



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Diseño de una máquina seleccionadora, para mejorar la calidad del  
tamaño de grano de maíz en la comunidad La Paccha-Huambos**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Vidarte Vidarte, Wilder (ORCID: 0000-0003-4630-9006)

**ASESOR:**

Mg. Dávila Hurtado, Fredy (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2020

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, quiero dedicarle a Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este trabajo de investigación, a mi familia por estar ahí cuando más lo necesite; en especial a mi madre por apoyarme y ayudarme en los momentos más difíciles.

***Vidarte Vidarte Wilder***

## **AGRADECIMIENTO**

Primero y como más importante me gustaría agradecer a Dios ser maravilloso que nos dio la fuerza y fe para creer en lo que nos parecía imposible terminar.

Agradecimiento a nuestro asesor de investigación, MG. ING. FREDY DÁVILA HURTADO por su esfuerzo, dedicación, conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y motivación que han sido fundamentales para mi formación como investigador.

Él ha inculcado un sentimiento de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador.

A su manera, ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como sentirme en deuda con él por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado trabajo de investigación.

Gracias a todas las personas de la Universidad Cesar Vallejo por su atención y amabilidad mostrada durante todo el desarrollo del aprendizaje.

***Vidarte Vidarte Wilder***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
<i>Agradecimiento</i> .....	iii
Indice de tablas .....	v
Indice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstrac .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	13
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	21
3.1 Tipo y diseño de Investigación. ....	21
3.2 Variables .....	21
3.3 Población y muestra. ....	21
3.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	22
3.7 Procedimientos.....	23
3.8 Métodos de Análisis de Datos. ....	24
3.9 Aspectos Éticos.....	24
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	26
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	67
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	70
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	72
REFERENCIAS .....	73
<b>ANEXOS</b> .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Datos físicos de diferentes tipos de maíz.....	15
<b>Tabla 2.</b> Resorte en serie y paralelo. ....	18
<b>Tabla 3.</b> Cuadro resumen de la encuesta aplicada.....	27
<b>Tabla 4.</b> Cuadro de precios de maíz. ....	29
<b>Tabla 5.</b> Requisitos de calidad para maíz en grano .....	31
<b>Tabla 6.</b> Requerimientos climáticos del grano maíz.....	32
<b>Tabla 7.</b> Valorización y ponderización de criterios. ....	33
<b>Tabla 8.</b> Parámetros de diseño de la máquina seleccionadora.....	33
<b>Tabla 9.</b> Matriz de selección. ....	36
<b>Tabla 10.</b> Densidad aparente de grano.....	37
<b>Tabla 11.</b> Resultados de Volúmenes para cada tipo de grano. ....	38
<b>Tabla 12.</b> Propiedades del acero inoxidable 304. ....	40
<b>Tabla 13.</b> Relación de dimensión en placas apoyadas en su contorno. ....	41
<b>Tabla 14.</b> Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas circulares.....	42
<b>Tabla 15.</b> Propiedades Físicas y mecánicas del AISI 304. Aplicados en SolidWorks .....	43
<b>Tabla 16.</b> Perfiles, de lados iguales. Con variación de ángulos. ....	46
<b>Tabla 17.</b> Propiedades Físicas del apoyo de la criba y la bandeja .....	47
<b>Tabla 18.</b> Propiedades Físicas del Bastidor.....	48
<b>Tabla 19.</b> Cargas aplicadas. ....	49
<b>Tabla 20.</b> Propiedades físicas de la estructura - chasis.....	51
<b>Tabla 21.</b> Índice del resorte ASTM 232.....	54
<b>Tabla 22.</b> Propiedades del acero ASTM A-232.....	55
<b>Tabla 23.</b> Resorte Helicoidal ASTM A232.....	56
<b>Tabla 24.</b> Datos obtenidos, luego de aplicar las cargas correspondientes. ....	58
<b>Tabla 25.</b> Factor de servicio, para motores trifásicos.....	61
<b>Tabla 26.</b> Análisis de costos de los componentes. ....	63
<b>Tabla 27.</b> Análisis Costo Beneficio.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Desgrane de maíz manual. ....	13
<b>Figura 2.</b> Desgranadora de maíz. ....	14
<b>Figura 3.</b> Características físicas del Maíz. ....	14
<b>Figura 4.</b> Clasificadora de granos de maíz. ....	19
<b>Figura 5.</b> Simulación de estructura. ....	20
<b>Figura 6:</b> Estados de crecimiento del grano de maiz. ....	32
<b>Figura 7.</b> Diagrama de cargas sobre la placa ....	39
<b>Figura 8.</b> bandeja.....	43
<b>Figura 9.</b> Perfil de apoyo para la criba y la bandeja.....	46
<b>Figura 10.</b> Bastidor .....	48
<b>Figura 11.</b> Ángulo de incidencia. ....	49
<b>Figura 12.</b> Ángulo de incidencia sobre el bastidor .....	50
<b>Figura 13.</b> Estructura o chasis del seleccionador de granos. ....	50
<b>Figura 14.</b> Geometría de la estructura y/o chasis .....	51
<b>Figura 15.</b> Esfuerzos y deformaciones, sobre las cargas de trabajo. ....	57

## RESUMEN

Varias organizaciones están tratando de mejorar la calidad de su materia prima beneficiando a todos los entes percipientes a largo plazo. Identificar este tipo de proyecto, conlleva a identificar parámetros para el diseño una máquina, para la idea de concientizar la mejora de la calidad de su producto. En la actualidad la Agro-industria a nivel mundial ha evolucionado a pasos agigantados en los cuales se tiene como objetivo la manera de buscar innovar, una manera tecnología para transformar alimentos que nos ofrece la tierra. Sin embargo, en la comunidad actual, la situación del proceso viene siendo rudimentaria disminuyendo así sus ingresos netos y también su calidad de producto, lo que está creando una brecha de financiamiento. Para que la comunidad pueda continuar su trabajo, se deben evaluar parámetros de diseño para la funcionalidad de la máquina seleccionadora. El objetivo de este estudio es Diseñar una máquina seleccionadora, para mejorar la calidad del tamaño de grano de maíz en la comunidad La Paccha - Huambos. Con este fin, la investigación se centró en: Diagnosticar la situación actual del proceso de selección del grano de maíz con ellos evaluamos los parámetros como las condiciones de trabajo, temporadas, producción, tamaño, tipo y calidad del grano de maíz para el diseño de la seleccionadora. Todo ello se realizó bajo las normativas competentes al diseño del presente proyecto.

La investigación responde de acuerdo con los resultados obtenidos en la validación de la información, con lo cual se procedió a emplear un instrumento de recolección de datos, llamado "encuesta". Donde se realizó una serie de preguntas, cuya finalidad fue diagnosticar la situación actual del proceso de selección del grano de maíz en la comunidad La Paccha – Huambos. Todo esto conto con una limitante que fue la determinación de parámetros y delimitación de diseño, el cual está basado en la normativa: NTP 205.008:2009 / COR 1. Luego de haber planteado la normativa interviniente, se realizó una tabla de especificaciones técnicas, cuya finalidad es presentar los requerimientos expresados por la comunidad, las normativas y/o revistas de investigación.

Los indicadores de evaluación económica y financiera del proyecto nos muestran que es viable, el Valor Actual Neto Económico (VANE) es positivo y asciende a S/.

0000; el Valor Actual Neto Financiero es de S/. 0000; La Tasa Interna de Retorno Económico es 00 % y la Tasa Interna Neta Financiera 00.0 %, es superior al costo de oportunidad del mercado financiero; por lo tanto, el proyecto es rentable. Considerando el análisis cualitativo y cuantitativo realizado en la presente investigación, donde el indicador económico se muestran razonable y aceptable se sugiere la implementación de la presente investigación.

Teniendo esto en cuenta, se recomienda que la modalidad de post-cosecha desarrollada, mantenga la secuencia ordenada de ejecución y las labores pueden ser bien controladas para realizar un beneficio adecuado y seleccionar granos de mejor calidad. Se podrían realizar investigaciones adicionales para identificar otros factores a tener en cuenta a la hora de seleccionar la post-cosecha como parte de la mejora de la campaña y esto sería de gran utilidad para la comunidad.

**Palabras clave:** diseño, máquina, calidad y grano de maíz.

## ABSTRACT

Several organizations are trying to improve the quality of their raw material, benefiting all the relevant entities in the long term. Identifying this type of project involves identifying parameters for the design of a machine, for the idea of raising awareness of improving the quality of your product. At present, the Agro-industry worldwide has evolved by leaps and bounds in which the objective is to seek to innovate, a technological way to transform food that the earth offers us. However, in the current community, the situation of the process has been rudimentary, thus reducing its net income and also its product quality, which is creating a financing gap. In order for the community to continue its work, design parameters must be evaluated for the functionality of the sorting machine. The objective of this study is to design a sorting machine to improve the quality of the corn grain size in the La Paccha - Huambos community. To this end, the research focused on: Diagnosing the current situation of the corn grain selection process with them, we evaluated the parameters such as working conditions, seasons, production, size, type and quality of the corn grain for the design of the sorter. All of this was done under the relevant regulations for the design of this project. The research responds according to the results obtained in the validation of the information, with which we proceeded to use a data collection instrument, called a "survey." Where a series of questions was asked, the purpose of which was to diagnose the current situation of the corn grain selection process in the La Paccha - Huambos community. All this had a limitation that was the determination of parameters and design delimitation, which is based on the regulations: NTP 205.008: 2009 / COR 1. After having raised the intervening regulations, a table of technical specifications was prepared, whose purpose is to present the requirements expressed by the community, regulations and / or research journals. The indicators of economic and financial evaluation of the project show us that it is viable, the Economic Net Present Value (VANE) is positive and amounts to S /.0000; the Net Present Financial Value is S /. 0000; The Internal Economic Rate of Return is 00% and the Net Financial Internal Rate 00.0%, is higher than the opportunity cost of the financial market; therefore, the project is profitable. Considering the qualitative and

quantitative analysis carried out in this research, where the economic indicator is reasonable and acceptable, the implementation of this research is suggested.

With this in mind, it is recommended that the post-harvest modality developed, maintain the orderly sequence of execution and the workings can be well controlled to make an adequate benefit and select better quality grains. Additional research could be carried out to identify other factors to take into account when selecting post-harvest as part of the improvement of the campaign and this would be very useful for the community.

**Keywords:** design, machine, quality and corn grain.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación identificó parámetros para el diseño una máquina desgranadora que fue con ideas para concientizar con los productos de la comunidad Huambos- Chota –Cajamarca.

