección de la bandeja de entrada (magnitud en milímetros)

En la Figura 4.15 y Figura 4.16 se puede apreciar la forma final de la hendidura en zigzag de la bandeja de entrada con sus correspondientes dimensiones.

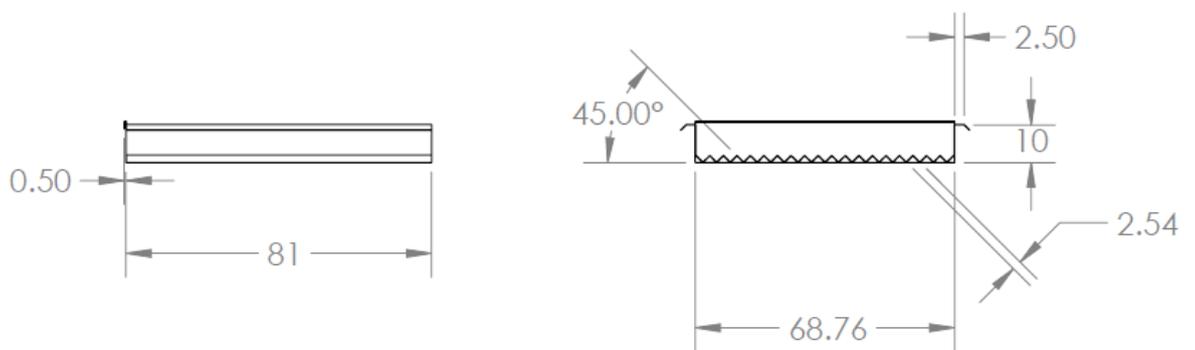


Figura 4.16 Vista lateral y frontal del diseño final de la bandeja de entrada con sus respectivas magnitudes expresadas en centímetros

El diseño de la bandeja de entrada que orienta a las vainas de arveja fresca ha tomado en cuenta el diseño zigzag de las hendiduras, adicionalmente se ha agregado límites de altura alrededor la bandeja de entrada, en los lados laterales y posterior de la bandeja, el lado frontal se lo ha dejado libre, ya que es por este

lado frontal por el cual las vainas de arveja fresca desembocaran en el sistema de rodillos desenvainadores, dicha altura sirve para que las vainas de arveja fresca no se esparzan fuera de la bandeja de entrada, una altura conveniente ha sido dar 0.1m la cual garantiza que las vainas de arveja no se dispersaran fuera del área, se puede apreciar como quedara la bandeja de entrada en la Figura 4.17.

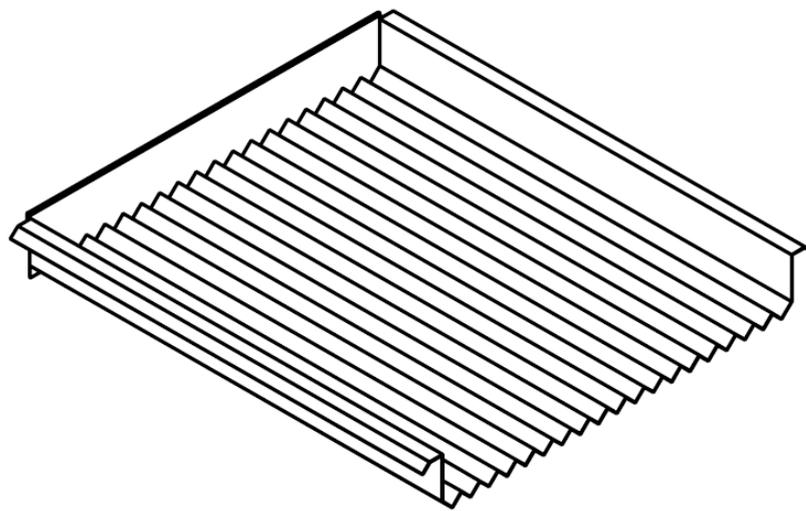


Figura 4.17 Vista isométrica de la bandeja de entrada que orienta las vainas de arveja

Como se había mencionado la cámara de entrada consta de dos bandejas, una dedicada para la correcta orientación de las vainas de arveja y la siguiente es una bandeja que se acopla a la anterior, pero sin hendiduras ya que solo sirve como soporte de la primera. Se ha seleccionado este uso debido a que la primera bandeja con hendiduras tendrá que ser fácilmente desmontable para poder limpiarla, y después ser fácilmente colocada en el lugar asignado de la máquina para seguir realizando la actividad de desenvainado. Esta bandeja base tiene

similares dimensiones a la bandeja de entrada, con las notables excepciones de que esta carece de hendiduras y de un mango que permita el libre movimiento.

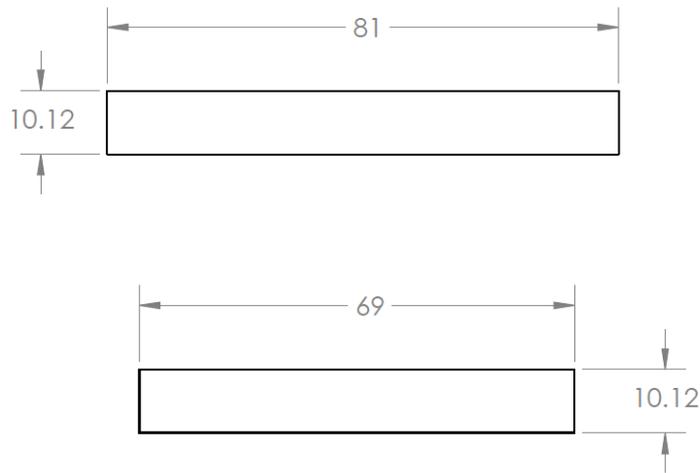


Figura 4.18 Vista lateral y frontal de la bandeja base de la cámara de entrada, magnitudes en centímetros

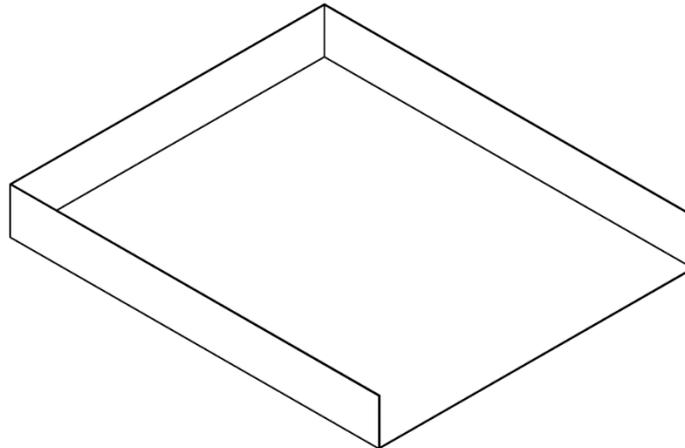


Figura 4.19 Vista isométrica de la bandeja base en la cámara de entrada

Como se puede apreciar en la Figura 4.19 la bandeja soporte presenta un diseño sencillo para ajustarse la forma de la bandeja de entrada, se ha tenido en cuenta que debe ser del mismo material ya que después de una limpieza en la bandeja de entrada, esta pudiese presentar algún tipo de humedad.

4.2.2.1 SISTEMA DE VIBRACIÓN

El sistema de vibración consiste en la selección de un método apropiado para transmitir vibraciones adecuadas a la cámara de entrada, ya que con estas vibraciones se logrará que q las vainas de arveja fresca se orienten de acuerdo con la dirección requerida, adicionalmente que la vibración proporciona un desplazamiento de las vainas de arveja fresca hacia el sistema de rodillos tangentes.

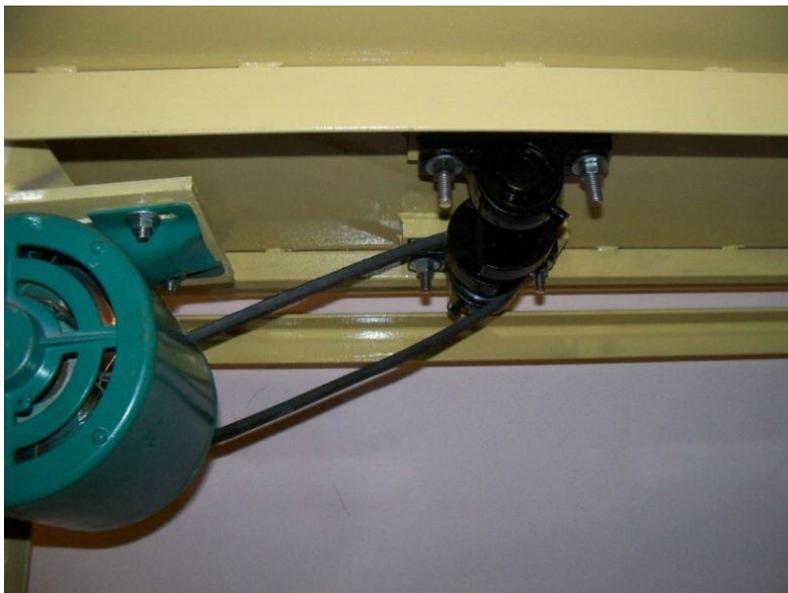


Figura 4.20 Ejemplo de sistema de vibración

Se ha logrado notar que método más funcional y que se ajusta a la economía del cliente, es usar un método similar al usado en mesas vibratoras dedicadas a la confección de bloques de cemento. Dicho método o sistema de vibración básicamente consta de una fuerza motriz, un eje, dos chumaceras que

sostengan al eje, y un excéntrico de metal ubicado muy próximo al centro del largo del eje.

El eje se ha seleccionado del diámetro de 1 pulgada = 0.0254m, y el largo del eje de 0,4m.

Para la selección de la chumacera se ha seleccionado una chumacera para pared o tipo puente de numeración UCP 205, posee un diámetro interno de 1 pulgada, la cual se ajusta perfectamente al eje.



Figura 4.21 Chumacera UCP 205

Para que pueda ejercer una vibración se le tiene que adicionar un accesorio metálico llamado excéntrica, este accesorio crea el desbalance necesario para provocar las vibraciones que necesitamos

4.2.2.2 CANAL DE SALIDA

El canal de salida se lo realizará tomando en cuenta que esta parte de la maquina estará en directo contacto con los granos desenvainados por lo cual esta parte de la maquina estará confeccionado con acero inoxidable AISI 304, el cual es adecuado para alimentos.

La geometría de este elemento importante para la evacuación del producto final está dada de la siguiente manera.

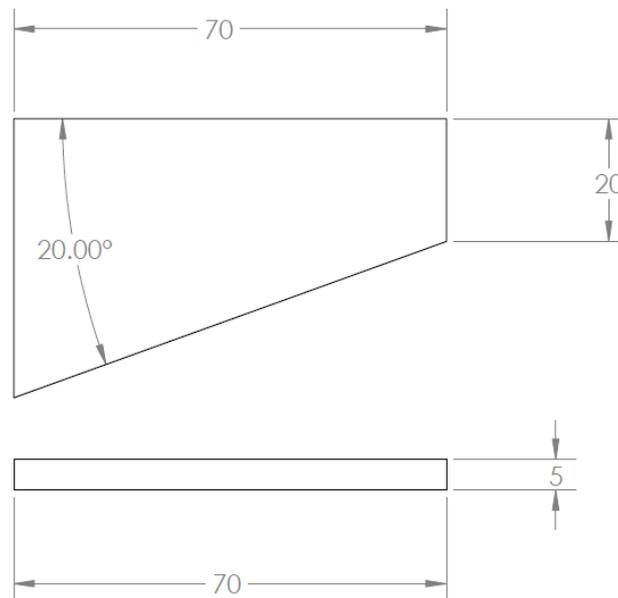


Figura 4.22 Vista superior y lateral del canal de salida (magnitudes en centímetros)

Como el diámetro de los granos de arveja es alrededor de un centímetro, se ha decidido diseñar el ancho del canal de salida a una distancia de 5 cm para permitir la fluidez.

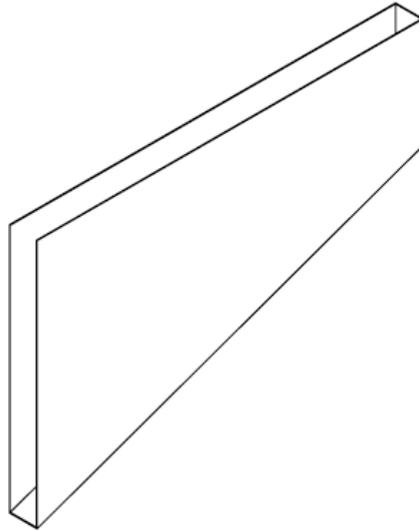


Figura 4.23 Vista isométrica del canal de salida

4.2.3 DISEÑO DE CONTROL Y RESPUESTA

El control de la maquina se lo realizara usando PLC, que vendría a monitorear el funcionamiento de la máquina, el PLC controlaría los actuadores que son motores que ponen en funcionamiento las áreas de vibración y del desenvainado por medio de los rodillos tangentes.

El PLC que se selecciona es PLC Logo Siemens 230RC, se lo ha seleccionado ya que dispone de las entrada y salidas necesarias para el presente proyecto.



Figura 4.24 PLC LOGO 230RC

EL PLC Logo 230 RC es un módulo lógico con pantalla, tensión de alimentación: 115V AC/DC, entradas: 8 ED, salidas: 4 SD (relé), 200 bloques, ampliable con módulos, protección IP 20, montaje carril DIN.

EL modo de conexiones del PLC sería el presente en la Figura 4.25, en donde se representa de la siguiente manera:

S2: Pulsador de inicio/apagado

S1: Pulsador de paro por emergencia

S3: Sensor de final de carrera derecho

S4: Sensor de final de carrera izquierdo

KM1: Motor dedicado al sistema de motriz de los rodillos desenvainadores y el dispositivo de vibración.