Para (Alcocer & Iza, 2017) sostiene que:

En la actualidad la industria alimenticia a nivel agroindustrial ha surgido a pasos agigantados que tiene como objetivo de manera que busca innovar de manera tecnología para transformar alimentos que nos ofrece la tierra. Teniendo básicamente la aspiración de aumentar la producción a menor costo, conjuntamente con estándares de calidad que sean beneficiosos para el crecimiento de la empresa. (p. 4)

La comunidad La Paccha que está ubicada en Huambos- Chota –Cajamarca donde se encuentran agricultores de sembríos de maíz teniendo como problemática puntual la pérdida de tiempo que genera la labor manual de hacer el desgranado de maíz y también al momento de hacer la clasificación del grano, ya que esto genera fatiga en el trabajador.

Para (Tovar, 2018), sostiene que:

Los procesos de selección de maíz enfatizando desde que sale la materia prima ya se visualiza de manera industrial cumpliendo requerimientos de ahorro de recursos que a largo y mediano plazo son muy favorables; por otro lado, el nivel industrial requiere de una demanda más exhaustiva. (p. 9)

Para (Fustamante & Vásquez , 2018), refiere que:

Con el diseño y posteriormente la fabricación de una maquina desgranadora de maíz se obtuvieron niveles de calidad en el maíz que son favorables para la competencia con empresas que tienen un sistema de automatización como la elección de granos de calidad en el

maíz. Concluye también que la fabricación de una maquina ayudó a incrementar entradas económicas a la población. (p. 16)

La problemática de esta investigación es no tener un producto de calidad debido a que no se tiene una perfecta selección de los granos de maíz y debido a esto no se obtiene un producto de exportación. Donde nos lleva a la siguiente interrogante: ¿Cómo mejorar la calidad del tamaño de grano de maíz en la comunidad La Paccha – Huambos?

Por lo cual, la presente investigación se plantea la siguiente hipótesis: Mediante el diseño de una máquina seleccionadora, podemos mejorar la calidad del tamaño de grano de maíz en la comunidad de La Paccha – Huambos

Esta investigación se justifica que fue favorable en sector productivo enmarcando que este proyecto es tecnológicamente aceptable por qué optimiza los tiempos de trabajo. A nivel económico permitió generar mejores ingresos en las producciones a raíz de optimizar la actividad de desgrane de maíz. La justificación a nivel social; permitir que la comunidad a través de crear herramientas para un trabajo semi industrial genere puestos de trabajo y a futuro mejorar e implementar más procesos.

El objetivo general de este proyecto fue: “Diseñar una máquina seleccionadora, para mejorar la calidad del tamaño de grano de maíz en la comunidad La Paccha - Huambos”.

Teniendo que desarrollar los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar la situación actual del proceso de selección del grano de maíz en la comunidad La Paccha – Huambos.
- Determinar los parámetros de diseño para la funcionalidad de la máquina seleccionadora en la comunidad La Paccha - Huambos.
- Seleccionar y diseñar los componentes principales de los sistemas electromecánicos para la máquina seleccionadora de grano de maíz en la comunidad La Paccha – Huambos, mediante un software de diseño (CAD/CAM).
- Realizar una evaluación económica, haciendo uso de los indicadores VAN y TIR.

## II. MARCO TEÓRICO

Los enfoques conceptuales que enmarcan este informe de tesis de investigación, cuya finalidad de brindar una factibilidad y credibilidad se detalla en el presente capítulo:

Para (Aguilar & Ferrín , 2013), sostiene que:

Para poder realizar un trabajo de obtener granos de maíz de una alta calidad es necesario despabilar de manera artesanal, pero para obtener una optimización tecnológica en las comunidades se recomienda diseñar y construir una máquina para optimizar los tiempos de trabajo. (p.24)

Para (Aguilar & Ferrín , 2013), refiere que:

Es necesario ver parámetros de cosecha y post cosecha para identificar las propiedades del grano. Posteriormente hacer un análisis comparativo de los cultivos que estén en buenas condiciones separando estos para moler, procesar y para alimentación; es necesario optimizar los tiempos con la fabricación de una máquina que escoja el producto de calidad y sea favorable a la economía de los agricultores. (p.32)



*Figura 1. Desgrane de maíz manual.*

Para (Pérez, Cholca, & Mantilla, 2017), concluye que:

En los últimos años en la parte agroindustrial se ha tenido un alza muy importante y básicamente es al maíz. Por ende, se ve la manera de implementar mejoras como la fabricación de una máquina

desgranadora de maíz con la finalidad de contribuir a incrementar la producción y exportación. (p.18)

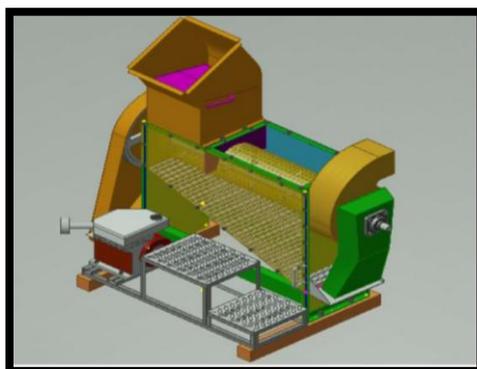


Figura 2. Desgranadora de maíz.

En esta investigación al igual que (Sal & Rosas, 2018), sostiene que:

En la sierra se tiene como sembrío principal el maíz que es un insumo primordial y muy importante para la importación y exportación para alimentación de animales. Con el diseño, fabricación y puesta en marcha de una maquina seleccionadora de maíz se generaron muchas oportunidades que surgir en procesos de molienda y trituración. (p. 10)

En Ecuador los principales tipos de maíz son, maíz duro que son redondos y que tienen buena germinación, maíz dentado, maíz reventón, maíz dulce, maíz harinoso (Ureña, 2012, pág. 7).

CARACTERISTICAS					
Nº	CÓDIGO INIAP	HUMEDAD (%)	DIAS DE COSECHA	TAMAÑO DEL GRANO(mm.)	RENDIMIENTO COMERCIAL
1	INIAP 101	7.63	205	ND	140u/qq
2	INIAP 102	6.38	270	8	220u/qq
3	INIAP 103	10.43	ND	7.5	ND
4	INIAP 111	ND	265	7	130u/qq
5	INIAP 122	13.03	225	8	125u/qq
6	INIAP 124	13.78	258	6	ND
7	INIAP 160	10.93	224	ND	ND

Figura 3. Características físicas del Maíz.

Para (Ureña, 2012), “Normalmente se utilizan motores eléctricos de 1 o 7 hp , pero esta potencia aumenta con la cantidad de la cosecha tiene de 350 a 750 rpm , su capacidad puede ser de 800 a 5000 kg/h” (p. 9).

Para (Amangandi & Lamiña, 2013), con concluye que:

Luego de analizar un análisis de las diferentes alternativas que él propuso, mediante una matriz de decisión, determinó que una máquina clasificadora basado en el mecanismo biela-manivela, es la más adecuada para resolver su problema. A base de satisfacer parámetros de uso de fabricaron maquinas desgranadoras de maíz. (p.142)

Para (Pérez, Cholca, & Mantilla, 2017), sostiene que:

El cilindro desgranador está fabricado a base de soldadura y hará un recorrido en forma de espiral con un tornillo sin fin para lograr desgranar el maíz de una forma eficaz y con hileras de expulsión de la tusa que forjará una rápida operación de servicio a manera industrial. (p. 34)

**Tabla 1.** Datos físicos de diferentes tipos de maíz.

Tipo de maíz	Diámetro de mazorca Dm(mm)	Diámetro de zulo Dm(mm)	Longitud de mazorca Lm(mm)	# de hileras por mazorca	# de granos por hilera	# de granos por mazorca
Maíz duro(sierra)	46-50	30-40	200 a 250	7 a 9	17 a 36	230 a 350
Maíz duro(costa)	46 a 55	35-45	180 a 250	7 a 8	13 a 35	200 a 250
Maíz suave amarillo	46 a 65	30-40	200 a 250	6 a 9	10 a 33	115 a 256
Maíz suave blanco	49 a 70	30-40	180 a 250	6 a 9	9 a 30	120 a 245

Fuente: Ureña (2012).

- ✓ Para la distribución de los dados en el cilindro

$$\#_{\text{dados}} = \frac{l}{d}$$

Donde:

$\#_{\text{dados}}$  = cantidad de dados

$d$  = distancia entre centros.       $l$  = longitud del cilindro desgranador.

- ✓ Para dados desgranadores:

$$\#_{\text{dados totales}} = \#_{\text{hileras}} \times \#_{\text{dados}}$$

- ✓ Para obtención de cilindro:

$$\text{volúmen}_{\text{mazorcas}} = \text{volúmen}_{\text{criba}} - \text{volúmen}_{\text{cilindro}}$$

Para la determinación del motor

- ✓ Para el torque de un dado

$$T = F_{\text{desgrane}} \times D_{\text{dado}}$$

- ✓ Para la potencia del motor.

$$Pot = T * w$$

Dónde:       $Pot$  = Potencia del motor.

$T$  = Torque.

$w$  = Velocidad angular.

Para la relación de transmisión de poleas:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{d}{D}$$

Donde:

$i$  = Relación de transmisión

$N$  = Revoluciones de salida

$n$  = Revoluciones de entrada

$D$  = Diámetro de polea conducida

$d$  = Diámetro de polea conductora

Para (Ureña, 2012), refiere que:

En un diseño de una maquina de selección de granos de maiz se tienen muchos mecanismos y sistemas que complementan par su perfecta funcion de trabajo, uno de estos es el sistema receptor de mazorcas. Esta es una maquina que esta compleentada con una tolva a modo de chute receptor. (p. 29)

El sistema receptor cumple la función de receptar y dosificar mazorcas (Ureña, 2012, pág. 29).

Para (Ureña, 2012), concluye que:

Para mover una maquina desgranadora se usó motor Briggs&Stratton de 16 HP a plena carga con 3600 rpm. Se trabajó con 2000 rpm y 8Hp y 24.5 lb-ft de torque. El diseño fue favorable para trabajos de selección de granos de maíz.

Para (Cholca & Mantilla , 2015), refiere que:

Dentro de las maquinas que requieren una rotación de elementos móviles se deben de emplear rodamientos que sean de una disponibilidad de mercado rápida, simples y de bajo costo; también que sean especiales con fichas técnicas de trabajo en equipos de construcción, maquinas rotacionales, etcétera. (p.60)

Para (Cholca & Mantilla , 2015), “Realizado un análisis de cargas vivas y muertas de la estructura determinamos un valor de 987.75N por facilidades de cálculos [...], se llega aproximar el peso total a 1000N, que se encuentra distribuido equitativamente en toda la estructura” (p.70).

Para (Cholca & Mantilla , 2015), “Anteriormente se determinó entre cargas muertas y vivas el peso total de la bancada de 1100N repartida de la siguiente

manera 600N en la parte superior (que comprenden el operario) y 500N en la parte inferior (que incluye motor, polea)” (p. 74).

Para (Ureña, 2012), refiere que:

“Es una desgranadora que no posee ventilador, la separación de las mazorcas sin granos (zuros o tusas) y hojas se hace en operaciones diferentes tales como el trillado y aventado” (p.16).

**Tabla 2.** Resorte en serie y paralelo.

<b>Combinación de los resortes</b>	<b>En Serie</b>	<b>En paralelo</b>
<b>Fuerza (F)</b>	La misma fuerza pasa a través de todos los resortes.	La fuerza total se divide entre cada uno de los resortes.
<b>Deflexión</b>	Cada uno de los resortes contribuye con una parte de la deflexión total	Todos los resortes sufren la misma deflexión.
<b>Constante (k)</b>	Las constantes del resorte se agregan de forma recíproca. $\frac{1}{k_{total}} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$	Las constantes individuales del resorte se suman. $k_{total} = k_1 + k_2 \dots k_n$

Fuente: López (2015).

Para (López, 2015) “El movimiento es producido por dos moto-vibradores eléctricos, esta fuerza centrífuga es transmitida hacia el bastidor de la máquina

donde se encuentran alojados la criba y la bandeja produciendo un movimiento de vibración unidireccional horizontal del grano generando su clasificación” (p.18).

Para (López, 2015), concluye que:

Para una zaranda horizontal el movimiento es a través de poleas y bandas mediante un accionamiento de bielas, para el aprovechamiento de la selección minuciosa del grano de maíz. Se hace a través de vibraciones que van conjugadas y soportando esfuerzos en los resortes. (p.19)

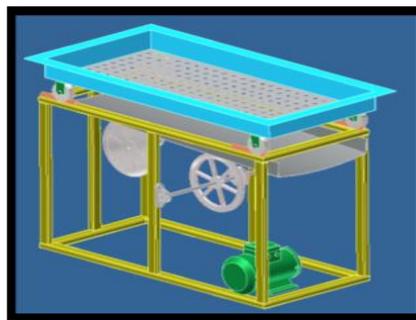


Figura 4. Clasificadora de granos de maíz.

Para dimensionar una criba o bandeja se tuvo que tomar en cuenta  $\frac{1}{2}$  de volumen de carga por hora. Sumado a esto que algunos granos de maíz de mayor dimensión no caerán al tamiz y esto disminuye el volumen (López, 2015, pág. 70)

$$V_t = VC 3$$

Dónde:

V<sub>t</sub>: Volumen del tamiz: (m<sup>3</sup>)

V<sub>c</sub>: Volumen de carga: (m<sup>3</sup>)

Se usó tubo de 20x20x1.2 de forma cuadrada ya que es muy fácil de encontrar en el mundo metalmecánico y por uniformidad de la maquina se usó tubo 60x60x2. (López, 2015, pág. 93).

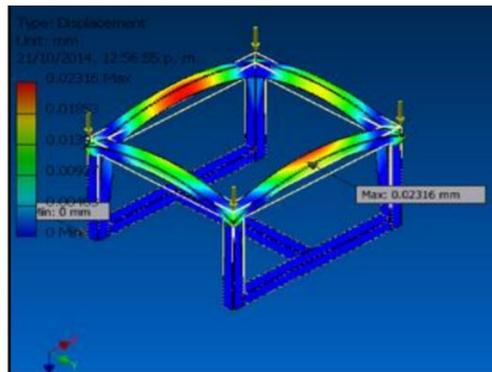


Figura 5. Simulación de estructura.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de Investigación.**

##### **Tipo de investigación**

Aplicada Tecnológica:

Para el presente informe de tesis de diseño se escogió por un tipo de investigación aplicada tecnológica, debido a que el trabajo tiene como finalidad satisfacer las necesidades de una comunidad cuya problemática es solucionada empleando conocimientos avanzados en innovación tecnológica, brindando un aporte a los sectores de producción y tecnología.

##### **Diseño de investigación**

Esta investigación es no experimental porque a través de obtener fundamentos en la observación de los sembríos de maíz que se dan en un contexto natural serán analizados con posterioridad a través de un diseño de una máquina desgranadora de maíz.

#### **3.2 Variables**

##### **Variable Independiente**

El diseño de una máquina seleccionadora de grano de maíz.

##### **Variable Dependiente.**

La calidad, el tamaño y tipo de grano de maíz.

El cuadro de operacionalización se encuentra en el anexo 01.

#### **3.3 Población y muestra.**

##### **Población.**

En el presente informe de tesis, la población considerada en esta investigación, se encuentran aquellas comunidades cuya actividad es el sembrío de maíz del distrito de Huambos.

### **Muestra.**

Como muestra se ha seleccionado la comunidad de La Paccha, que es una comunidad sembradora de maíz del distrito de Huambos, de manera probabilística debido que es, una de las comunidades con mayores sembríos de maíz.

## **3.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.**

### **Técnicas de Recolección de datos**

#### **Revisión Documentaria**

Se contó con ayuda de reportes, informes, registros, y documentos para el cálculo de diferentes equipos electromecánicos de la máquina, donde recojan datos para realizar la máquina y así mejorar la calidad del tamaño de grano de maíz, de los productores de la comunidad La Paccha – Huambos.

#### **Observación**

Empleando esta técnica de recolección de datos se determinaron los parámetros de producción en los terrenos de la comunidad Pacha – Huambos, donde también se evaluaron las condiciones de trabajo, las temporadas de producción, la calidad, el tamaño y tipos de grano de maíz. Siendo un factor importante en la caracterización del presente diseño, respaldada por esta técnica de observación.

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **Encuesta**

En la presente investigación se emplea una encuesta como instrumento de recolección de datos, lo cual va a permitir determinar las características principales como la calidad, cantidad y tipos de grano de maíz que se producen en la comunidad Pacha – Huambos. Por otro lado, nos permite evaluar la situación actual que presenta la comunidad frente al proceso de selección del grano de maíz.

## **Guía de entrevista**

Se procedió a entrevistar a los sembradores de maíz para obtener parámetros de tamaño de grano y tiempos de trabajo.

### **3.5 Validez**

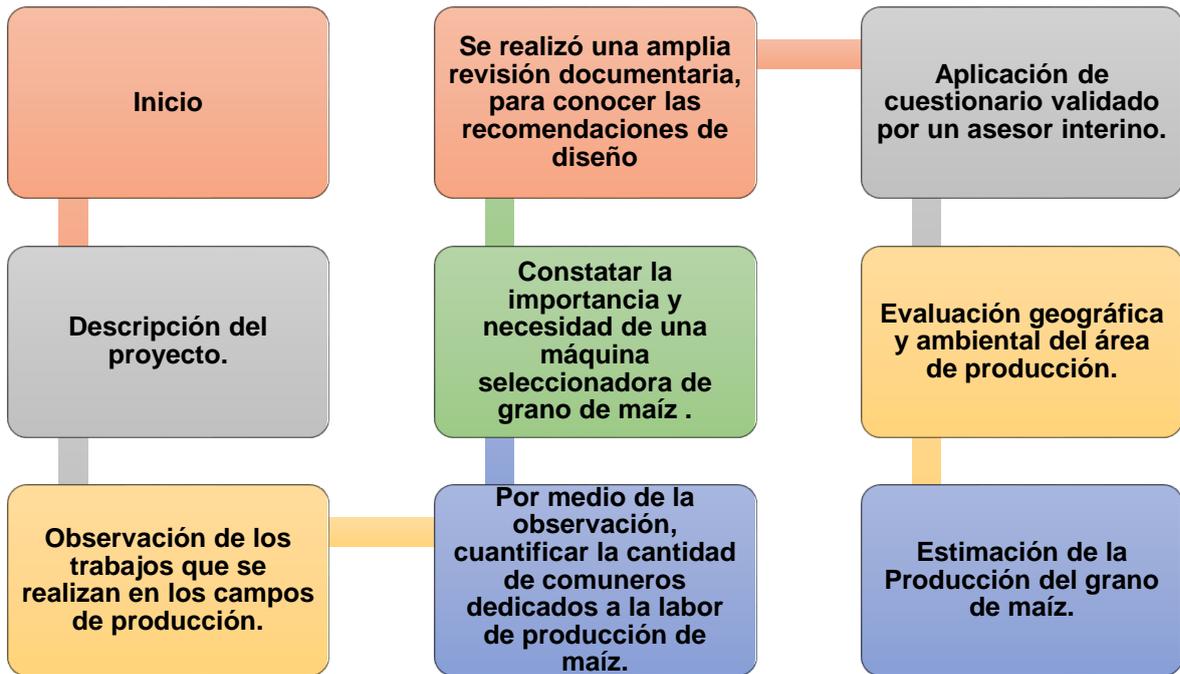
La validez del presente trabajo está basada en las encuestas aplicadas, que fueron previamente revisadas, por un asesor especialista cuya finalidad es agenciar que las preguntas estén bien formuladas y aplicadas al tema en cuestión. Evitando pérdidas de tiempo y brindando un mayor énfasis al tema.

### **3.6 Confiabilidad**

La confiabilidad del proyecto es basada en seleccionar un número total de encuestados, abarcándola en su totalidad en los productores de maíz, generando una mayor vista de la realidad que atraviesa la comunidad Paccha – Huambos, generando firmeza, seguridad y veracidad de los resultados obtenidos.

### **3.7 Procedimientos.**

En la comunidad de La Paccha - Huambos, el presente proyecto se inició con la observación estadística y revisión documentaria donde se determinaron los parámetros como las condiciones de trabajo, temporadas, producción, tamaño, tipo y calidad del grano de maíz para el diseño de la seleccionadora, así mismo, fue respaldada por una encuesta aplicada a los agricultores responsables de la producción del grano de maíz, previamente validada por un asesor especialista. Dando paso a realizar los cálculos electromecánicos, análisis de elementos básicos de la estadística descriptiva, promedios aritméticos simples y otras estadísticas generales intervinientes en proyecto de diseño. Todo ello se realizó bajo las normativas competentes al diseño del presente proyecto.