L1: Línea de energía

L2: Línea neutra

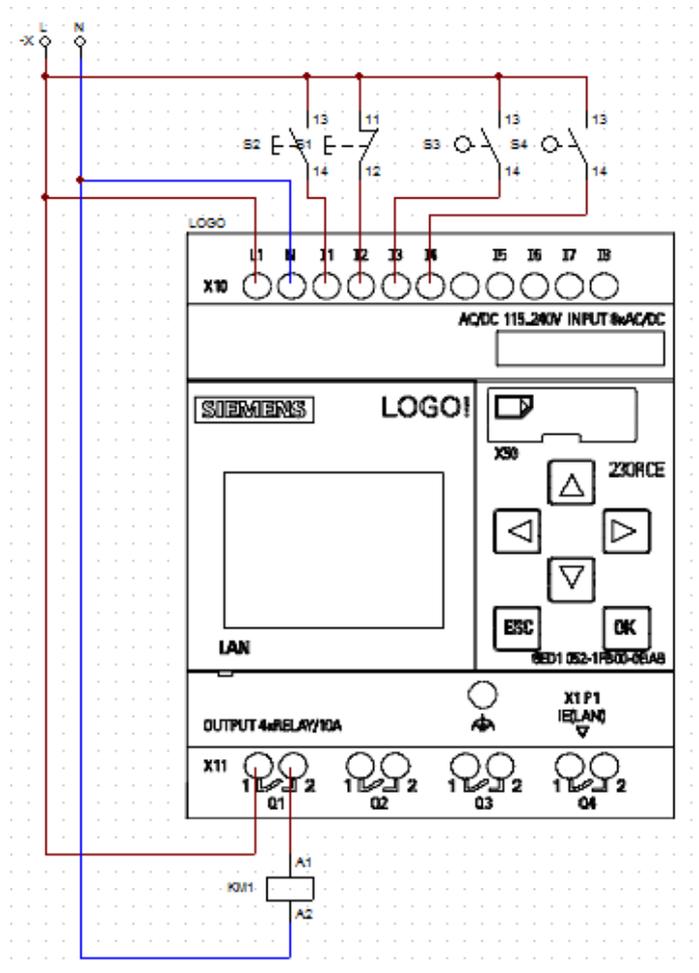


Figura 4.25 Diagrama de conexiones al PLC

El sistema de la maquina debe estar automatizado para prevenir accidentes en el trabajo, debido a lo cual, se colocará una protección sobre los rodillos, dicha protección se asimila a una tapa, la cual es coloca sobre los rodillos, como se observa en la Figura 4.26. Se lo ha colocado sobre los rodillos para así poder evitar que el usuario ingrese sus manos a los rodillos cuando estos están en operación, de esta manera evitamos accidentes

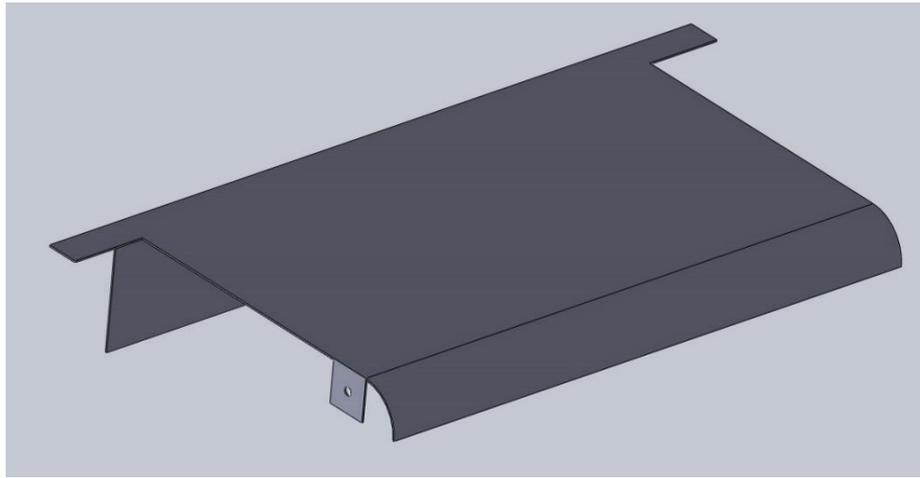


Figura 4.26 Vista isométrica de la tapa de la máquina

En los extremos izquierdo y derecho se coloca los sensores finales de carrera, las colocaciones de dichos sensores son debidos a que para que la maquina comience a funcionar, estos sensores deben estar accionados, esto garantiza que se verifique primero la protección en su lugar correcto antes de iniciar la operación.



Figura 4.27 Vista de un sensor final de carrera

Para realizar el proyecto se necesita de un motor, el cual debe cubrir las necesidades tanto en potencia, fuente de alimentación y disponibilidad comercial. Los cuales son: potencia 1 hp, monofásico, frecuencia 60 Hz, tensión 110-220V.



Figura 4.28 Motor de 1 hp

Las características eléctricas del motor con el que se trabaja están especificadas en el anexo 3:

- Fase: 1
- Potencia: 1,00 hp (0,75 kw)
- Voltaje: 110/220
- Amperios: 13.50/5,75
- SF: 1,15
- Frecuencia: 60 Hz
- Velocidad angular: 1730 rpm

Para actuar sobre el motor se necesita de un contactor para accionarlo, el contactor debe cumplir con el requisito de trabajar a 110V, 60 Hz y 13 A, dada

esta situación se ha buscado un contactor que se ajuste tanto a las necesidades del motor como de todo el sistema en este caso el contactor LS MC-18b se ajusta a los requisitos.



Figura 4.29 MC-18B Metasol Contactor (Actrol Pty Ltd)

Los datos técnicos del contactor están en el anexo 7, las principales características del contactor son:

- Corriente: AC
- Frecuencia: 50/60 Hz
- Voltaje: 110 V
- Amperio máximo: 18 A

Como medida de protección de los motores en caso de sobrecarga, se decide usar un relé térmico, este ofrecerá una protección al motor en caso de sobrecarga.



Figura 4.30 Relé Térmico, (Metasol)

Los relés térmicos son dispositivos diseñados para monitorear la corriente del circuito arrancador motor y, cuando la corriente excede de unas condiciones prefijadas, o no pasa corriente por alguna fase, el aparato iniciará un circuito de disparo que desconectará la potencia del motor protegiendo así al circuito y al motor, las características de este relé térmico LS MT-32/3K-13 se encuentran en el anexo 8.

Diagrama de Potencia

Diagrama de potencia del motor, el cual incluye, contactor (KM1), relé térmico, switch, se encuentra expresado en la Figura 4.31.

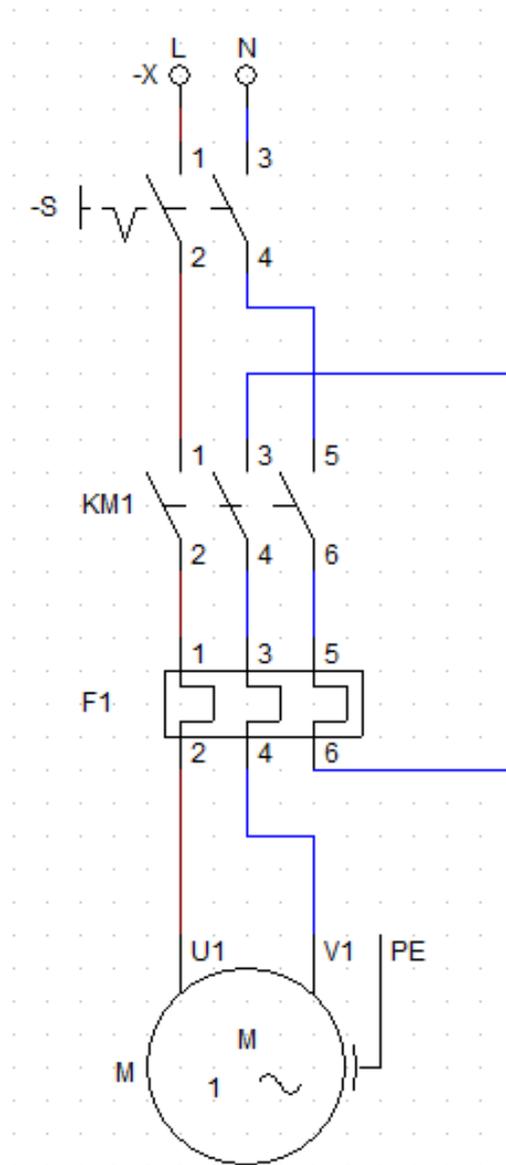


Figura 4.31 Diagrama de potencia del motor controlado por PLC

Flujograma

A continuación, se presenta el flujograma que es utilizado para programar el PLC, en la Figura 4.32.

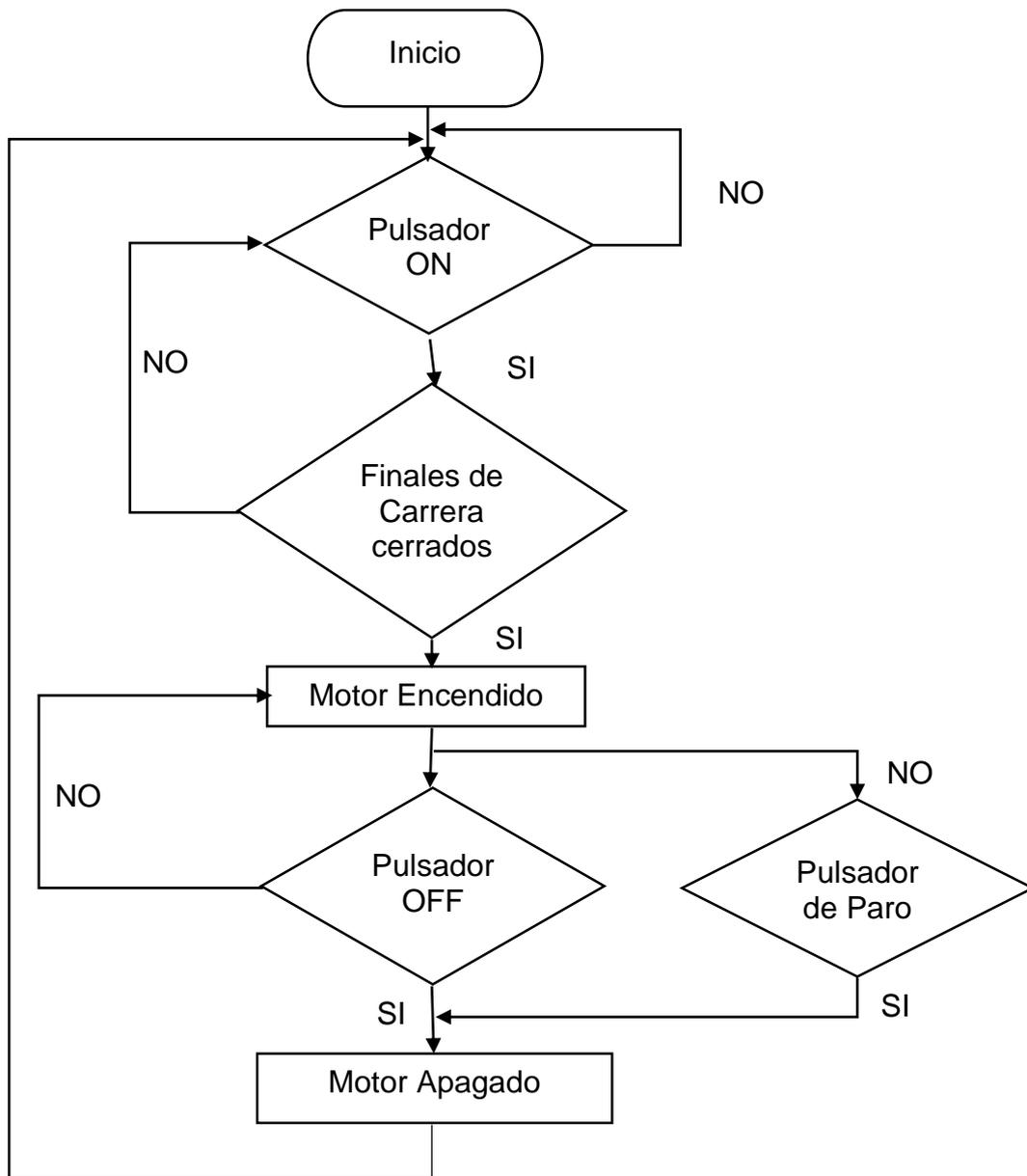


Figura 4.32 Flujograma del PLC

El programa del PLC logo Siemens se lo realizo con el software propio del Fabricante LOGOSOFT, en la Figura 4.33 se puede apreciar el programa.

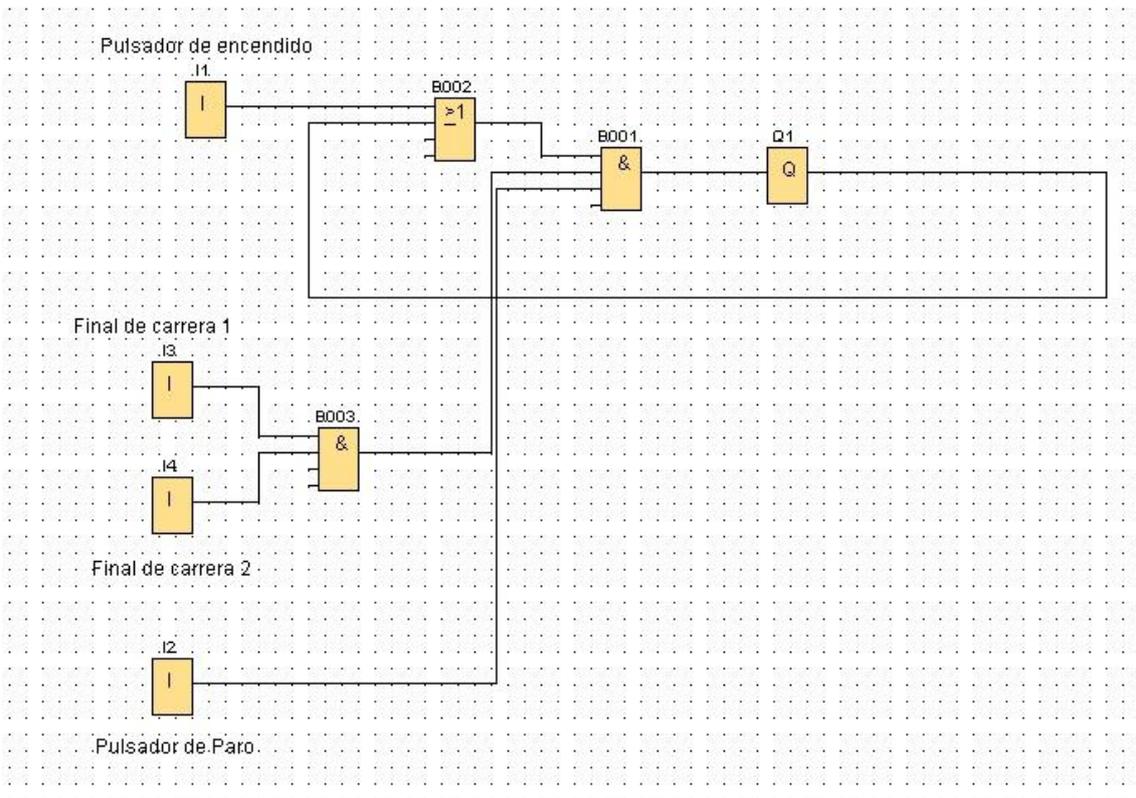


Figura 4.33 Diagrama del programa de control

Las entradas I1, I2, I3 están configuradas como normalmente abiertas

La entrada I4 está configurada como normalmente cerrada.