(Esquema N°1, Procedimientos para la recolección de datos)

### 3.8 Métodos de Análisis de Datos.

La metodología de diseño empleada para el análisis de datos, es una variante de los diseños propuestos por los diseñadores Eggert, Dieter y Shmict. Lo cual consiste en la descripción del proceso de análisis de recolección de datos para determinar el Diseño de una máquina seleccionadora de grano de maíz, donde serán descritos a continuación: Se emplearon las tabulaciones de datos, estadística descriptiva, promedios aritméticos simples y software de diseño de análisis de elementos finitos. Que por medio de estos métodos se establecieron los parámetros de diseño del presente proyecto denominado “DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELECCIONADORA, PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL TAMAÑO DE GRANO DE MAIZ EN LA COMUNIDAD LA PACCHA-HUAMBOS”. Finalmente, para el análisis económico se empleó el software Microsoft Excel.

### 3.9 Aspectos Éticos.

Para el presente diseño de selección de grano de maíz en la comunidad La Paccha – Huambos, se tuvo en cuenta el consentimiento de los autores a través de citas bibliográficas. Cuya finalidad, es poder rescatar la información necesaria y encaminarla a un resultado, asegurando así la transparencia de la presente investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Diagnóstico de la situación actual del proceso de selección del grano de maíz en la comunidad la Paccha – Huambos.

La comunidad La Paccha – Huambos, es uno de los 19 distritos que conforman la provincia de Chota, ubicada en el departamento de Cajamarca, a una altura de 2276 m.s.n.m. Donde 48 pobladores se dedican netamente a la producción de maíz, contando con más de 240 hectáreas para su siembra, produciendo 4 tipos de grano de maíz. Los pobladores involucrados en la producción de grano de maíz, presentan un déficit en el proceso de selección de los 4 tipos de grano de maíz, debido a que este proceso lo realizan de forma manual, presentando pérdidas de tiempo y sobre esfuerzo por parte del trabajador. Por ello, se sabe que cada trabajador en un lapso de una hora selecciona aproximadamente 20 kg de grano seleccionado.

Presentando pérdidas de tiempo, disminución del valor del grano de maíz, no cumple la demanda de producción, sobre esfuerzo del trabajador, entre otros. La información descrita líneas arriba fue obtenida bajo las técnicas de observación y revisión documentaria, además de eso cabe resaltar que el autor del presente proyecto pertenece y es partícipe de la problemática de la comunidad Paccha – Huambos.

Luego, para la validación de la información se procedió a emplear un instrumento de recolección de datos, llamado “encuesta” (ver anexo 02)., donde se realizó una serie de preguntas, cuya finalidad fue diagnosticar la situación actual del proceso de selección del grano de maíz en la comunidad La Paccha - Huambos,

Lo cual, para mantener un orden de los 48 comuneros encuestados, se realizaron 6 grupos de 8 personas cada uno, cuya finalidad fue conservar un orden y enfatizar una buena interpretación de la situación actual del proceso de selección del grano de maíz en la comunidad la Paccha – Huambos.

**Tabla 3.** Cuadro resumen de la encuesta aplicada

<b>Resumen de la encuesta aplicada a la comunidad Pacha - Huambos</b>								
<b>N° de preguntas aplicadas</b>	<b>Respuesta expresada en alternativas (a, b, c, d, e), según los grupos asignados</b>						<b>Respuesta expresada en porcentajes (%)</b>	<b>N° de Comuneros encuestados</b>
	<b>N°1</b>	<b>N°2</b>	<b>N°3</b>	<b>N°4</b>	<b>N°5</b>	<b>N°6</b>		
<b>1</b>	a	a	a	a	a	A	100	<b>48</b>
<b>2</b>	d	d	d	d	d	D	100	
<b>3</b>	c	c	c	c	c	C	100	
<b>4</b>	d	e	d	d	e	E	50	
<b>5</b>	c	b	c	c	b	B	50	
<b>6</b>	d	d	c	d	d	E	66,8	
<b>7</b>	c	c	c	c	c	C	100	
<b>8</b>	a	a	a	a	a	A	100	
<b>9</b>	b	b	b	b	b	B	100	
<b>10</b>	b	b	b	b	b	B	100	
<b>11</b>	d	d	d	d	d	D	100	
<b>12</b>	a	a	a	a	a	A	100	
<b>NOTA: Cada alternativa (a, b, c, d, e) equivale a un 16.7 %</b>								

Fuente: Propia.

Donde la tabla fue analizada en porcentajes iguales, utilizando el método de sustitución simple o igualación, donde:

Los 48 encuestados equivale a un 100% y sabiendo que existen 6 grupos de 8 integrantes cada uno, se desea saber a cuanto equivalen en porcentaje los 8 integrantes. Por lo tanto, tenemos la siguiente ecuación:

$$x = \frac{100 \% * 8 \text{ integrantes}}{48 \text{ integrantes}} = 16.66 \%$$

Donde, X = 16.66% (Equivale al porcentaje de la respuesta por cada grupo encuestado). Dando así, paso a la interpretación del cuadro:

**Interpretación del cuadro:**

1. En esta pregunta, se obtuvo que el 100% de los encuestados siendo los 48 agricultores se dedican a la producción agrícola. Siendo este su principal ingreso económico, para la subvención de sus familias.
2. Indicó que el 100% de los encuestados, los 48 agricultores realizan un mismo proceso de cosecha y desgranado, y al término de estos procesos se lleva a cabo la venta del producto obtenido, sin haber pasado por un proceso de selección de grano de maíz, viéndose afectado en el valor monetario del maíz. Siendo este su principal problema y el motivo de la investigación del presente proyecto.
3. Indicó que el 100% de los encuestados, los 48 agricultores ejecutan el proceso de selección de grano de maíz de manera manual siendo un factor de pérdida en tiempo, incrementando el sobre esfuerzo de los trabajadores realizando una operación manual para realizar el desgranado. Por lo tanto, se evaluó que existe una alta demanda para el diseño de una máquina seleccionadora de grano de maíz.
4. Indicó que un 50% (24 agricultores) siembran las variedades de maíz blanco choclero, maíz amarillo patito y maíz amarillo morocho; y la otra mitad 50% (24 agricultores) siembran una variedad más, que es maíz duro jaeno. Donde por medio de esta pregunta se determinó la calidad, el tamaño y los tipos de grano de maíz que se siembra en la comunidad La Paccha – Huambos.
5. Indicó que un 50% (24 agricultores), que para realizar el proceso de desgranado de maíz utilizan la mano de obra de su familia que conviven; y la otra mitad tiene que pagar mano de obra de peones. Lo cual ayudó a determinar que para hacer dicha labor se tiene que emplear mano de obra que ayude a un rápido proceso de desgranado.
6. Después de la evaluación de la pregunta aplicada a los 48 comuneros, se determinó que cada comunero cuenta con 4 hectáreas, donde por cada hectárea producen un máximo de 1500 kg de mazorca de maíz haciendo un total de 6000 kg. de mazorca de maíz. Además, se sabe que cada 1000 kg de mazorca de maíz se obtiene 80 kg. de grano de maíz, haciendo un total de producción neta en solo grano promedio de 480 kg.

Lo cual tienen una gran necesidad por ser una cantidad productiva, de contar con una máquina que les permita la selección de su trabajo.

7. En esta pregunta realizada a los 48 comuneros, indicó que el 100% de las personas las cuales realizan el proceso, su avance promedio es de 20kg/h, lo cual no es beneficioso para el productor por no ser un avance productivo.

8. Indicó que el 100% de los encuestados, por no contar con una máquina que les permita en la selección del grano de maíz, se ven en la obligación de realizar su venta del producto tal cual es desgranado, siendo afectados por el valor económico del maíz.

9. Indicó que el 100% de los encuestados no cuentan, ni están en las condiciones de contar con una máquina para el proceso de desgranado y selección de grano de maíz. Donde ha generado que, en su proceso, utilicen mano de obra para laborar en el proceso de desgranado y selección del grano de maíz.

10. Los 48 comuneros encuestados, mencionaron que el valor del grano de maíz seleccionado tiene un gran aporte en cuanto a cantidad, siendo el caso de 500 kg dando un valor de S/. 105 nuevos soles por 50 kg. haciendo un total de S/. 1 050 nuevos soles, mientras tanto el valor del grano de maíz sin seleccionar tiene un calor de S/. 100 soles por 50 Kg. haciendo un total de S/. 1 000 nuevos soles. Por lo tanto, al multiplicar por los 48 comuneros hacen un total de ahorro S/. 2 400 nuevos soles. Determinando así, que la comunidad Paccha – Huambos requiere una máquina seleccionadora de maíz.

**Tabla 4.** Cuadro de precios de maíz.

<b>Precio por 50kg</b>	<b>Maíz blanco choclero</b>	<b>Maíz amarillo patito</b>	<b>Maíz amarillo morocho</b>	<b>Maíz duro jaeno</b>
<b>No seleccionado</b>	S/. 120.00	S/. 100.00	S/. 105.00	S/. 63.00
<b>Seleccionado</b>	S/. 130.00	S/. 105.00	S/. 110.00	S/. 68.00

Fuente: Propia.

11. Indicó que el 100% de los encuestados, cuando un producto de mayor tamaño su valor monetario va en aumento y eso hace que las asociaciones de agricultura se vean interesadas en la obtención del producto.

12. Indicó que el 100% de los encuestados, proporcionaron su manifestación que si contaran con una máquina sería muy beneficio en su producción y en su economía.

**Para finalizar detallaremos los procesos fundamentales en el desgranado y selección de grano de maíz que se lleva a cabo en la comunidad Paccha - Huambos.**

1. **Cosecha:** En la comunidad La Paccha el proceso de cosecha del maíz de los campos de cultivo se realiza cuando el productor, obtienen de los sembríos, el maíz (en seco) de la planta con ayuda de peones, donde para una hectárea de sembrío, aproximadamente utilizan 10 peones en tiempo demora de 8 horas y el producto obtenido en su peso generalizado(tusa y grano) es de 1000 a 1500 kg., dependiendo del tipo de terreno y la calidad con la que se cultivó la planta y una vez obtenido las mazorcas de maíz llevan el producto a su domicilio utilizando como fletes a sus acémilas (caballos, asnos), para ser almacenada y luego proceder a su desgranado y seleccionado.

2. **Desgranado:** El proceso que realizan los productores de la comunidad para el desgranado, es la separación del grano de maíz con la tusa, que es realizado manualmente, donde el tiempo que emplea el proceso por cada persona es una hora aproximadamente por 25 kilogramos de mazorca de maíz, donde al evaluarlo por los 1500 kg. de mazorca de maíz producida. Nos da un total de 60 horas para desgranar los 1500 kg. de mazorca de maíz y al dividir el trabajo por los 8 peones empleados nos brinda un trabajo neto de 7 hora con 30 minutos haciendo una producción de 480 kg. de grano de maíz.

3. **Selecccionado:** Este es el proceso, en el cual los agricultores hacen su selección de grano de maíz, por medio de la observación de las dimensiones de grano de las mazorcas, lo cual se clasifican en tres tipos de tamaños de maíz (grande, mediano y pequeño). Donde los de mayor tamaño son separados para obtener la semilla, y lo restante es llevado para su venta, el mediano es totalmente para venta y el grano pequeño es para el consumo de ellos mismos y la alimentación para aves y porcinos.

## 4.2 Determinación de los parámetros de diseño para la funcionalidad de la máquina seleccionadora en la comunidad La Paccha - Huambos.

Para la determinación de parámetros y delimitación de diseño, se tuvo como principal delimitador a la comunidad Paccha – Huambos, así como también se tomaron en cuenta las normativas aplicables y/o revistas de investigación resaltantes. Las cuales son analizadas a continuación:

### - **NTP 205.008:2009 / COR 1.**

Nos hace mención sobre los requisitos mínimos que debe conservar los granos de maíz, como el grado de humedad, análisis físicos, procedimientos, planes de muestreo para la inspección de materiales, grano enfermo, peso hectolitrico, masa hectolitrica, las cuales son expresadas en la siguiente tabla:

**Tabla 5.** *Requisitos de calidad para maíz en grano*

Grado	Límites Máximos			
	% Granos dañados (m/m)	% Granos Partidos (m/m)	% Materias Extrañas (m/m)	Masa Hectolétrica (Kg/hl)
1	3	2	1.5	75
2	5	3	2..0	72
3	8	5	3.0	69

Fuente: Indecopi, (2014).

Los requisitos de calidad expresados en la tabla 6, nos hace mención que la masa hectolétrica fue analizada bajo un volumen de riego de 100 litros de agua, expresado en Kg. /hl para un determinado grano, estableciendo los porcentajes de granos partidos, dañados y las materias extrañas máximas permitidas para una masa total requerida. Así, como también nos muestra los estados de crecimientos y los requerimientos climáticos del grano de maíz, que es presentado en la figura 06.

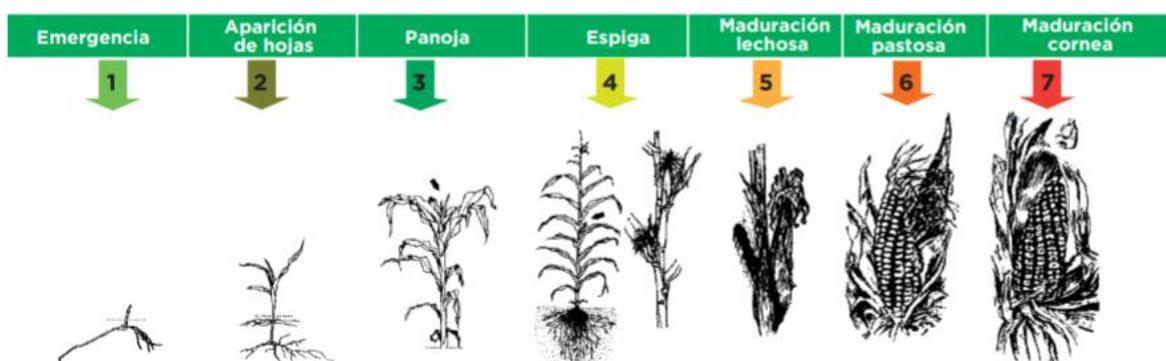


Figura 6: Estados de crecimiento del grano de maíz.

Tabla 6. Requerimientos climáticos del grano maíz.

Periodo Fenológico	Crecimiento Vegetativo			Crecimiento reproductivos			Maduración		
	Germinación	Emergencia (1)	Desarrollo de hojas (2)	Panojamiento (3)	Espigamiento (4)	Maduración lechoso (5)	Maduración pastosa (6)	Maduración Cornea (7)	Senescencia
Parte aérea									
Parte radicular		Brotamiento de raíces	Desarrollo y crecimiento de raíces						
Ocurrencia de la fase (dds) <sup>1</sup>		10 - 15	90 - 100	100 - 115	115 - 135	135 - 160	160 - 190	190 - 225	
Temperatura Óptima	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 21°C	15°C a 25°C	15°C a 20°C	15°C a 20°C	15°C a 20°C	15°C a 20°C
Temperatura Crítica	< 10°C a 30°C >	< 10°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >
Humedad óptima	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%
Déficit hídrico	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante

Fuente: DA – MINAGRI, (2017).

Es así, como nos regiremos a las condiciones establecidas por: NTP 205.008:2009 / COR 1., Ministerio de Agricultura y riego, Senamhi y Indecopi. Siendo una de las condiciones primordiales de estas fuentes el exento de metales pesados, con la finalidad de proteger la salud animal y consecuente la salud humana.

#### - Norma INEN 1515.

La presente norma, establece los tamaños requeridos para la abertura en los tamices de ensayo, zarandas o cribas metálicas. Que son empleados para separar los granos o materiales susceptibles y seleccionarlos según su tamaño. Donde la norma presenta una serie de requisitos a cumplir empleando acero inoxidable en el tamiz, satisfaciendo los requisitos físicos de un tamiz y de cribas metálicas. Expresado en una verificación de características y en tablas que son presentadas en el anexo 3.

- **Matriz de criterios ponderados**

Para la matriz establecemos un rango de valorización de criterios, cuya finalidad es resolver la matriz bajo una ponderación ya establecida. Que es presentada en la siguiente tabla:

**Tabla 7.** *Valorización y ponderización de criterios.*

Valorización de criterios	Ponderación		
	1 – 3	4 – 7	8 – 10
<b>Producción</b>	Producción baja	Producción media	Cumple satisfactoriamente.
<b>Mantenimiento.</b>	Complicado	Normal	Fácil
<b>Área o tamaño.</b>	Grande	Normal	Mediano
<b>Confiabilidad.</b>	Media	Buena	Muy buena
<b>Ruido.</b>	Elevado	Medio	Bajo
<b>Costo.</b>	Caro	Normal	Económico

Fuente: Propia.

Luego de haber planteado las normativas intervinientes, se realizó una tabla de especificaciones técnicas, cuya finalidad es presentar los requerimientos expresados por la comunidad, las normativas y/o revistas de investigación.

**Tabla 8.** *Parámetros de diseño de la máquina seleccionadora.*

<b>Requerimientos</b>	<b>Comunidad Paccha – Huambos.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Normativas – Revistas de investigación Científica.</b>	<b>Unidades</b>
<b>Producción</b>	500	Kg.	Es aplicable 100 – 5	Kg - TN
<b>4 tipos de granos</b>	Maíz amarillo – blanco choclero –	-	NTP 205.008:2009 /	-

	morocho – Jaeno		COR 1	
<b>Tipo de suministro eléctrico</b>	220	Voltios	Aplicable para tensiones 220 - 380	Voltios
<b>Área disponible</b>	2.5 alto – 3 de largo – 3 de ancho	metros	Según la clasificación del tipo de seleccionador	-
<b>Material</b>	Acero Inoxidable 304	-	Acero Inoxidable INEN1515, 1987	-
<b>Mantenimiento</b>	Ligero, Accesible	-	Según la clasificación.	-
<b>costo</b>	Económico	-	Según la clasificación.	-

Fuente: Propia

En la presente tabla, se determinó los parámetros principales de la máquina seleccionadora de granos, que fueron obtenidos por medio de una encuesta (ver anexo 03). En cuanto a su análisis se consideró trabajar bajo la normativa técnica peruana 205.008:2009 / COR 1., bajo la norma INEN 1515 Acero inoxidable aplicados en máquinas seleccionadoras de granos y para el Seleccionamiento de la geometría aplicaremos una matriz de criterios ponderados, donde los criterios a considerar son: costo, mantenimiento, área que ocupa, tiempo, producción y la facilidad para el cambio de tamiz o zaranda que se aplica para los 4 tipos de grano de maíz.

Finalmente, con los parámetros, normas y criterios establecidos. Nos permite, ejecutar los cálculos correspondientes en el apartado 4.3., no obviando los requerimientos de la comunidad Paccha – Huambos.

### **4.3 Selección y diseño de los componentes principales de los sistemas electromecánicos para la máquina seleccionadora de grano de maíz en la comunidad la Paccha – Huambos, mediante un software de diseño. (CAD/CAM)**

Para la selección y diseño de los componentes de una máquina clasificadora de granos, se evaluó tipos o alternativas de solución de diseño, teniendo en cuenta los requerimientos de la comunidad Paccha – Huambos. Así, como las normativas intervinientes de diseño ASME y AISI 304. Por lo tanto, evaluaremos tres alternativas de solución, que serán evaluadas mediante una matriz de selección:

- **Por transmisión.**

El presente diseño es de método clásico y convencional. Que se acciona mediante un motor eléctrico, transmitiendo movimiento mediante poleas, fajas y un accionamiento de biela manivela.

- **Giratoria.**

Consiste en la transmisión de potencia por un motor eléctrico, fajas y poleas. Que transmite movimiento de manera rotativa realizando contacto con la criba cilíndrica, almacenando el grano seleccionado en una bandeja colocada en la parte inferior de la criba. Tal y como se muestra en la figura 7.

- **Vibratoria.**

El presente diseño, establece un movimiento generado por dos moto – vibradores, que son transmitidas a la criba y la bandeja, generando un movimiento en una dirección apoyado por resortes, amortiguando los golpeteos generados productos de la fuerza transmitida por los motores.

Habiendo hecho mención de las tres alternativas de solución y cumpliendo los parámetros y estándares establecidos por la comunidad Paccha – Huambos. Teniendo como los principales parámetros: mantenimiento, cambio de criba, ruido y costo. Analizaremos los parámetros y determinaremos el tipo y la geometría de la máquina seleccionadora de grano de maíz, por medio de una matriz de selección.