CAPITULO 5

CALCULOS

5.1 CALCULO DE LOS RODILLOS Y POTENCIA

5.1.1 Calculo de ejes de rodillos

El correcto funcionamiento del desenvainado de arveja fresca depende de estos elementos, para empezar, tenemos que encontrar el volumen de los ejes y su respectivo vulcanizado en caucho de nitrilo.

Eje 1:

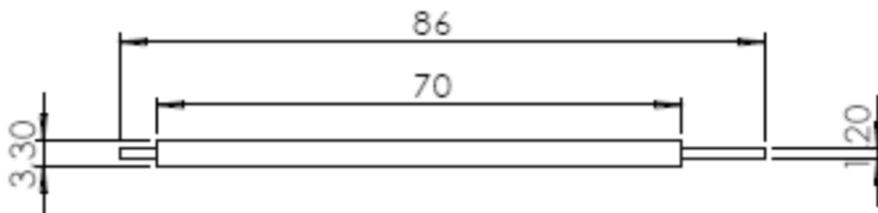


Figura 5.1 Dimensiones del rodillo motriz

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L$$

Ecuación 5.1

En donde:

V_1 = volumen (?).

D = diámetro (0,012 m).

L₁ = longitud del eje (0,86m).

Reemplazando tenemos.

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 0,012 \text{ m}^2}{4} \cdot 0,86 \text{ m}$$

$$V_1 = 0,00003096 \cdot \pi \text{ m}^3$$

Paso siguiente se calcula la masa del eje 1, para los cual necesita saber la densidad del acero A36, la cual se encuentra en el anexo 2.

Para determinar la masa usamos la siguiente ecuación.

$$m = V \cdot \delta$$

Ecuación 5.2

$$m_1 = V_1 \cdot \delta_{A36}$$

En donde:

$$V_1 = 0,00003096\pi \text{ m}^3$$

$$\delta_{A36} = 7860 \text{ kg/m}^3$$

Reemplazando tenemos.

$$m_1 = 0,00003096 \cdot \pi \text{ m}^3 \cdot 7860 \text{ kg/m}^3$$

$$m_1 = 0,7644 \text{ kg}$$

Eje 2:

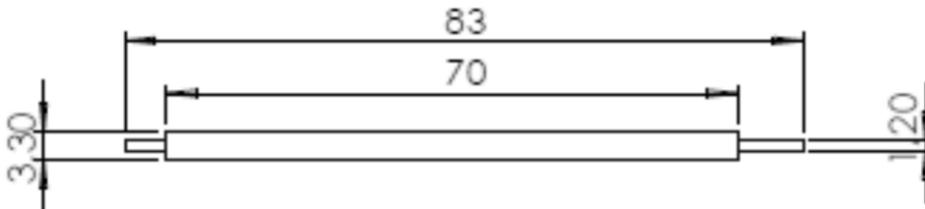


Figura 5.2 Dimensiones del rodillo de soporte

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L_2$$

En donde:

V_2 = volumen (?).

D = diámetro (0,012 m).

L = longitud del eje (0,83m).

Reemplazando tenemos.

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 0,012m^2}{4} \cdot 0,83m$$

$$V_2 = 0,00002988 \cdot \pi m^3$$

Paso siguiente se calcula la masa del eje 1, para los cual necesitas saber la densidad del acero A36, la cual se encuentra en el anexo 2.

$$m_2 = V_2 \cdot \delta_{A36}$$

En donde:

$$V_2 = 0,00002988 \cdot \pi m^3$$

$$\delta_{A36} = 7860 \text{ kg/m}^3$$

Reemplazando tenemos.

$$m_2 = 0,00002988 \cdot \pi m^3 \cdot 7860 \text{ kg/m}^3$$

$$m_2 = 0,7378 \text{ kg}$$

Ahora bien, dada la forma irregular de la polea se procedido a determinar su masa mediante una balanza y posteriormente se ha calcula el peso de la polea

El resultado en la balanza de la polea es:

$$m_{p1} = 240 \text{ gramos} = 0,24 \text{ kg}$$

Podemos conseguir el peso usando la ecuación:

$$W = m \cdot g$$

Ecuación 5.3

El peso de la polea seria

$$W_{p1} = m_{p1} \cdot g$$

$$W_{p1} = 0,24 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W_{p1} = 2,3544 \text{ N}$$

5.1.2 Calculo del vulcanizado

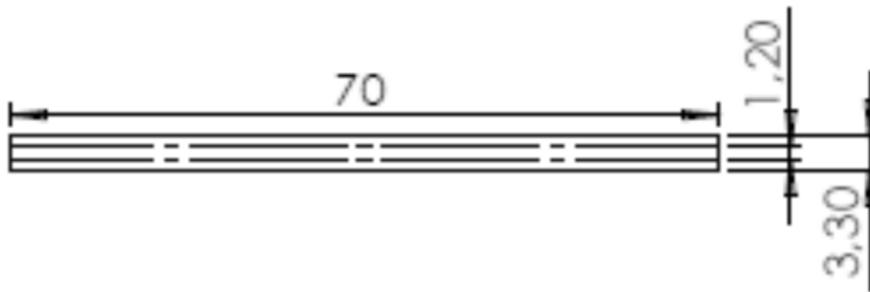


Figura 5.3 Dimensiones del vulcanizado de los rodillos

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d_{externo1}^2}{4} \cdot L_3 - \frac{\pi \cdot d_{interno1}^2}{4} \cdot L_3$$

En donde

$$d_{interno1} = 0,012 \text{ m}$$

$$d_{externo1} = 0,033 \text{ m}$$

$$L_3 = 0,7 \text{ m}$$

Reemplazando tenemos

$$V_3 = \frac{\pi \cdot 0,033m^2}{4} \cdot 0,7 m - \frac{\pi \cdot 0,012 m^2}{4} \cdot 0,7 m$$

$$V_3 = 0,0000165375 \cdot \pi m^3$$

Paso siguiente se calcula la masa del eje 1, para los cual necesitas saber la densidad del caucho de nitrilo, la cual se encuentra en el anexo 3.

$$m_2 = V_2 \cdot \delta_{A36}$$

En donde:

$$V_3 = 0,0000165375 \cdot \pi m^3$$

$$\delta_{caucho} = 900 kg/m^3$$

Reemplazando tenemos.

$$m_3 = 0,0000165375 \cdot \pi m^3 \cdot 900 kg/m^3$$

$$m_3 = 0,04675 kg$$

Con estos resultados se encuentra la masa y el peso total de cada rodillo

Para la masa del rodillo 1 tenemos

$$m_{R1} = m_1 + m_3$$

$$m_{R1} = 0,7644 kg + 0,04675 kg$$

$$m_{R1} = 0,81115 \text{ kg}$$

Para la masa del rodillo 2 tenemos

$$m_{R2} = m_2 + m_3$$

$$m_{R2} = 0,7378 \text{ kg} + 0,04675 \text{ kg}$$

$$m_{R2} = 0,78455 \text{ kg}$$

$$W = \text{peso}$$

$$W = m \cdot g$$

Peso del rodillo 1

$$W_{R1} = m_{R1} \cdot g$$

$$W_{R1} = 0,81115 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W_{R1} = 7,9573815 \text{ N}$$

Peso del rodillo 2

$$W_{R2} = m_{R2} \cdot g$$

$$W_{R2} = 0,78455 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W_{R2} = 7,6964355 N$$

Para el cálculo de la inercia tenemos la siguiente formula:

$$I_y = I_z = \frac{m (3 r^2 + L^2)}{12} \quad \text{Ecuación 5.4}$$

Rodillo 1

$$I_1 = \frac{m_{R1} (3 r^2 + L_1^2)}{12}$$

$$I_1 = \frac{0,81115 \text{ kg} (3 \cdot (0,006 \text{ m})^2 + (0,86 \text{ m})^2)}{12}$$

$$I_1 = 0,05 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Rodillo 2

$$I_2 = \frac{m_{R2} (3 r^2 + L_2^2)}{12}$$

$$I_2 = \frac{0,78455 \text{ kg} (3 \cdot (0,006 \text{ m})^2 + (0,83 \text{ m})^2)}{12}$$

$$I_2 = 0,045 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Inercia total en rodillos

$$I_{TR} = I_1 + I_2 \quad \text{Ecuación 5.5}$$

$$I_{TR} = 0,05 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 + 0,045 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{TR} = 0,095 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Paso siguiente se prosigue a dibujar diagrama de cuerpo libre del rodillo y se nombra las fuerzas que intervienen, Figura 5.4.

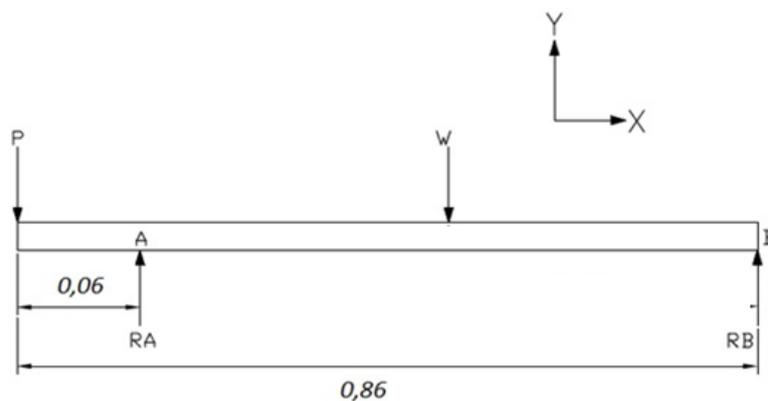


Figura 5.4 Diagrama de cuerpo libre del rodillo

Analizamos el grafico y se observa que no hay cargas en el eje X, por lo tanto, se procede hacer sumatoria de fuerza en Y

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \quad \text{Ecuación 5.6}$$

$$R_A - W_{p1} - W_{R1} + R_B = 0 \quad \text{Ecuación 5.7}$$

En el grafico $W_{p1} = P1$ y $W_{R1} = P2$

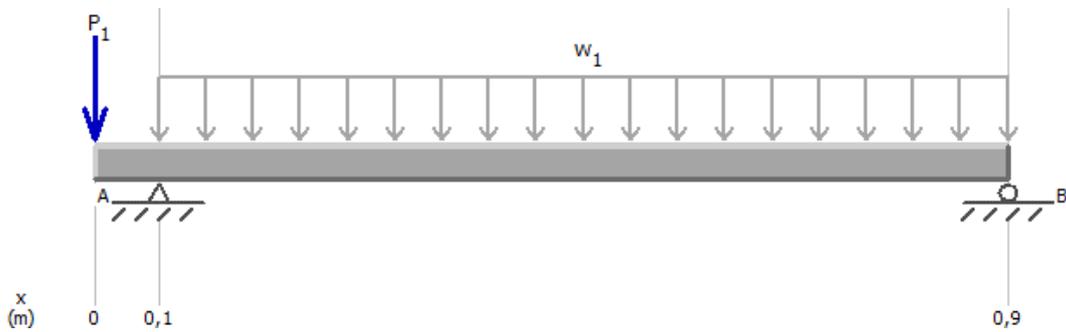


Figura 5.5 Ilustración de reacciones del rodillo

$$R_A = 6,50 \text{ N}$$

Reemplazando la sumatoria de fuerzas en B se determina que

$$R_B = 3,80 \text{ N}$$

Con la ayuda del programa MDSolids podemos constatar los resultados y construir el diagrama de cortes Figura 5.6 y momentos Figura 5.7.

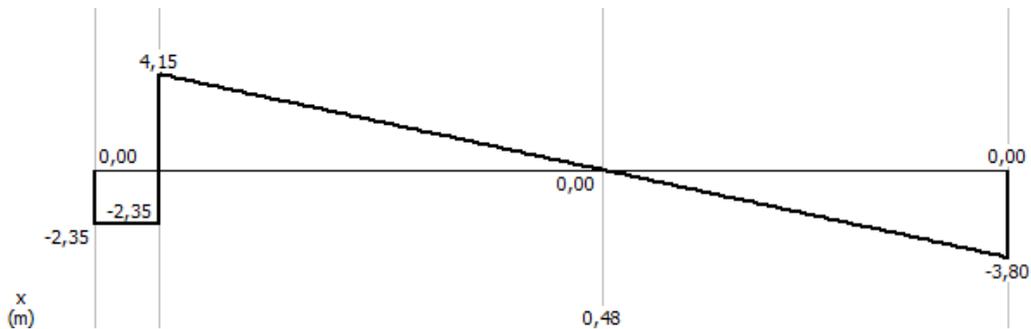


Figura 5.6 Diagrama de corte del rodillo

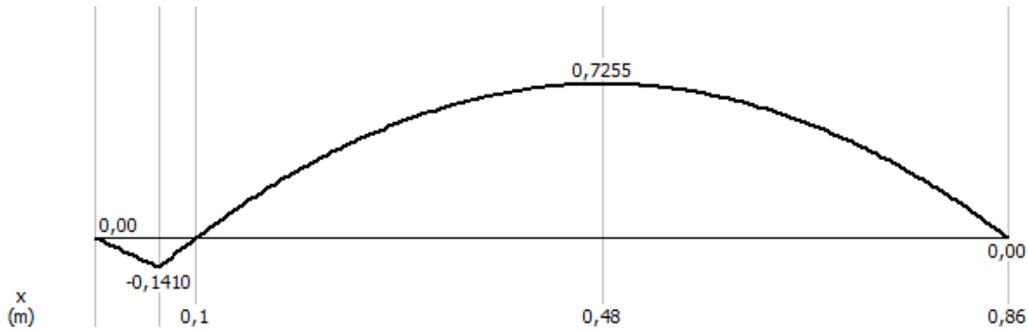


Figura 5.7 Diagrama de momento del rodillo

Se puede observar que en el diagrama de momento del rodillo 1, el valor de 0,7255 N.m es el más alto y en este caso positivo, lo cual no influye ya que siempre se debe tomar el valor absoluto, quedando así determinado que el momento máximo es 0,7255 N.m

5.1.3 Calculo del eje de transmisor

El funcionamiento del desenvainado de arveja fresca depende varios elementos entre ellos el motor, debido a que el mismo será utilizado tanto para los rodillos como para la excéntrica que nos sirve de fuente de vibración, para lo cual es necesario distribuir la cinética mediante el uso de un eje adicional.

Eje 3:

$$V_4 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L_4$$

En donde:

V_4 = volumen (?).

d = diámetro (0,021 m).

L_4 = longitud del eje (0,31m).

Reemplazando tenemos.

$$V_4 = \frac{\pi \cdot 0,021m^2}{4} \cdot 0,31m$$

$$V_4 = 0.0001073717829181 m^3$$

Paso siguiente se calcula la masa del eje 3, para los cual necesitas saber la densidad del acero A36, la cual se encuentra en el anexo 2.

$$m_4 = V_4 \cdot \delta_{A36}$$

En donde:

$$V_4 = 0.0001073717829181 m^3$$

$$\delta_{A36} = 7860 kg/m^3$$

Reemplazando tenemos.

$$m_4 = 0.0001073717829181 m^3 \cdot 7860 kg/m^3$$

$$m_4 = 0.8439422137 \text{ kg}$$

Peso del eje 3

$$W_4 = m_4 \cdot g$$

$$W_4 = 0.8439422137 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W_4 = 8.279073116397 \text{ N}$$

Al eje 3 están sujetos 3 poleas de diferentes dimensiones, se ha determinado la masa de cada una de ellas mediante una balanza con los siguientes resultados;

$$m_{p2} = 0,45 \text{ kg}$$

$$m_{p3} = m_{p4} = 0,18 \text{ kg}$$

Donde

m_{p2} = masa de polea 2

m_{p3} = masa de polea 3

m_{p4} = masa de polea 4

Los correspondientes pesos son

$$W_{p2} = 4.4145 \text{ N}$$

$$W_{p3} = W_{p4} = 1.7658 \text{ N}$$

Se prosigue a dibujar las fuerzas externas y las uniones que actúan sobre el objeto aislado y se las nombra, Figura 5.8.

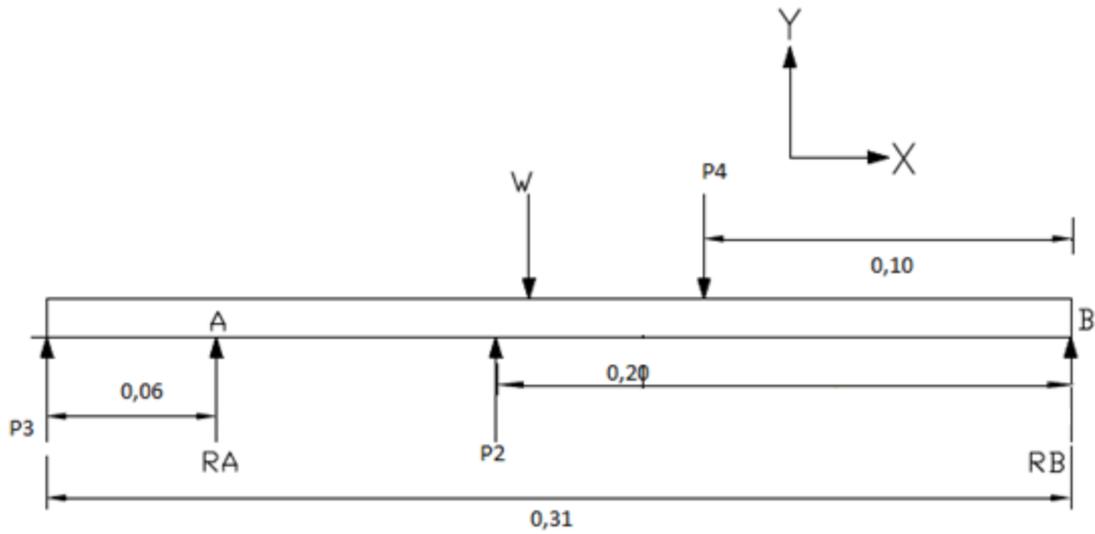


Figura 5.8 Diagrama de cuerpo libre del eje transmisor

Analizamos el grafico y se observa que no hay cargas en el eje X, por lo tanto, se procede hacer sumatoria de fuerza en Y

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$R_A - W_{P4} - W_4 + R_B + W_{P3} + W_{P2} = 0$$

Ecuación 5.8

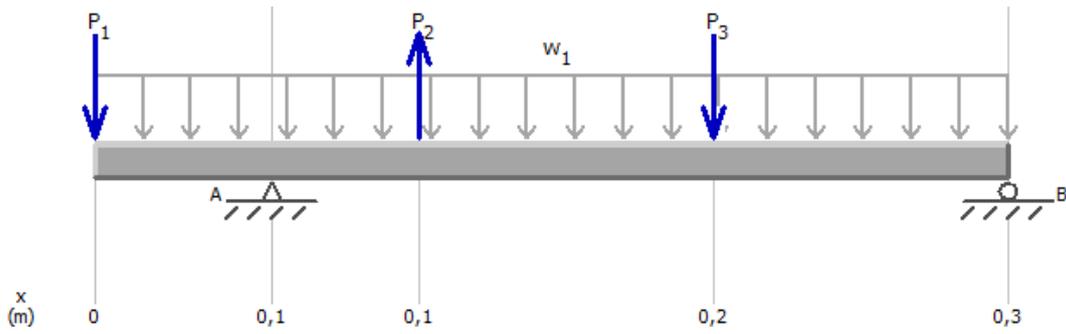


Figura 5.9 Ilustración de reacciones del eje transmisor

$$+\rightarrow \sum M_B = 0$$

$$-W_{P3} \cdot 0,31 - R_A \cdot 0,25 - W_{P2} \cdot 0,20 + W_{P3} \cdot 0,155 + W_{P4} \cdot 0,10 = 0$$

$$R_A = 4,48 \text{ N}$$

Reemplazando la sumatoria de fuerzas en B se determina que

$$R_B = 2,89 \text{ N}$$

Con la ayuda del programa MDSolids podemos constatar los resultados y construir el diagrama de cortes y momentos

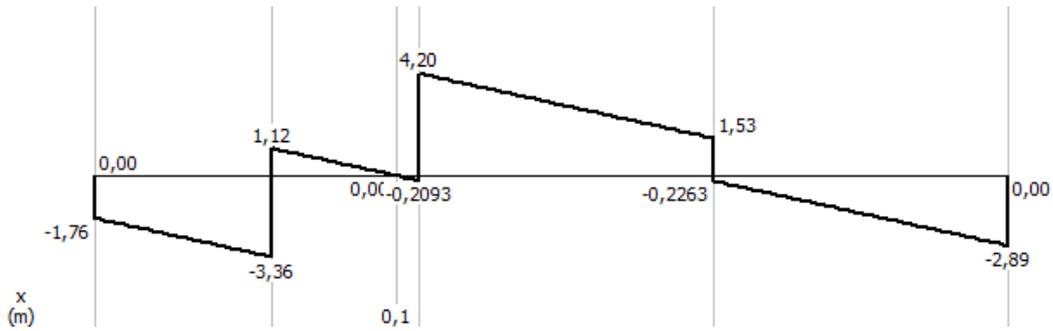


Figura 5.10 Diagrama de corte del eje transmisor

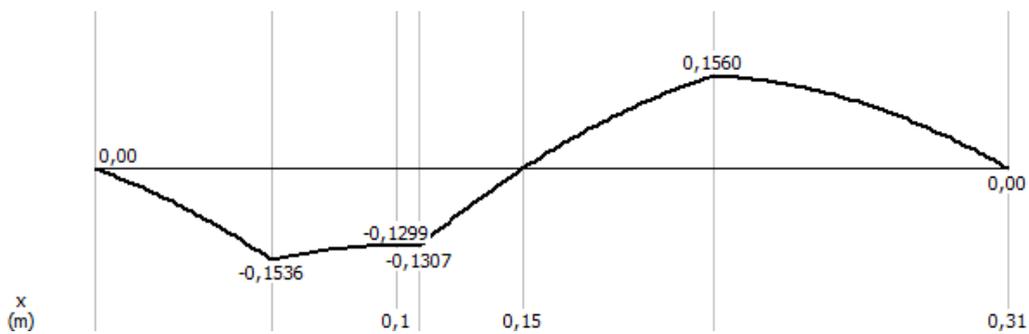


Figura 5.11 Diagrama de momento del eje transmisor

El momento máximo resultante es 0,1560 N.m

5.1.4 Calculo del eje de excéntrica

El funcionamiento del desenvainado de arveja fresca depende varios elementos entre ellos el motor, debido a que el mismo será utilizado tanto para los rodillos como para la excéntrica que nos sirve de fuente de vibración, para lo cual es necesario distribuir la cinética mediante el uso de un eje adicional.

Eje 4:

$$V_5 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L_5$$

En donde:

V_5 = volumen (?).

d = diámetro (0,018 m).

L_5 = longitud del eje (0,41m).

Reemplazando tenemos.

$$V_5 = \frac{\pi \cdot 0,018m^2}{4} \cdot 0,41m$$

$$V_5 = 0.0001043322920257 m^3$$

Paso siguiente se calcula la masa del eje 3, para los cual necesitas saber la densidad del acero A36, la cual se encuentra en el anexo 2.

$$m_5 = V_5 \cdot \delta_{A36}$$

En donde:

$$V_5 = 0.0001043322920257 m^3$$

$$\delta_{A36} = 7860 kg/m^3$$

Reemplazando tenemos.

$$m_5 = 0.0001043322920257 \text{ m}^3 \cdot 7860 \text{ kg/m}^3$$

$$m_5 = 0.82 \text{ kg}$$

Peso del eje 3

$$W_4 = m_4 \cdot g$$

$$W_5 = 0.82 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W_5 = 8.0447 \text{ N}$$

Mediante una balanza se determina la masa de la excéntrica y la polea

$$m_e = 0,48 \text{ kg}$$

$$m_{p5} = 0,31 \text{ kg}$$

Los correspondientes son:

$$W_e = 4.3164 \text{ N}$$

$$W_{p5} = 4.7088 \text{ N}$$

Procedemos a realizar un diagrama de las fuerzas que intervienen en el eje de la excéntrica.

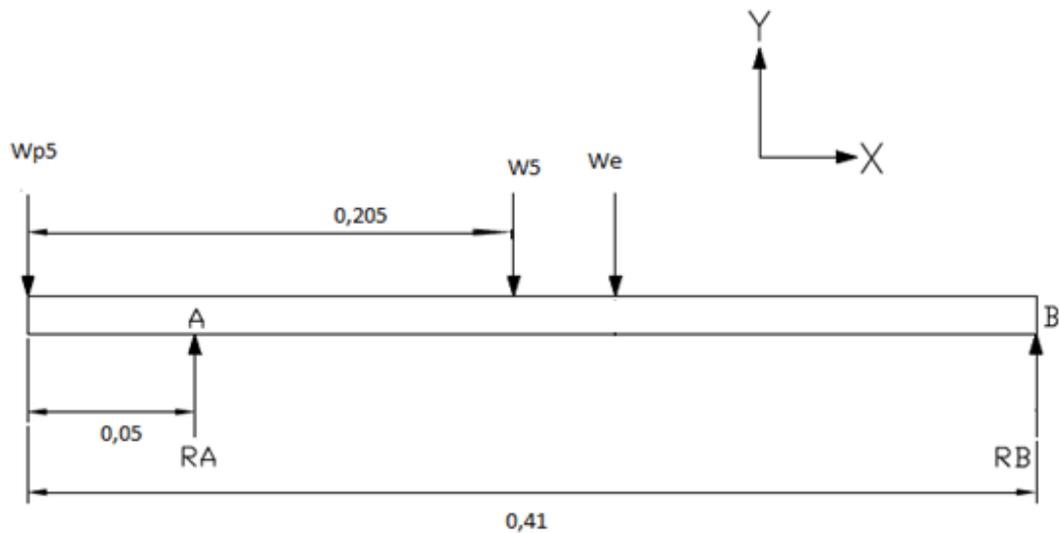


Figura 5.12 Diagrama de cuerpo libre de eje de la excéntrica

Analizamos el grafico y se observa que no hay cargas en el eje X, por lo tanto, se procede hacer sumatoria de fuerza en Y

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$R_A - W_{P5} - W_5 + R_B - W_e = 0$$

Ecuación 5.9

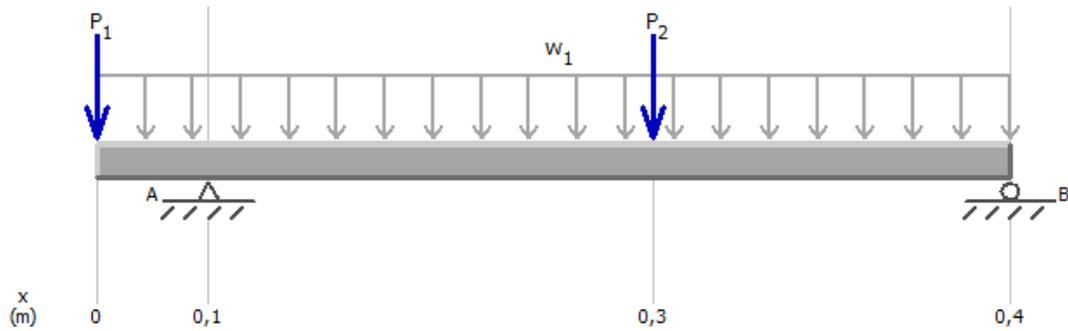


Figura 5.13 Ilustración de reacciones en el eje de la excéntrica

$$+\rightarrow \sum M_B = 0$$

$$W_{p5} \cdot 0,41 - R_A \cdot 0,36 + W_5 \cdot 0,205 + W_e \cdot 0,16 = 0$$

$$R_A = 11,82 \text{ N}$$

Reemplazando la sumatoria de fuerzas en B se determina que

$$R_B = 5,19 \text{ N}$$

Con la ayuda del programa MDSolids podemos constatar los resultados y construir el diagrama de cortes y momentos

Diagrama de corte

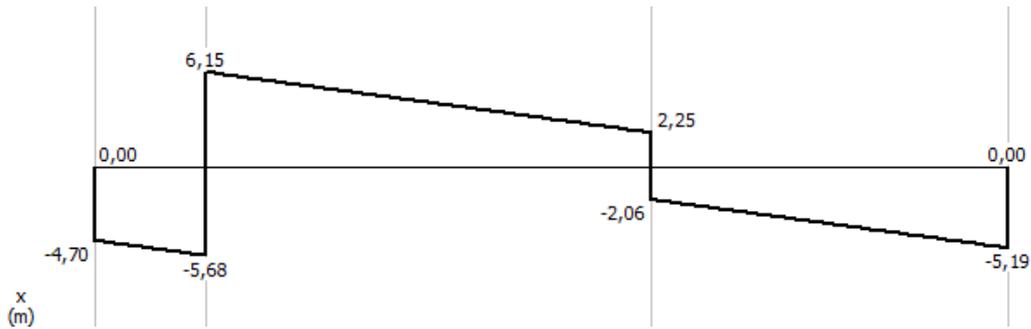


Figura 5.14 Diagrama de corte del eje de la excéntrica

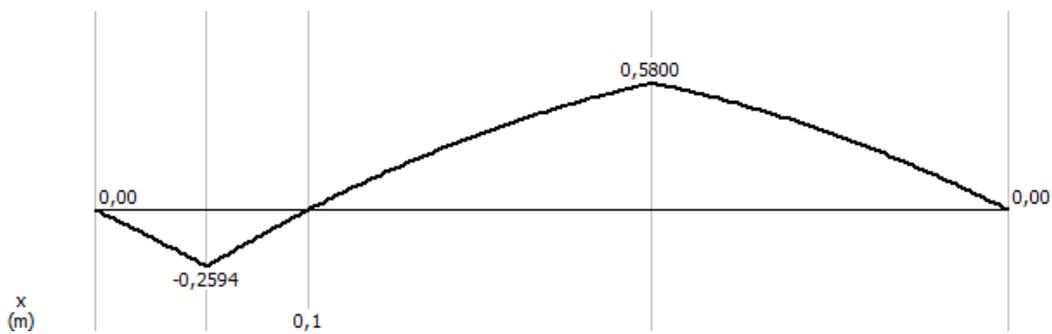


Figura 5.15 Diagrama de momento del eje de la excéntrica

El momento máximo resultante es 0,8039 N.m

5.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA

Para el cálculo de la potencia del motor, se opta por realizar pruebas de campo en cada uno de los elementos en los cuales el motor interviene.