**Tabla 9. Matriz de selección.**

<b>Análisis de la matriz de selección para la clasificación del grano de maíz por tamaño.</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Ponderación</b>		
	<b>Clasificación por Transmisión</b>	<b>Clasificación por Giro</b>	<b>Clasificación por Vibración</b>
<b>Mantenimiento</b>	8	5	8
<b>Cambio de criba</b>	7	6	8
<b>Área que ocupa</b>	9	8	8
<b>Seguridad</b>	4	6	9
<b>Ruido</b>	4	7	8
<b>Costo</b>	9	6	7
<b>Fabricación</b>	8	5	7
<b>TOTAL</b>	49	43	55

Fuente: Propia.

En la tabla N° 9, se presentó un análisis para la determinación del tipo de máquina seleccionadora de granos, donde fue evaluada bajo una ponderación de 1 – 10 Pts. Que es descrito en la tabla N° 7. Según cada parámetro especificado.

Donde, luego de analizar la matriz de selección, se optó por la clasificación de grano de maíz por vibración, siendo la de mayor ponderación con un total de 55 puntos, evaluada en un rango de 7 parámetros. Es así, como en el presente proyecto se optó por el diseño de una máquina vibratoria para la selección del grano de maíz, con acceso al cambio de criba o zaranda, para diversos tipos y dimensiones de grano de maíz.

### **1.- Capacidad de trabajo de la máquina en una hora.**

$$flujo\ mástico = \frac{500\ Kg.}{Dia} * \frac{1\ día}{8\ h} = 62.5 \frac{Kg}{h}$$

Por lo tanto, indica que la selección mínima de grano de maíz debe ser 62 kilogramos por hora. Para determinar el volumen aplicaremos la densidad del maíz, que se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Densidad aparente de grano

DENSIDAD APARENTE	
PRODUCTOS AGRICOLAS SOLIDOS	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
Alfalfa, granos	750 - 800
Algodón, granos no apretados	100 - 120
Arroz de embarque (descascarado)	700 - 750
Avena	500 - 540
Cacahuete con cáscara para aceite	370 - 400
Cacao (granos frescos)	900
Maíz, grano amarillo	760
Maíz, grano blanco	800
Maíz, grano jaeno	740
Maíz, grano morocho	750
Maíz, mazorcas peladas	450
Malta	530- 600
Mijo	700
Soja, granos	720 - 800
Sorgo, granos	670 - 760
Trigo	750 - 840
Harina	500 - 800

Fuente: (Lubin, 1995)

Determinaremos el volumen, para cada tipo de grano de maíz:

$$V_{Ga} = \frac{m}{\rho_{Ga}}; \quad V_{Gj} = \frac{m}{\rho_{Gj}}; \quad V_{Gb} = \frac{m}{\rho_{Gb}}; \quad V_{Gm} = \frac{m}{\rho_{Gm}}$$

Donde:

masa:  $m = 62.5 \text{ Kg}$ .

$V_{\text{Grano amarillo}}: V_{Ga} = 760 \text{ Kg/m}^3$ .

$V_{\text{Grano jaeno}}: V_{Gj} = 740 \text{ Kg/m}^3$ .

$V_{\text{Grano blanco}}: V_{Gb} = 800 \text{ Kg/m}^3$ .

$V_{\text{Grano morocho}}: V_{Gm} = 750 \text{ Kg/m}^3$ .

Por lo tanto, obtenemos:

**Tabla 11.** Resultados de Volúmenes para cada tipo de grano.

$V_{\text{Grano amarillo}}: V_{Ga}$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$V_{\text{Grano jaeno}}: V_{Gj}$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$V_{\text{Grano blanco}}: V_{Gb}$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$V_{\text{Grano morocho}}: V_{Gm}$ (Kg/m <sup>3</sup> )
0.082	0.084	0.078	0.083

Fuente: Propia

Por lo tanto, se seleccionó el volumen mayor. Cuya finalidad es poder determinar el área requerida para la criba o zaranda.

## 2.- Dimensionamiento de la criba y bandeja.

Habiendo determinado el volumen de carga mayor, se procede a determinar el volumen de la criba teniendo en cuenta la variación de dimensión de granos, esto equivale a 2 veces mayor que el volumen de carga y tiene una altura de 120mm. Entonces, el volumen y el área de la criba es:

$$V_c = V_{Gj} * 2 = 0.084 * 2 = 0.168 \text{ m}^3$$

Donde:

$V_{\text{criba}}: V_c$ .

$$A = \frac{V_c}{h} = \frac{0.168}{0.120} = 1.4 \text{ m}^2$$

Donde:

$A$ : Área.

$h$ : Altura.

Ahora, se sabe que las planchas de acero inoxidable tienen como dimensiones 1m de ancho y 2m de largo (Repermetal, 2018). Entonces obtenemos:

$$A = a * b_c = 1.4 \text{ m}^2$$

Donde:

$a$ : Ancho de la plancha.

$b_c$ : largo de la criba..

$$b_c = \frac{A}{a} = \frac{1.4}{1} = 1.4 \text{ m}$$

Entonces, el espacio requerido para la criba es: 12 cm de alto, 1.4 m de largo y 1 m de ancho. Por lo tanto, para la bandeja se considera un 15% adicional al espacio requerido por la criba, obteniendo un total de: 13.8 cm de alto, 1.61 m de largo y 1.15 m de ancho.

### 3.- Análisis y cálculo de cargas existentes en la bandeja.

Para determinar el espesor adecuado en la placa, se aplicó las cargas correspondientes, sobre el área calculada de la criba. Que se muestra a continuación:

$$q = \frac{m}{A} = \frac{62.5}{1.61} = 38.81 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} = 3.88 * 10^{-5} \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

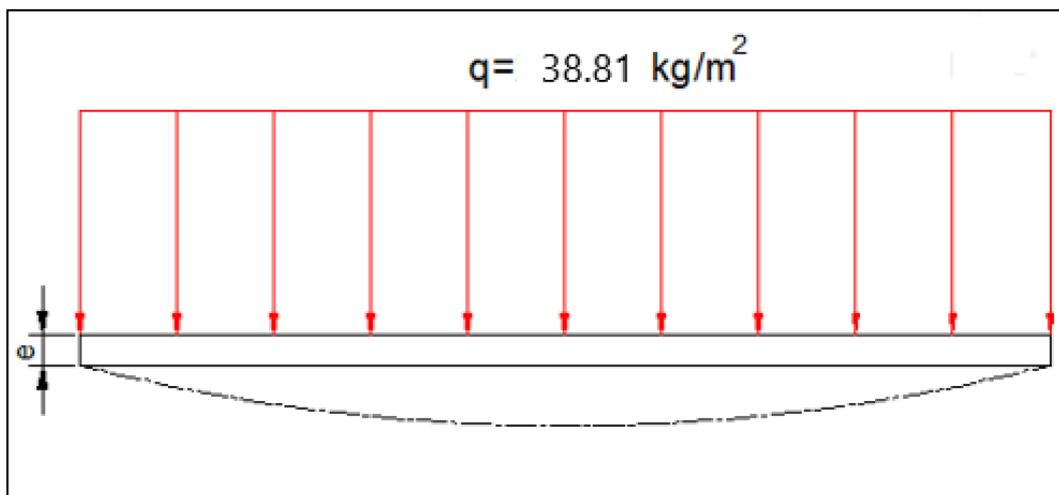


Figura 7. Diagrama de cargas sobre la placa

El factor de seguridad apropiado para una máquina seleccionadora de grano de maíz es igual a 1.5, esto se debe a que las cargas aplicadas son bajas, repetitivas y la vibración es controlada por medio de resortes. (Beer, 2008, pg. 29). Para esto aplicaremos un acero inoxidable AISI 304. (ver tabla)

**Tabla 12.** *Propiedades del acero inoxidable 304.*

PROPIEDADES MECÁNICAS				COMPOSICIÓN QUÍMICA			DIMENSIONES
RESISTENCIA MECANICA (N/mm <sup>2</sup> )	PUNTO DE FLUENCIA (N/mm <sup>2</sup> )	Elongación %Min.	DUREZA ROCKWELL B	%C	%Si	%Mn	DIÁMETRO
520	220	20	249-278	0-0,08	0-1	0-2	3/16"
				0-0,045	0-0,03	8-10.5	1/4"
							5/16"
							3/8"
							1/2"
							5/8"
							3/4"
							1"
							1-1/4"
							1-1/2"
							2"
							2-1/2"

Fuente: Aceros arequipa, 2018.

$$\sigma_y = \text{Resistencia a la fluencia} \frac{\text{fluencia}}{\text{Factor de seguridad}} = \frac{S_y}{n} = 220 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_y = 220 \frac{N}{\text{mm}^2} = 22.43 \frac{Kg}{\text{mm}^2}$$

Ahora para determinar el espesor apropiado para la placa aplicamos una relación de dimensión apoyada en todo su contorno con la tabla que se muestra a continuación:

$$= \frac{a}{b} = \frac{1000 \text{ mm}}{161 \text{ mm}} = 6.2 = \infty$$

**Tabla 13.** Relación de dimensión en placas apoyadas en su contorno.

$\eta$	$\varphi_x$	$\varphi_y$	$\psi$	$k$
1	1.15	1.15	0,71	0,26
1,5	1,20	1,95	1,35	0,34
2	1,11	2,44	1,77	0,37
3	0,97	2,85	2,14	0,37
4	0,92	2,96	2,24	0,38
→ $\infty$	0,90	3,00	2,28	0,38

Fuente: (Arrizabalaga, año 2001, pág. 225).

$$e = \sqrt{\frac{\varphi_y * q * \left(\frac{b}{2}\right)^2}{\sigma_y}} = \sqrt{\frac{3 * 3.88 * 10^{-5} * \left(\frac{1610}{2}\right)^2}{22.43}} = 1.83 \text{ mm}$$

Ahora comprobando resultados con la Norma INEN 1515, con un diámetro de grano 8mm, 6.7mm y 9.5mm para los cambios de criba, nos indicó el espesor adecuado para la criba. Tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14: Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas circulares.