Para saber la carga que interviene en el rodillo, se carga el sistema de rodillos a su máxima capacidad, la cual es 18 vainas de arveja fresca al mismo y utilizando un dinamómetro se procese a realizar el siguiente proceso:

Se monta un playo de presión en el eje, al otro extremo de éste playo acoplamos el dinamómetro y aplicamos la fuerza necesaria para que nuestro eje empiece a girar, de esta manera sabremos cuál es el torque máximo que debe vencer nuestro motor en el arranque.

La distancia que existe entre el eje del rodillo y dinamómetro es de 0,30 m

$$d_d = 0,30 \text{ m}$$

Bajo estas condiciones se procede a realizar 5 mediciones en el sistema de rodillos usando el dinamómetro y posteriormente se calcula la media

Tabla 5.1 Resultados de ensayos usando dinamómetro sobre lo rodillos

Número de ensayo	Lectura del dinamómetro
1	0,55 kg
2	0,61 kg
3	0,58 kg
4	0,56 kg
5	0,60 kg
Media	0,58 kg

$$F_{rodillos} = 0,58 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_{rodillos} = 5,69 \text{ N}$$

El torque viene dado por la siguiente ecuación

$$T = F \cdot d \quad \text{Ecuación 5.10}$$

T = Torque

F = fuerza

d = distancia

$$T_{rodillos} = (5,69 \text{ N})(0,3 \text{ m})$$

$$T_{rodillos} = 1,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Paso siguiente se busca la potencia a transmitir, la cual viene dada por la siguiente ecuación:

$$P_o = T \cdot \omega \quad \text{Ecuación 5.11}$$

Donde:

Po = Potencia a transmitir

T = Torque máximo

w = Velocidad angular

La velocidad angular viene dada por la siguiente fórmula

$$\omega = n \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \quad \text{Ecuación 5.12}$$

Donde

$$n_{\text{rodillos}} = 3300 \text{ rpm}$$

$$\omega = 3175 \text{ rpm} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60}$$

$$\omega = 332 \text{ rad/s}$$

Con estos datos se procede a calcular la potencia a transmitir

$$P_o = 1,7 \text{ N.m} \cdot 332 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P_o = 565,22 \text{ W}$$

Transformando a hp

$$P_o = 0,757 \text{ hp}$$

Con este resultado se aplica la fórmula de potencia del motor

$$P_M = \frac{P_o}{\eta} \quad \text{Ecuación 5.13}$$

Donde

η = eficiencia del motor, se considera una eficiencia conservadora de 0.90%.

$$P_M = \frac{0.757 \text{ hp}}{0,9}$$

$$P_M = 0.841 \text{ hp}$$

Dado que se quiere evitar una sobrecarga en el motor se escoge el inmediato superior que esté disponible comercialmente, siendo la opción más adecuada un motor de potencia 1 hp

Potencia del motor = 1 hp

5.3 CALCULO ESFUERZOS:

5.3.1 El esfuerzo de flexión

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

Ecuación 5.14

Siendo el esfuerzo de flexión variable he invertido, el esfuerzo máximo a flexión es igual al esfuerzo mínimo, pero de sentido contrario, por lo tanto, la ecuación queda:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - (-\sigma_{min})}{2} = \sigma_{max}$$

Ecuación 5.15

El esfuerzo de flexión (σ_a) es:

$$\sigma_a = \frac{M_{max}}{Z}$$

Ecuación 5.16

Donde:

M_{max} = es el momento flector máximo en el punto del eje a analizar.

Z = módulo de la sección a analizar

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Ecuación 5.17

Sustituyendo Z en σ_a tendremos que:

$$\sigma_a = \frac{32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot d^3}$$

Ecuación 5.18

Reemplazando los valores en Ecuación 5.18 tenemos:

$$M_{max} = 0,1560 \text{ N.m}$$

$$d = 0,012 \text{ m}$$

$$\sigma_a = \frac{32 \cdot 0,1560 \text{ N.m}}{\pi \cdot (0,012 \text{ m})^3}$$

$$\sigma_a = 919562 \text{ N/m}^2$$

5.3.2 El esfuerzo de torsión

$$\sigma_m = \frac{T}{Z'}$$

Ecuación 5.19

Donde:

T = es el torque máximo en el punto a analizar

Z' = es el módulo polar de la sección circular:

$$Z' = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Ecuación 5.20

Reemplazando la ecuación quedaría de la siguiente manera:

$$\sigma_m = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}$$

Ecuación 5.21

Reemplazando los valores tenemos que:

$$T_{max} = T_{rodillos} = 1,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Ecuación 5.22

$$\sigma_m = \frac{16 \cdot 1,7 \text{ N} \cdot \text{m}}{\pi \cdot 0,012^3}$$

$$\sigma_m = 5010433 \text{ N/m}^2$$

5.3.3 Cálculo de la resistencia de la fatiga (S_e)

La resistencia a la fatiga (S_e) estará afectada por los siguientes factores de trabajo:

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot S'_e$$

Ecuación 5.23

S_{ut} Resistencia Máxima del material (ver Anexo 1 para valores de S_{ut})

$$S_{ut} = 400 \text{ MPa}$$

S_y Límite de elasticidad

$$S_y = 250 \text{ MPa}$$

S'_e es el límite de fatiga del material.

Para aceros dúctiles

$$S'_e = 0,5 \cdot S_{ut}$$

Ecuación 5.24

$$S'_e = 0,5 \cdot 400 \text{ MPa}$$

$$S'_e = 200 \text{ MPa}$$

Factor de superficie k_a

k_a es el factor de corrección por superficie y depende de cómo será fabricado.

$$k_a = a \cdot S_{ut}^b$$

Ecuación 5.25

Los valores de a y b son parámetros en el factor de la condición superficial de Marin.

Tabla 5.2 Condición superficial de Marin

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} , kpsi	S_{ut} , MPa	
Esmerilado	1,34	1,58	-0,085
Maquinado o laminado en frío	2,7	4,51	-0,265
Laminado en caliente	14,4	57,7	-0,718
Como sale de la forja	39,9	272	-0,995

$$k_a = 4,51 (400)^{-0,265}$$

$$k_a = 0,921$$

k_b es el factor de corrección por temperatura

$k_b = 1$ Para temperatura Ambiente.

$k_b = 0,8$ Para temperatura entre 100°C y 200°C

$k_b = 0,6$ Para temperatura > 200°C.

En el presente caso:

$$k_b = 0,8$$

k_c es el factor de confiabilidad funcional

$$k_c = 1 - A \cdot B$$

Ecuación 5.26

Donde:

A = 0,076 para aceros

B = Ratio de supervivencia:

Tabla 5.3 Ratio de supervivencia de aceros

50%	B=0
67%	B=0,44
84%	B=1
90%	B=1,3
95%	B=1,6
99%	B=2,3
99.99%	B=3,7

$$k_c = 1 - 0,076 \cdot 1,6$$

$$k_c = 0,8784$$

Reemplazando los valores tenemos que el límite de fatiga.

$$S_e = 0,921 \cdot 0,8 \cdot 0,8784 \cdot 200$$

$$S_e = 129,44 \text{ MPa}$$

Aplicamos Goodman modificado para encontrar el factor de seguridad

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{n} \quad \text{Ecuación 5.27}$$

$$\frac{919562}{129440000} + \frac{5010433}{400000000} = \frac{1}{n}$$

$$n = 5,01$$

El factor de seguridad encontrado es bastante estable, lo que determina que el diseño del rodillo es aceptable.

5.4 CALCULO DEL DIMENSIONES DE LAS POLEAS

El siguiente cálculo se basa en la transmisión por poleas y correas, en el presente caso el sistema de transmisión es compuesto ya que costana de más de dos poleas.

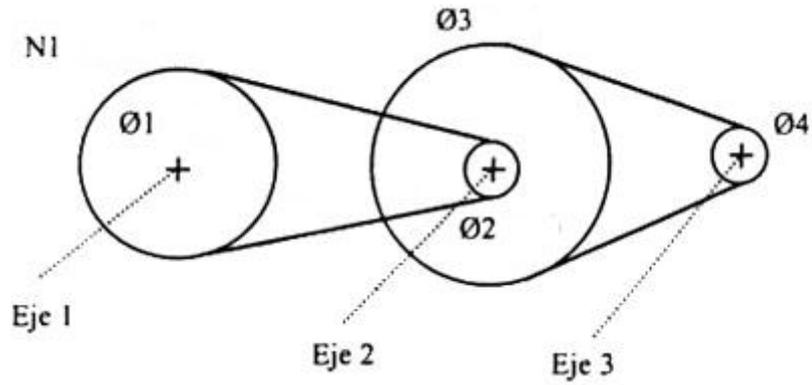


Figura 5.16 Transmisión de velocidad en 3 poleas

La fórmula es la siguiente

$$i = n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 = n_3 \cdot d_3 = n_4 \cdot d_4 = \dots \quad \text{Ecuación 5.28}$$

Donde

d = diámetro de polea

n = velocidad

En el presente caso se dispone de un motor con una velocidad 1720 rpm el cual está conectado una polea de 0,125 m de diámetro.

$$n_1 = 1720 \text{ rpm}$$

$$d_1 = 0,125 \text{ m}$$

Dadas las pruebas de ensaño a diferentes velocidades tanto en el rodillo con en el eje de la excéntrica, se puede concluir que para la velocidad en el rodillo se requiere 3300 rpm, y para el eje de la excéntrica se requiere de 4300 rpm

Calculo para polea del rodillo

$$d_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{n_2} \quad \text{Ecuación 5.29}$$

$$d_2 = \frac{1720 \text{ rpm} \cdot 0,125m}{3300 \text{ rpm}}$$

$$d_2 = 0,0651m$$

Calculo para polea del rodillo

$$d_3 = \frac{n_1 \cdot d_1}{n_3}$$

$$d_3 = \frac{1720 \text{ rpm} \cdot 0,125m}{4300 \text{ rpm}}$$

$$d_3 = 0,05m$$

CAPÍTULO 6

6.1 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Bastidor

Para la construcción del bastidor se ha procedido a la adquisición de tubo cuadrado de 5 cm x 5 cm y proceder a su respectiva construcción con dicho material, las dimensiones ya han sido dadas en el capítulo 4, se hace hincapié en que el material usado es acero A36.

Se puede apreciar el resultado de la construcción del bastidor y también del soporte de las bandejas en la Figura 6.1 y Figura 6.2.



Figura 6.1 Vista frontal del bastidor construido



Figura 6.2 Vista isométrica del bastidor contruido

El sistema de vibración

El sistema de vibración es el usado en las maquinas bloquearas, este consta de un eje, un excéntrico y un sistema de poleas para su cinemática, se lo puede apreciar en la Figura 6.3.



Figura 6.3 El eje y excéntrica usada en la maquina

El montaje de las bandejas de entrada y la tapa de protección se pueden precia en la Figura 6.4.



Figura 6.4 Montaje de las bandejas y tapa de protección sobre el bastidor



Figura 6.5 Vista del conjunto rodillo, poleas, bandejas de entada, tapa de protección

En la Figura 6.5 se puede apreciar, como se ha montado los rodillos, además del canal de salida del producto que se lo puede apreciar en la parte inferior de la máquina.

Para colocar los dispositivos electrónicos para el control de la maquina se utiliza una caja de paso de 30x30x10, la cual es adecuada para las dimensiones de los dispositivos electrónicos usados



Figura 6.6 Vista de caja de paso

La caja de paso ayuda a que preservar los dispositivos electrónicos del ambiente exterior que puede dañarlos con facilidad.

Se procede al montaje de los dispositivos electrónicos dentro de la caja de paso, se puede observar en la Figura 6.7.

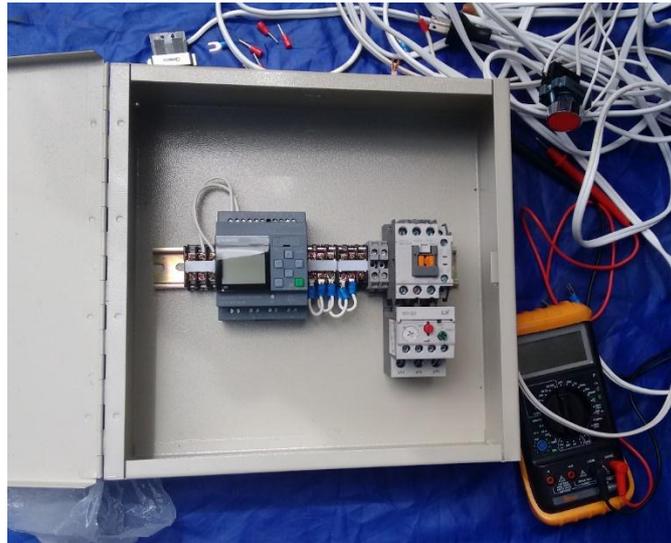


Figura 6.7 Montaje de dispositivos electrónicos

6.2 ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

6.2.1 COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN DEL DISPOSITIVO

Costos que intervinieron directamente en la fabricación de la maquina desenvainadora de arveja fresca.

Tabla 6.1 Costos directos de fabricación

DETALLE	COSTOS
Motor	\$ 90
Rodillos	\$ 200
Materiales	\$ 350
Mano de Obra	\$ 250
Insumos Eléctricos	\$ 330
TOTAL	\$ 1130

6.2.2 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Costos que no intervinieron directamente en la fabricación de la maquina desenvainadora de arveja fresca.

Tabla 6.2 Costos indirectos de fabricación

Detalle	Costos
Material de oficina	\$ 40
Internet	\$ 10
Transporte	\$ 80
TOTAL	\$ 130

6.2.3 COSTO TOTAL

Suma de costos directos y costos indirectos de fabricación del dispositivo.

Tabla 6.3 Costo Total

Detalle	Costos
Costos directos	\$ 1130
Costos indirectos	\$ 130
TOTAL	\$ 1260

6.3 VALIDACIÓN DEL DISPOSITIVO

Con el dispositivo correctamente ensamblado se procede a sus pruebas con el producto, se realizaron varias pruebas con diferentes personas, en donde se demostró que en 5 minutos tiene la capacidad de desenvainar un promedio de 5 libras de arveja fresca.

Dado los resultados, la maquina cumple con todos los requisitos exigidos por el cliente, cumpliendo de esta manera los objetivos planteados en esta tesis.

CONCLUSIONES

El método elegido de desenvainado es el correcto, los rodillos tangentes cumplen con su propósito, siendo altamente eficientes, ya que han logrado desgranar la totalidad de vainas de arveja fresca.

El diseño de la maquina ha sido el adecuado ya que se ajusta a las necesidades en cuanto espacio y eficiencia, en cuanto al control de la maquina es efectivo y no se ha reportado errores.

El costo, y la calidad de los materiales se lograron ajustar a los requerimientos del cliente, sin embargo, el peso total de la maquina es alto lo cual no interfiere en su operación ya que la maquina permanece fija en un lugar.

El sistema de control funciona correctamente y sin errores, en cuanto a la eficiencia de la máquina, es bastante eficiente al momento de desgranar, sin embargo, semillas de arveja inferiores a 0,004 m pueden presentar daños.

Se ha realizado el manual de usuario, revisar anexo 9.

RECOMENDACIONES

Se puede mejorar el peso de la maquina usando materiales más ligeros, sin embargo, hay que tener en cuenta los factores de fragilidad y ductilidad de ellos para que no afecten el funcionamiento de la máquina.

Se puede reemplazar el caucho de nitrilo, con otro material de similares características, pero que tenga un tiempo de uso más largo.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

Shigley, J.E. (2008) Diseño en Ingeniería Mecánica. México, Edit. Mc Graw Hill.

Mott, Robert, (2006). Diseño de Elementos de Máquinas (4ta. Edición). México: Prentice Hall.

Bolton, William (2006). Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica (3ra Edición). México: Alfaomega.

Norton, R.L. (1999). Diseño de Máquinas (2da. Edición). México: Prentice Hall.

Faires, V. M. (1965). Design of Machine Elements (4ta. Edición). Michigan: Macmillan University.

eléctricas de baja tensión (Primera Edición). España: Editorial Thomson.

Fraile Mora, Jesús (2008). Máquinas eléctricas (6ta Edición). España: Editorial McGraw-Hill.

Norton, Robert (2009). Diseño de maquinaria (4ta Edición). México: Editorial McGraw-Hill.

Askeland, Donald (2004). Ciencia e ingeniería de los materiales (4ta Edición). España: Editorial Paraninfo.

Hibbeler, Russel C. (2010). Mecánica vectorial para ingenieros: Estática (10ma Edición). México: Prentice Hall.

Publicaciones en línea:

- B., R. B. (09 de Septiembre de 1955). *Bean and pea sheller*. (United States Patent and Trademark Office) Recuperado el 07 de Julio de 2017, de <https://www.google.com/patents/US2820459>
- C., S. W. (10 de Septiembre de 1959). *Patents US*. (United States Patent and Trademark Office) Recuperado el 07 de 07 de 2017, de <https://www.google.com/patents/US3026877?dq=Pea+sheller>
- Chile, P. U. (01 de 03 de 2014). *Pontificia Universidad Católica de Chile*. Obtenido de [www.uc.cl: http://www7.uc.cl/sw_educ/agronomia/manual_poscosecha/archiv/prodf21.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/agronomia/manual_poscosecha/archiv/prodf21.html)
- Clabaugh, K. (04 de Febrero de 2015). *Pea Shellers*. (peashellers.net) Recuperado el 11 de Mayo de 2017, de <http://peashellers.net/taylor-mini-sheller-review/>
- Dela, L. R. (28 de 04 de 2017). *chefuri.com*. Obtenido de <http://blog.chefuri.com/consejos/consejos-paso-a-paso-xxi-desgranar-guisantes/>
- FAO. (28 de 04 de 2017). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org>: <http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/GBASE/Data/pf000493.HTM>
- INIAP. (1997). Variedades de Arveja de tipo declimbete para la Serranía Ecuatoriana. *INIAP*, 2-3.
- M., W. J. (10 de Febrero de 1955). *Patents*. Obtenido de <https://www.google.com/patents/US2807267>

Matters, S. (12 de 5 de 2014). *Southern Matters*. Obtenido de http://www.southernmatters.com/sugarcane/images/snapshots/88-pea_sheller3.JPG

News, M. E. (20 de 01 de 2015). *motherearthnews.com*. Obtenido de <http://www.motherearthnews.com/diy/pea-sheller-zmaz84mjzloeck.aspx#axzz37SskIU2I>

Pelamatic. (01 de Julio de 2017). *pelamatic*. (pelamatic.com) Recuperado el 06 de Julio de 2017, de <http://www.pelamatic.com/family/20-robito-vaina.html>

Rainbow, K. (02 de Enero de 2016). *Alibaba*. (Alibaba) Recuperado el 08 de Julio de 2017, de https://www.alibaba.com/product-detail/Automatic-Shell-Green-Soybean-Machine-Peas_60642988175.html

Ruiz, B. (23 de Enero de 2013). *Viviendo entre Plantas*. (Viviendo entre Plantas) Recuperado el 12 de Mayo de 2014, de <https://viviendoentreplantas.com/tag/vaina/>

Sheller, M. P. (07 de Julio de 2016). *855sheller*. (855sheller) Recuperado el 08 de Julio de 2017, de <https://855sheller.com/Item/MrPeaSheller>

USDA. (28 de 04 de 2017). *United States Department of Agriculture* . Obtenido de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3052?manu=&fgcd=&ds=>

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 1 (USDA, 2017)

Arveja (Pisum Sativum L.)	Unidad	1 por 100 g
Nutrientes próximos		
Agua	g	78.86
Energía	kcal	81
Energía	kJ	339
Proteína	g	5.42
Total de lípidos (grasas)	g	0.4
Ceniza	g	0.87
Hidratos de carbono, por diferencia	g	14.45
Fibra dietética total	g	5.1
Azúcares totales	g	5.67
La sacarosa	g	4.99
La glucosa (dextrosa)	g	0.12
Fructosa	g	0.39
Lactosa	g	0
Maltosa	g	0.17
Minerales		
Calcio, Ca	mg	25

Hierro, Fe	mg	1.47
El magnesio, Mg	mg	33
El fósforo, P	mg	108
Potasio, K	mg	244
Sodio, Na	mg	5
Zinc, Zn	mg	1.24
Cobre, Cu	mg	0.176
El manganeso, Mn	mg	0.41
Selenio, Se	g	1.8

Vitaminas

La vitamina C, ácido ascórbico	mg	40
total		
Tiamina	mg	0.266
Riboflavina	mg	0.132
Niacina	mg	2.09
El ácido pantoténico	mg	0.104
La vitamina B-6	mg	0.169
La vitamina B-12	g	0
La vitamina B-12, añadido	g	0
La vitamina A, de RAE	g	38
Caroteno, beta	g	449
Caroteno, alfa	g	21
Vitamina A, UI	IU	765
Luteína + zeaxantina	g	2477
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	0.13

ANEXO 2

Apéndice B. Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería^{1,5} 747
(Unidades SI)

Material	Densidad, kg/m ³	Resistencia última			Fluencia ² , %		Módulo de elasticidad, GPa	Módulo de rigidez, GPa	Coeficiente de expansión térmica, 10 ⁻⁶ /°C	Ductilidad, porcentaje de elongación en 50 mm
		Tensión, MPa	Compresión, ² MPa	Cor-tante, MPa	Tensión, MPa	Cor-tante, MPa				
Acero										
Estructural (ASTM-A36)	7 860	400			250	145	200	77.2	11.7	21
Alta resistencia-aleación baja										
ASTM-A709 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
ASTM-A913 Grado 450	7 860	550			450		200	77.2	11.7	17
ASTM-A992 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 690	7 860	760			690		200	77.2	11.7	18
inoxidable, AISI 302										
Laminado en frío	7 920	860			520		190	75	17.3	12
Recocido	7 920	655			260	150	190	75	17.3	50
Acero de refuerzo										
Resistencia media	7 860	480			275		200	77	11.7	
Alta resistencia	7 860	620			415		200	77	11.7	
Fundición										
Fundición gris										
4.5% C, ASTM A-48	7 200	170	655	240			69	28	12.1	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	7 300	345	620	330	230		165	65	12.1	10
Aluminio										
Aleación 1100-H14 (99% Al)	2 710	110		70	95	55	70	26	23.6	9
Aleación 2014-T6	2 800	455		275	400	230	75	27	23.0	13
Aleación 2024-T4	2 800	470		280	325		73		23.2	19
Aleación 5456-H116	2 630	315		185	230	130	72		23.9	16
Aleación 6061-T6	2 710	260		165	240	140	70	26	23.6	17
Aleación 7075-T6	2 800	570		330	500		72	28	23.6	11
Cobre										
Libre de oxígeno (99.9% Cu)										
Recocido	8 910	220		150	70		120	44	16.9	45
Endurecido	8 910	390		200	265		120	44	16.9	4
Latón amarillo (65% Cu, 35% Zn)										
Laminado en frío	8 470	510		300	410	250	105	39	20.9	8
Recocido	8 470	320		220	100	60	105	39	20.9	65
Latón rojo (85% Cu, 15% Zn)										
Laminado en frío	8 740	585		320	435		120	44	18.7	3
Recocido	8 740	270		210	70		120	44	18.7	48
Estaño bronce (88 Cu, 8 Sn, 4 Zn)	8 800	310			145		95		18.0	30
Manganeso bronce (63 Cu, 25 Zn, 6 Al, 3 Mn, 3 Fe)	8 360	655			330		105		21.6	20
Aluminio bronce (81 Cu, 4 Ni, 4 Fe, 11 Al)	8 330	620	900		275		110	42	16.2	6

ASTM A36 Steel, bar

Categories: [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [ASTM Steel](#); [Carbon Steel](#); [Low Carbon Steel](#)

Material Notes: Steel for general structural purposes including bridges and buildings.

Key Words: UNS K02600

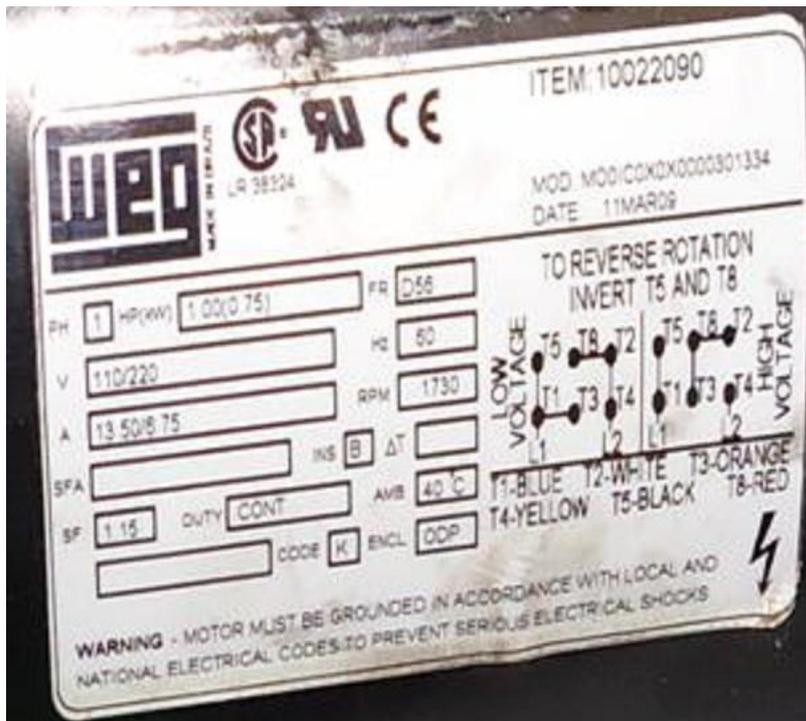
Vendors: No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.85 g/cc	0.284 lb/in ³	

Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Tensile Strength, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi	
Tensile Strength, Yield	250 MPa	36300 psi	
Elongation at Break	20 %	20 %	in 200 mm
	23 %	23 %	In 50 mm.
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi	
Compressive Yield Strength	152 MPa	22000 psi	Allowable compressive strength
Bulk Modulus	160 GPa	23200 ksi	Typical for steel
Poissons Ratio	0.26	0.26	
Shear Modulus	79.3 GPa	11500 ksi	

Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	0.29 %	0.29 %	
Copper, Cu	>= 0.20 %	>= 0.20 %	only if copper steel is specified
Iron, Fe	98 %	98 %	
Manganese, Mn	0.80 - 1.2 %	0.80 - 1.2 %	
Phosphorous, P	0.040 %	0.040 %	
Silicon, Si	0.15 - 0.40 %	0.15 - 0.40 %	
Sulfur, S	0.050 %	0.050 %	

ANEXO 3



Fase: 1

Hp(kw): 1,00 (0,75)

V: 110/220

A: 13.50/5,75

SF: 1,15

Duty: Cont.