TABLA 3. Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas circulares Medidas preferenciales					
TAMAÑO NOMINAL mm	Variación permisible tamaño nominal mm	Distancia entre centros mm	Límites permisibles para la distancia entre centros mm	Espesor de la plancha mm	Límites permis. para el espesor de la plancha mm
*125	± 1,0	160	144 a 184	3,4	2,5 a 4,0
106	± 0,9	135	122 a 155	3,4	2,5 a 4,0
* 90	± 0,8	111	100 a 128	2,7	2,5 a 4,0
75	± 0,7	95	86 a 109	2,7	2,5 a 4,0
* 63	± 0,6	80	72 a 92	2,7	2,5 a 4,0
53	± 0,6	68	61 a 78	2,7	2,5 a 4,0
* 45	± 0,5	57	51 a 65	1,9	1,5 a 2,5
37,5	± 0,4	48	43 a 55	1,9	1,5 a 2,5
* 31,5	± 0,4	41	37 a 47	1,9	1,5 a 2,5
26,5	± 0,4	35	31 a 40	1,9	1,5 a 2,5
* 22,4	± 0,3	29	26 a 33	1,9	1,5 a 2,5
19,0	± 0,3	25	22 a 29	1,9	1,5 a 2,5
* 16,0	± 0,27	21	19 a 24	1,9	1,5 a 2,5
13,2	± 0,25	18	16 a 20	1,9	1,0 a 2,0
* 11,2	± 0,23	15	13 a 17	1,9	1,0 a 2,0
9,5	± 0,20	13	11,3 a 14,9	1,9	1,0 a 2,0
* 8,0	± 0,19	11	9,5 a 12,6	1,9	1,0 a 2,0
6,7	± 0,17	9,9	8,3 a 11,4	1,5	0,8 a 1,5
* 5,6	± 0,15	8,7	7,2 a 10,0	1,5	0,8 a 1,5
4,75	± 0,14	6,8	5,8 a 7,8	1,5	0,8 a 1,5
* 4,00	± 0,13	5,9	5,0 a 6,8	1,5	0,8 a 1,5
3,35	± 0,12	4,9	4,2 a 5,7	1,5	0,8 a 1,5
* 2,80	± 0,11	4,4	3,7 a 5,1	1,5	0,8 a 1,5
2,36	± 0,10	3,8	3,2 a 4,4	1,5	0,8 a 1,5
* 2,00	± 0,09	3,3	2,8 a 3,8	1,5	0,8 a 1,5
1,70	± 0,08	2,9	2,5 a 3,3	0,8	0,4 a 0,8
* 1,40	± 0,08	2,6	2,2 a 3,0	0,8	0,4 a 0,8
1,18	± 0,07	2,2	1,9 a 2,5	0,8	0,4 a 0,8
* 1,00	± 0,07	2,0	1,7 a 2,3	0,8	0,4 a 0,8

Fuente: INEN 1515, 1978.

Por lo tanto, aplicaremos tres cribas para los diámetros de grano 6.7 mm, 8mm y 9.5mm. Para más detalles, (ver anexo 3).

#### 4.- Simulación de las cribas, bandeja y soporte.

Se desarrolló las simulaciones de las cribas, la bandeja y el soporte, para los tres tamaños de grano, aplicando las cargas correspondientes. Mediante un software de análisis de elementos finitos. (SolidWorks, 2017).

Tabla 15: Propiedades Físicas y mecánicas del AISI 304. Aplicados en SolidWorks

Propiedades	
Nombre:	<b>AISI 304</b>
Tipo de modelo:	<b>Isotrópico elástico lineal</b>
Criterio de error predeterminado:	<b>Desconocido</b>
Límite elástico:	<b>2.06807e+008 N/m<sup>2</sup></b>
Límite de tracción:	<b>5.17017e+008 N/m<sup>2</sup></b>
Módulo elástico:	<b>1.9e+011 N/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente de Poisson:	<b>0.29</b>
Densidad:	<b>8000 kg/m<sup>3</sup></b>
Módulo cortante:	<b>7.5e+010 N/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente de dilatación térmica:	<b>1.8e-005 /Kelvin</b>

Fuente propia

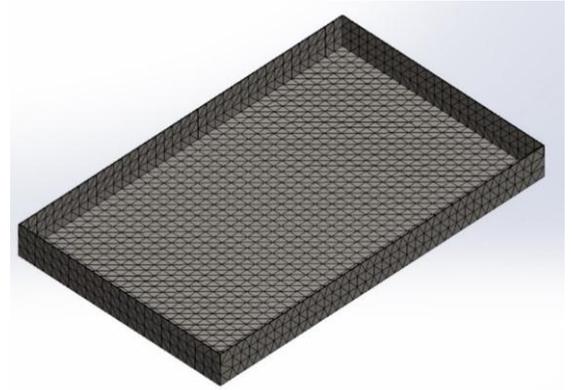
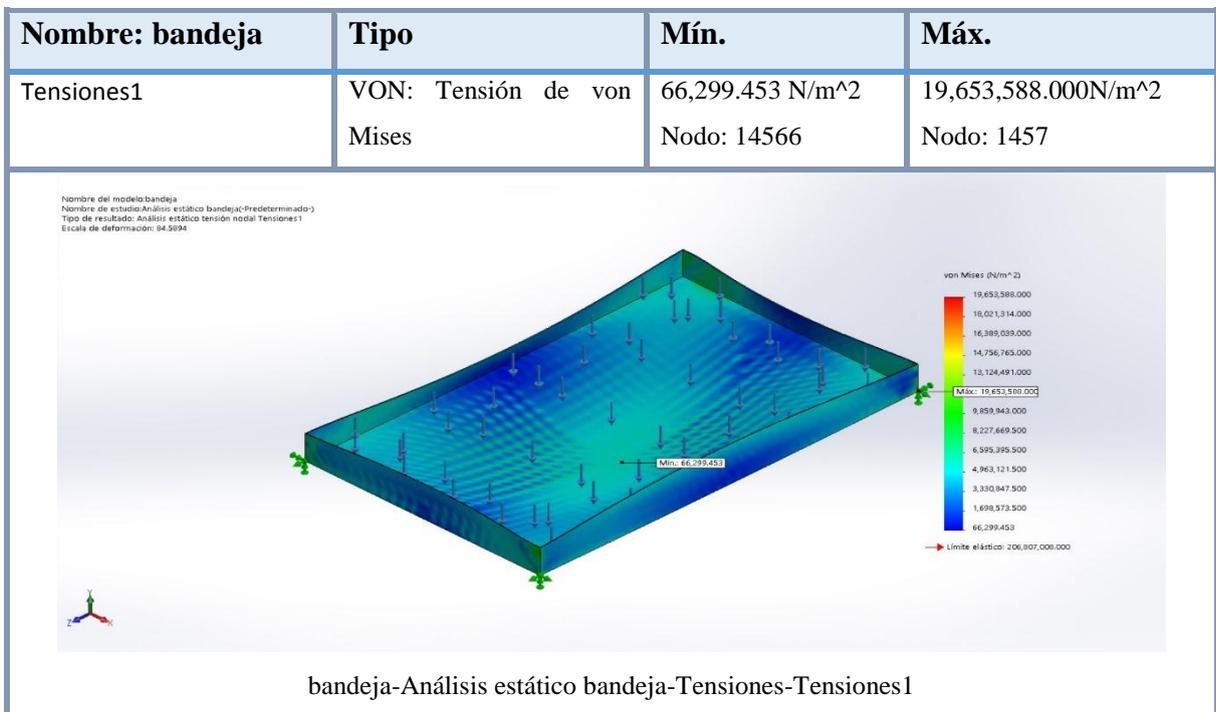
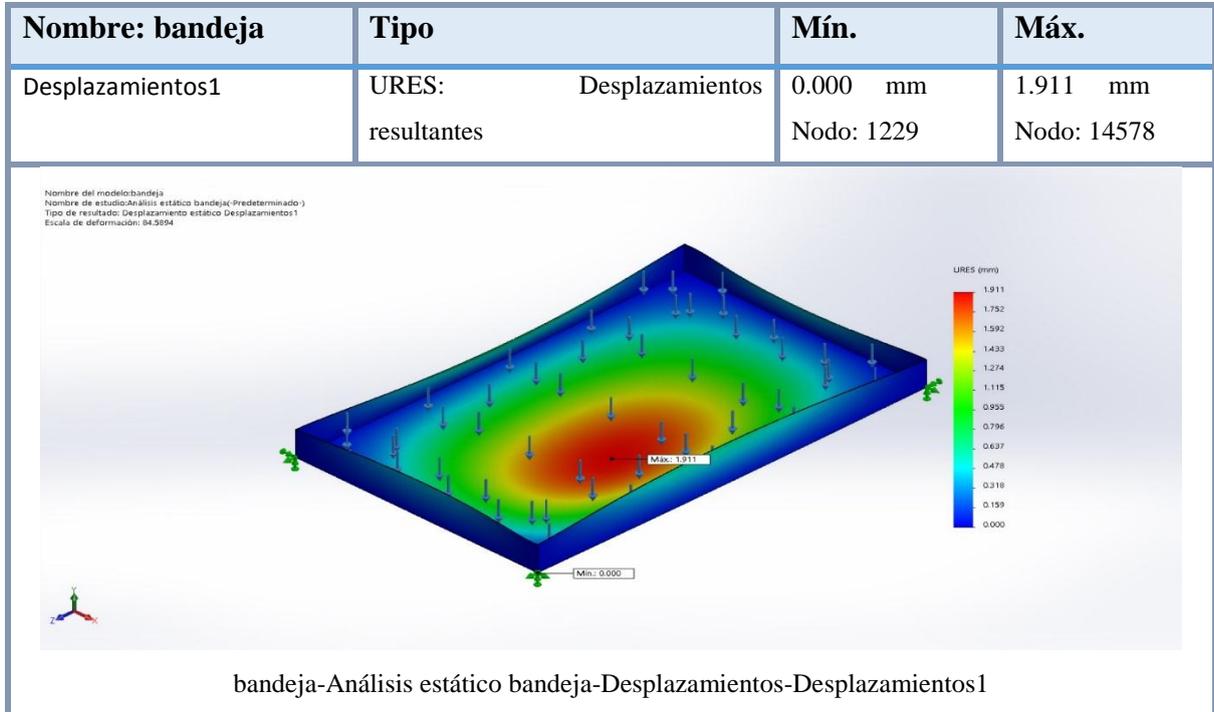