FR: D56

Hz: 60

RPM: 1730

AMB: 40 °C

SIEMENS

Datasheet

6ED1052-1FB00-0BA8


LOGO!230RCE, LOGIC MODULE, DISPL. PU/I/O:
 115V/230V/RELAY, 8 DI (4A)/4 DO; MEM 400 BLOCKS
 EXPANDABLE, ETHERNET BUILT IN WEB-SERVER, DATALOG
 STANDARD MICRO SD CARD FOR LOGO! SOFT COMFORT V8
 PREVIOUS PROJECT USABEL

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
Supply voltage	
115 V DC	Yes
230 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
115 V AC	Yes
230 V AC	Yes
Time of day	
Time switching clocks	
• Number	8
• Power reserve	480 h
Digital inputs	
Number of digital inputs	8
Digital outputs	
Number of digital outputs	4; Relays
Short-circuit protection	No; external fusing necessary
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	10 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Emission of radio interference acc. to EN 55 011 (limit class B)	Yes

ANEXO 5



4300 Quebec Avenue North
Minneapolis, MN 55412-4016
Tel.: +1 (763) 535-6737
Fax: +1 (763) 535-0888
sales@robinsonrubber.com
www.robinsonrubber.com

Rubber Material Selection Guide NBR / Nitrile or Buna N Acrylonitrile Butadiene

▪ Abbreviation	NBR
▪ ASTM D-2000 Classification	BF, BG, BK
▪ Chemical Definition	Acrylonitrile Butadiene
▪ RRP Compound Number Category	30000 Series
♦ <u>Physical & Mechanical Properties</u>	
▪ Durometer or Hardness Range	20 – 95 Shore A
▪ Tensile Strength Range	200 – 3,500 PSI
▪ Elongation (Range %)	350 % – 650 %
▪ Abrasion Resistance	Good to Excellent
▪ Adhesion to Metal	Excellent
▪ Adhesion to Rigid Materials	Good to Excellent
▪ Compression Set	Good to Excellent
▪ Flex Cracking Resistance	Fair to Good
▪ Impact Resistance	Fair to Good
▪ Resilience / Rebound	Good
▪ Tear Resistance	Good to Excellent
▪ Vibration Dampening	Fair to Good
♦ <u>Chemical Resistance</u>	
▪ Acids, Dilute	Good
▪ Acids, Concentrated	Poor to Fair
▪ Acids, Organic (Dilute)	Good
▪ Acids, Organic (Concentrated)	Poor
▪ Acids, Inorganic	Fair to Good

1

Robinson Rubber Products – Nitrile or Buna N
© Copyright 2005 Robinson Rubber Products Company, Inc. All rights reserved.

Challenging Components Made Simple™

ANEXO 6

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE

		SERIE 300 -							
		Acero al Cromo Níquel							
		301	302	303	304	304 L	321		
DESIGNACIÓN	TIPO ASTM (AISI)								
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00 Ni% 6,008,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00 S% 0,15 Min.	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0010,50	C% 0,030 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0012,00	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 9,0012,00 Ti% >5xC%0,07		
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9		
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000		
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO		
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	500	500	500	500		
	CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA (W/m K)	a 100 C a 150 C	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21,5	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICO MEDIO (x 10 ⁶ C ⁻¹)	0100 C 0300 C 0500 C 0700 C	16,92 17,10 18,18 18,72	17,28 17,82 18,36 18,72	17,3 17,8 18,4 18,7	17,30 17,80 18,40 18,80	17,30 17,80 18,40 18,80	16,74 17,10 18,54 19,26	
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)		13981420	13981420	13981420	13981454	13981454	13981427	
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	PERMEABILIDAD TÉRMICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO 1,02	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008		
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μm)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72		
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20°	DUREZA BRINELL	RECOCIDO HB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HB	135185 210330	135185 180330	130180 180330	130150 180330	125145 -	130185 -	
	DUREZA ROCKWELL	RECOCIDO HRB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HRC	7592 2541	7090 1035	7090 -	7088 1035	7085 -	7088 -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm(N/mm ²)	RECOCIDO	590750 8701200	560720 6801180	530700 -	500700 7001180	500680 -	520700 -	
	ELASTICIDAD CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (0,2)(N/mm ²)	RECOCIDO	215340 500900	205340 340900	205340 350900	195340 340900	175300 -	205340 -	
		RECOCIDO Rp(1) (N/mm ²) MÍNIMO	225	245	255	235	215	245	
	ALARGAMIENTO 50mm. A(%)		6555 258	6050 5010	6050 -	6550 5010	6550 -	6040 -	
	ESTRICCION	RECOCIDO Z (%)	7060	7555	Min. 50	7560	7560	6550	
	RESILIENCIA	KCUL (J/cm ²) KVL (J/cm ²)	130 140	160 180	Min. 100 -	160 180	160 180	120 130	
	PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD DIFERENTES TEMPERATURAS	Rp(0,2) (N/mm ²)	a 300 C a 400 C a 500 C	- - -	- - -	125 97 93	115 98 88	150 135 120
			Rp(1) (N/mm ²)	a 300 C a 400 C a 500 C	- - -	- - -	147 127 107	137 117 108	186 161 152
LÍMITE DE FLUENCIA		a 500 C	-	-	-	68	58,5	102	
		a 600 C	-	-	-	42	36	64	
		a 700 C	-	-	-	14,5	10,5	16,5	
	σ1 / 100.000/t (N/mm ²) a 800 C	-	-	-	4,9	3,9	5,8		
TRATAMIENTOS TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (OC) (I)		ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 9531120	
	TEMPLE		NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	
	INTERVALO DE FORJA	TEMPER. INICIAL TEMPER. FINAL	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1175 925	
	TEMPERATURA FORMACIÓN CASCARILLA	SERVICIO CONTINUO SERVICIO INTERMITENTE	900 810	900 810	- 815	925 840	925 840	900 810	
OTRAS PROPIEDADES	SOLDABILIDAD		MUY BUENA	MUY BUENA	NO ACONSEJABLE	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA	
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112		45%	45%	55%	45%	45%	36%	
	EMBUCCIÓN		BUENA	BUENA	REGULAR	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA	

ANEXO 7

Contactors (22AF)

Metasol

Description

- 3-pole(NO) main contact
- Finger proof design
- DIN rail or screw mountable
- AC or DC control in different physical size
- Front/side mountable accessories available
- Direct mountable overload relay available Rating
- 1NO or 1NC Auxiliary contact built-in as standard.



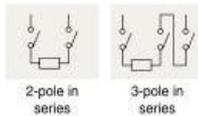
MC-22b

Rating

Contactor type			MC-9b		MC-12b		MC-18b		MC-22b		
			kW	A	kW	A	kW	A	kW	A	
AC duty	AC3	200/240V	2.5	11	3.5	13	4.5	18	5.5	22	
		380/440V	4	9	5.5	12	7.5	18	11	22	
		500/550V	4	7	7.5	12	7.5	13	15	20	
		690V	4	5	7.5	9	7.5	9	15	18	
	AC4	200/240V	1.5	8	2.2	11	3.7	16	3.7	18	
		380/440V	2.2	6	4	9	4	11	5.5	13	
	AC1		-	25	-	25	-	32	-	40	
DC1 duty (L/R=1ms)	2-pole	24V	-	18	-	18	-	18	-	32	
		in series	48V	-	17	-	17	-	17	-	30
		110V	-	12	-	12	-	12	-	23	
	3-pole	24V	-	20	-	20	-	20	-	32	
		in series	48V	-	20	-	20	-	20	-	32
		110V	-	15	-	15	-	15	-	27	
DC 2,4 duty (L/R=15ms)	2-pole	24V	-	15	-	15	-	15	-	25	
		in series	48V	-	12	-	12	-	12	-	20
		110V	-	8	-	8	-	8	-	15	
	3-pole	24V	-	18	-	18	-	18	-	30	
		in series	48V	-	15	-	15	-	15	-	30
		110V	-	12	-	12	-	12	-	20	
Directly mountable Overload relay			MT-32								
Conductor size (solid, stranded)	AWG		16-10		16-8		14-8		14-8		
	(the max. number of conducts: 2) mm ²		1.5-4		1.5-10		2.5-10		2.5-10		
Conductor type			65/75°C Cu-wire only								



Coil voltage



2-pole in series

3-pole in series

	50Hz	24, 32, 42, 48, 80, 100, 110, 220, 230, 240, 380, 400, 500, 550V
AC	60Hz	24, 48, 110, 110, 12, 200, 208, 220, 230, 240, 277, 380, 480, 600V
	50/60Hz	24, 48, 100, 110, 120, 200, 220, 230, 240, 380, 415, 440, 500, 550V
DC		12, 20, 24, 48, 60, 80, 100, 110, 125, 200, 220, 250V

Certification

- CE(IEC)
- UL508

ANEXO 8

DC Coil	12V	—	MC-9B-DC12V	MC-12B-DC12V	MC-18B-DC12V	MC-22B-DC12V
	24V	—	MC-9B-DC24V	MC-12B-DC24V	MC-18B-DC24V	MC-22B-DC24V

Other DC Coil Voltages Available:
20V, 48V, 60V, 80V, 100V, 110V, 125V, 200V, 220V, 250V

HP Rating / UL508		HP	HP	HP	HP
Single phase	Continuous current	25A	25A	40A	40A
	110-120V	0.5	0.75	1	2
Three phase	220-240V	1.5	2	3	3
	200-208V	2	3	5	7.5
	220-240V	3	5	7.5	10
	440-480V	5	7.5	10	15
	550-600V	7.5	10	15	20

Overload Relays (Class 10A, Differential Typical)



MT-32

Setting Ranges (A)	Frame Size 22AF
0.1-0.16A	MT-32/3K-0.16
0.16-0.25A	MT-32/3K-0.25
0.25-0.4A	MT-32/3K-0.4
0.4-0.63A	MT-32/3K-0.63
0.63-1A	MT-32/3K-1
1-1.6A	MT-32/3K-1.6
1.6-2.5A	MT-32/3K-2.5
2.4-4A	MT-32/3K-4
4-6A	MT-32/3K-6
5-8A	MT-32/3K-8
6-9A	MT-32/3K-9
7-10A	MT-32/3K-10
9-13A	MT-32/3K-13
12-18A	MT-32/3K-18
16-22A	MT-32/3K-22
18-25A	MT-32/3K-25
22-32A	MT-32/3K-32
28-40A	MT-32/3K-40

Drawings and other technical information can be found on page 14-20.

Altech Corp. • 35 Royal Road • Flemington, NJ 08822-6000 • Phone (908)806-9400 • FAX (908)806-9490 • www.altechcorp.com

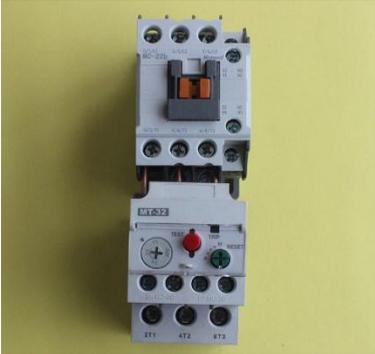
ANEXO 9: MANUAL DE USUARIO

La máquina desenvainadora está confeccionado para su directa operación.

La máquina consta de:

Motor de 1hp

2 rodillos de NBR color blanco

El bastidor	Dos bandejas en acero inoxidable
	
Una caja de paso	Un PLC logo 230RC
	
Un relé térmico con el respectivo contactor	
	

Instrucciones

La máquina consta de un pulsador de color verde, el pulsador verde sirve tanto para el encendido como para apagar la máquina.

La máquina consta de un pulsador de color rojo, el pulsador rojo sirve únicamente para hacer un paro de emergencia él se encuentra ubicado en el extremo opuesto del pulsador verde.

La máquina no podrá ser accionada a menos que se encuentra la tapa de protección colocada correctamente.

Datos técnicos

Fuente de alimentación: 110 V AC

Máximo consumo de corriente: 11 A (fijado en el relé térmico)

Materiales del producto: ASTM A36, AISI 304, ASTM A500, NBR.

Mantenimiento de la maquina

Debido a que el producto a manipular es de orden orgánico, la maquina puede presentar residuos después del desenvainado, por lo cual se recomienda su limpieza con un paño húmedo de agua.

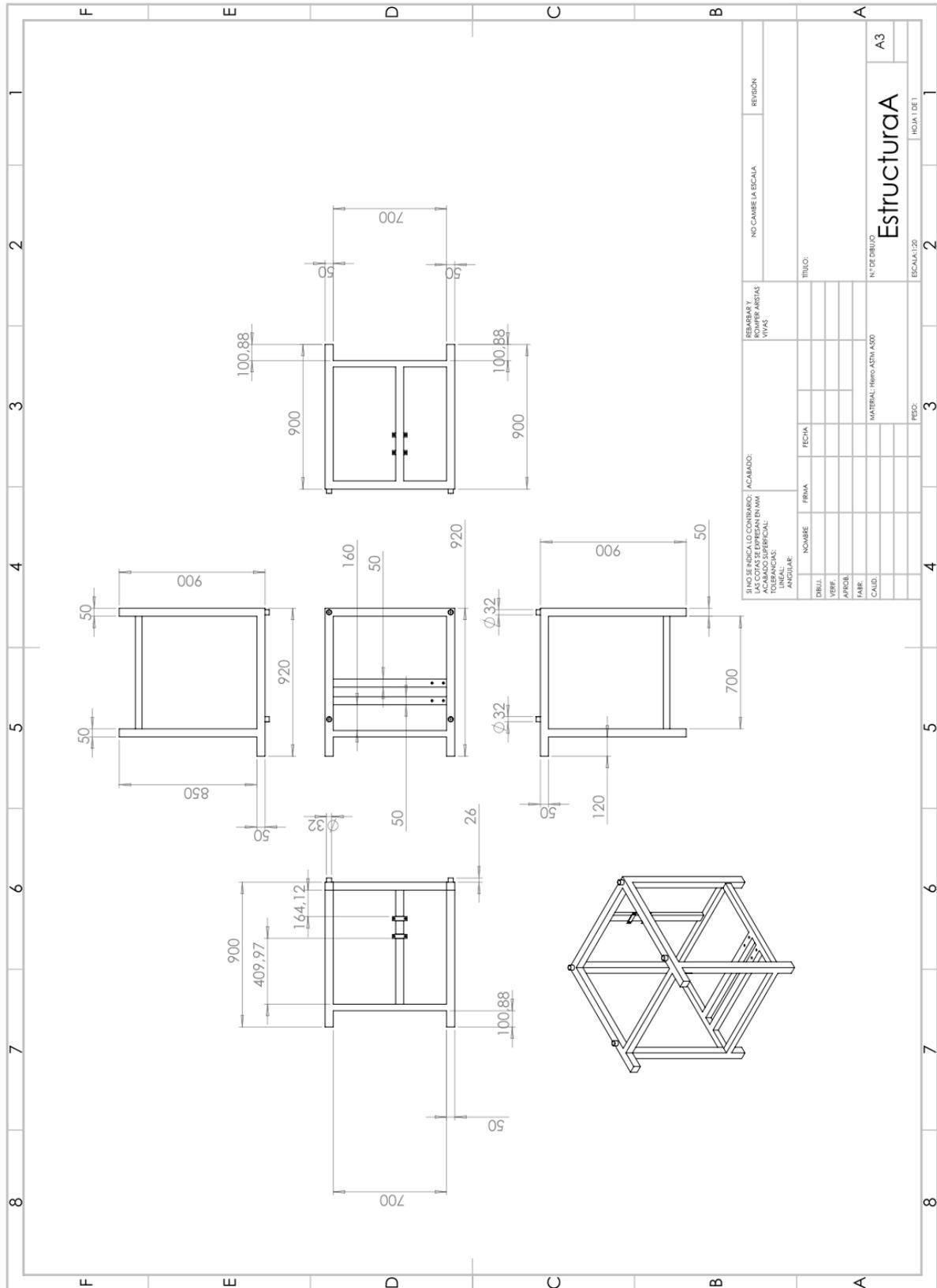
Para una limpieza más rigurosa las bandejas se encuentran sujetas por tuercas tipo mariposa para su fácil desmontamiento.

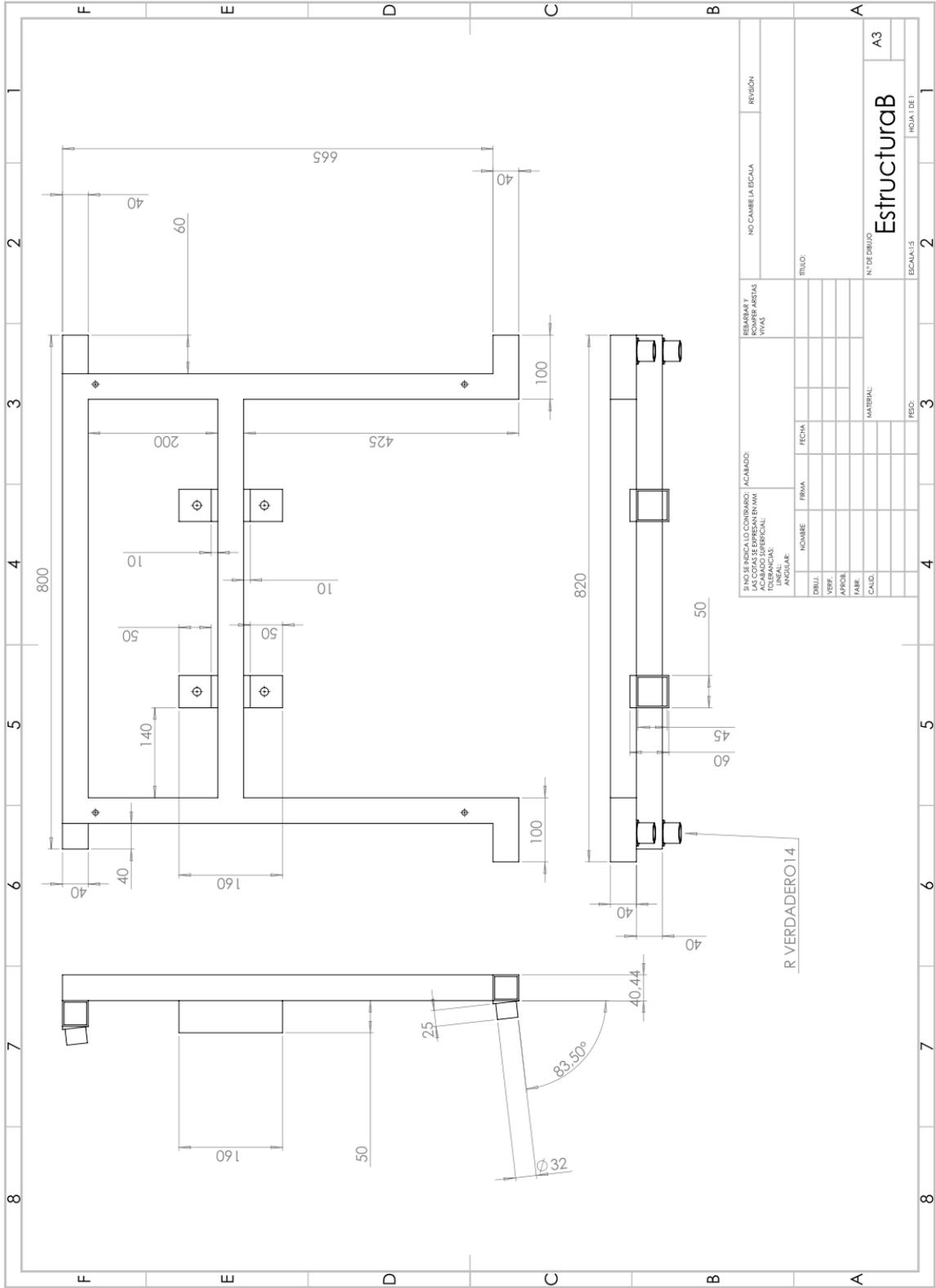
Las limpiezas del vulcanizado de los rodillos se deben realizar únicamente con agua, esta limpieza deber realizarse con un paño húmedo de agua.

El uso de productos químicos de limpieza es autorizado, aunque se debe guardar moderación.

El uso de disolventes de sustancias orgánicas queda estrictamente prohibido, así como cualquier tipo de éter.

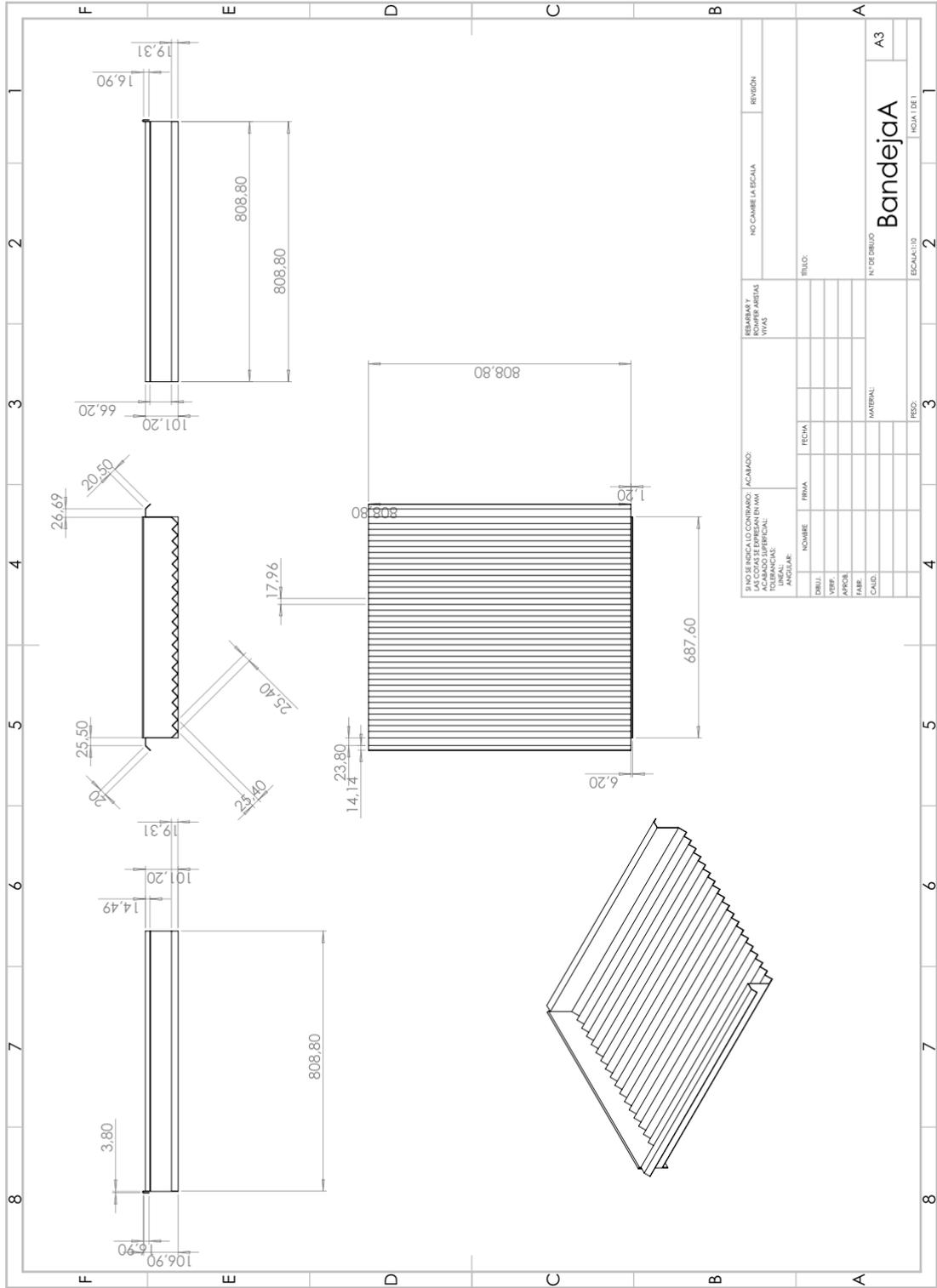
ANEXO 10: PLANOS



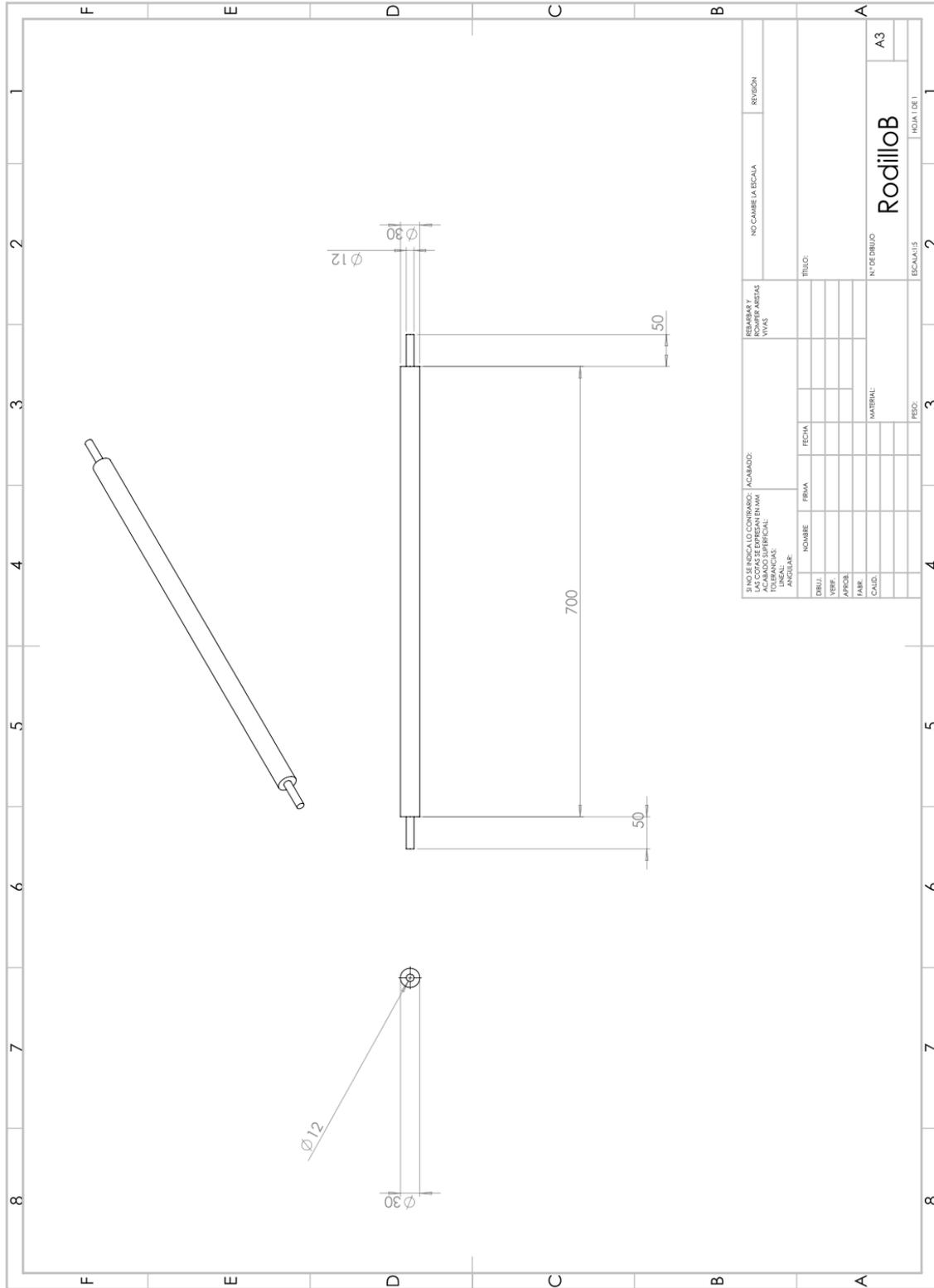


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO: ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: ANGULARES		ACABADO: SERIAL: SERIAL:		REBARBAR Y REPARAR PARTES VITAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REGION	
DEBIL	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TITULO:					
VEFF.									
APROB.									
FABR.									
CAUD.									
	MATERIAL:			N° DE DIBUJO					
	PED:			Escala: 1:1					
	PED:			Escala: 1:1					

Estructurab
A3



R/NO SE INICIA LOS CONTORNOS LAS COTAS SE ESPESAN EN MM ACABADO:		REPARAR Y RECORRER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRADO SUPLENTERIAL LINEAL: ANGULAR:		ACABADO: NOMBRADO SUPLENTERIAL LINEAL: ANGULAR:		TÍTULO: BANDA DE:		Nº DE DIBUJO Bandeja	
DIBUJ.: VERIF.: APROB.: FABR.: CALD.:		FIRMA: FECHA:		MATERIAL:		ESCALA: 1/10 HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICÓ CONTRARIO: ACABADO: ACABADO SE EFECTÚAN EN MM TOLERANCIAS: ANGULARES		REBARBAR Y MARGENES ARISTAS VIVAS		NO CAMBIA LA ESCALA		REGION	
DELLI	NOMBRE	FECHA	TRUENO		N° DE DIBUJO		
VERIF	VERIF				RodilloB		
JARCOB	JARCOB				A3		
MARE	MARE				ESCALA(S)		
CAED	CAED				2		
					3		
					4		
					5		
					6		
					7		
					8		
					FEED		
					MATERIAL		