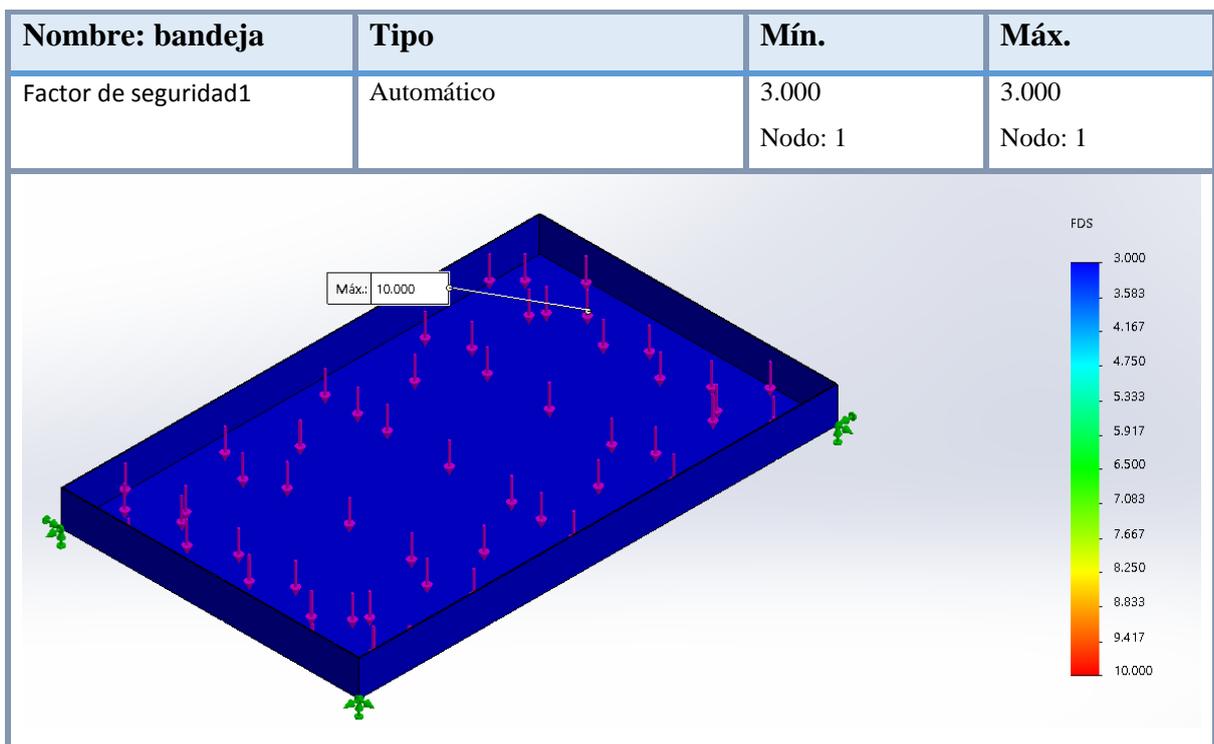
Figura 8: bandeja



En el presente cuadro gráfico, presenta los valores máximos y mínimos de los esfuerzos de tensión de Von Mises, siendo un valor de: E Máximo= 19 653,58 KN/m<sup>2</sup> y un E Mínimo= 66.29 KN/m<sup>2</sup>.



En el presente cuadro gráfico, presenta los esfuerzos de deformaciones máximos y mínimos siendo un valor de: D máxima= 1.9mm y D mínima= 0.0mm. Por lo tanto, se determinó que los valores son deformaciones permisibles.



Nombre: bandeja	Tipo	Mín.	Máx.
bandeja-Análisis estático bandeja-Factor de seguridad-Factor de seguridad1			

En el presente cuadro gráfico, se determinaron los factores de seguridad máximos y mínimos siendo un valor de S Min= 3 y S Max= 10. Por lo tanto, es aplicable las dimensiones y el espesor determinado.

### 3.- Diseño de cargas aplicadas sobre la estructura móvil de la seleccionadora.

Las cargas aplicadas, sobre la estructura móvil de la máquina, se encuentra distribuida en la criba, la cual es disipada por medio de resortes helicoidales. Para ello se determinó, el peso y la fuerza que contiene cada elemento de la máquina.

#### 3.1.- Carga por ciclo:

Es la cantidad de maíz aplicado sobre la criba, siendo un valor, de:

Carga por ciclo:

$$C_c = 62.5 * 9.81 = 613.12 \text{ KN}$$

#### 3.1.- Carga aplicada sobre el tamiz y bandeja.

Para evaluar el proceso de cargas aplicadas en el tamiz y la bandeja, se consideró la criba, como una placa sólida para determinar el peso y las cargas adicionales al sistema generadas por el movimiento continuo. Donde se aplicó un método práctico, que brindó la empresa (Aceros Arequipa) para determinar el peso de la plancha de acero.

$$P = \frac{L * A * E * \rho}{1000} = Kg$$

Donde:

*L: Largo (cm).*

*A: Ancho (cm).*

*E: Espesor (cm).*

*P: Peso (Kg).*

$$\rho: \text{Densidad} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \right) = 8 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \right) \text{ Aceros Arequipa.}$$

Peso del tamiz:

$$P_T = \frac{140 * 100 * 0.19 * 8}{1000} = 21.28 \text{ Kg}$$

Peso de la bandeja:

$$P_B = \frac{161 * 115 * 0.19 * 8}{1000} = 28.14 \text{ Kg}$$

Peso del apoyo de la criba y la bandeja:

Tabla 16: Perfiles, de lados iguales. Con variación de ángulos.

ANGULOS DE ALAS IGUALES																				
DESCRIPCION	b	h	e	PESO	AREA	d1	d2	ANGULO	EJE X - X			EJE Y - Y			EJE U - U			EJE V - V		
									lx	Wx	rx	ly	Wy	ry	lu	Wu	ru	lv	Wv	rv
	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(°)	(cm <sup>4</sup> )											
L 20 x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34
L 25 x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25 x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30 x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,56
L 30 x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52
L 40 x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,85	0,78
L 40 x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75
L 40 x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,26	1,10	0,73
L 40 x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71

Fuente: (Inen 1623, 2009)

Para la selección, del apoyo de la bandeja y la criba, se empleó un perfil tipo L con 20mm de base \* 20mm alto \* 3mm espesor, por lo que se procedió a diseñar un modelo de apoyo, para determinar la masa y volumen, con las propiedades físicas que se aplican en el diseño (Acero inoxidable 304).

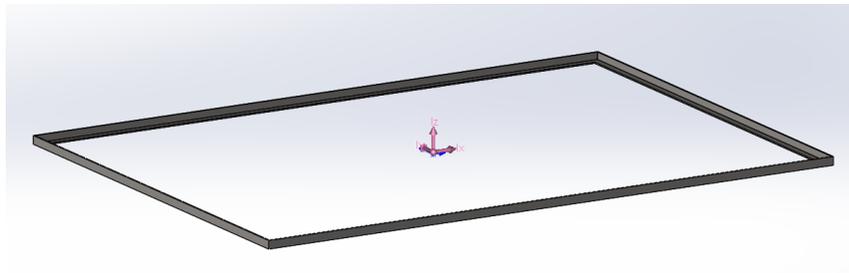


Figura 9: Perfil de apoyo para la criba y la bandeja.

Tabla de propiedades físicas determinada, por medio del software de diseño, para determinar masa y volumen.

Tabla 17: Propiedades Físicas del apoyo de la criba y la bandeja

Propiedades de masa de apoyo de la criba y la bandeja		
Configuración: Predeterminado		
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --		
Densidad = 0.01 gramos por milímetro cúbico		
Masa = 4361.18 gramos		
Volumen = 545148.00 milímetros cúbicos		
Área de superficie = 392712.00 milímetros cuadrados		
Centro de masa: ( milímetros )		
X = 0.00		
Y = 0.00		
Z = 6.13		
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: ( gramos * milímetro cúbico )		
Medido desde el centro de masa.		
lx = ( 1.00, 0.00, 0.00)	Px = 830842900.50	
ly = ( 0.00, 1.00, 0.00)	Py = 1361629370.90	
lz = ( 0.00, 0.00, 1.00)	Pz = 2192154661.18	
Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )		
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas c		
Lxx = 830842900.50	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 1361629370.90	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 2192154661.18
Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )		
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.		
lxx = 831006725.82	lxy = 0.00	lxz = 0.00
lyx = 0.00	lyy = 1361793196.22	lyz = 0.00
lzx = 0.00	lzy = 0.00	lzz = 2192154661.18

Fuente: SolidWorks, 2017.

$$P_{ACB} = \frac{545.148 * 8}{1000} = 4.36 Kg$$

Peso del bastidor:

Para el diseño del bastidor se consideró varios aspectos: como rigidez, resistencia y la estética. Que comprometen al equipo, siendo una de las partes más influyentes de la máquina seleccionadora. Debido al accionamiento del motor vibrador ante el bastidor con apoyo de los resortes helicoidales.

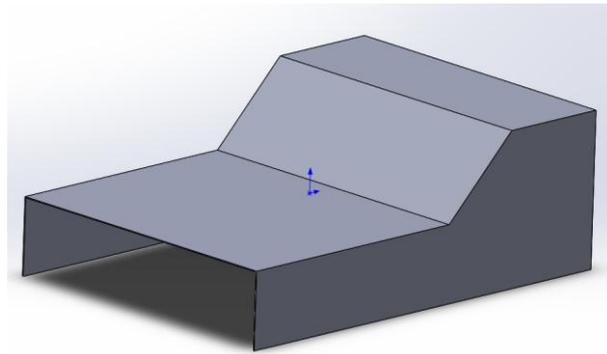


Figura 10: Bastidor

Tabla 18: Propiedades Físicas del Bastidor

Propiedades de masa de Bastidor		
Configuración: Predeterminado		
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --		
Densidad = 0.00 gramos por milímetro cúbico		
Masa = 8778.15 gramos		
Volumen = 8778150.21 milímetros cúbicos		
Área de superficie = 5867982.14 milímetros cuadrados		
Centro de masa: ( milímetros )		
X = 162.96		
Y = 23.02		
Z = 0.00		
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )		
Medido desde el centro de masa.		
ix = ( 0.99, 0.11, 0.00)	Px = 1338417012.34	
iy = ( 0.00, 0.00, -1.00)	Py = 1864654377.89	
iz = (-0.11, 0.99, 0.00)	Pz = 2906446269.15	
Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )		
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de salida.		
Lxx = 1358521580.15	Lxy = 176409628.06	Lxz = 0.00
Lyx = 176409628.06	Lyy = 2886341701.34	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 1864654377.89
Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )		
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.		
lxx = 1363172257.76	lxy = 209336292.09	lxz = 0.00
lyx = 209336292.09	lyy = 3119461537.89	lyz = 0.00
lzx = 0.00	lzy = 0.00	lzz = 2102424242.42

Fuente: SolidWorks, 2017.

$$P_{BA} = \frac{8778.15 * 8}{1000} = 70.22 \text{ Kg}$$

Finalmente, para resumir las cargas aplicadas sobre la estructura o chasis de la máquina seleccionadora, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 19: Cargas aplicadas.

CARGAS APLICADAS SOBRE LA ESTRUCTURA			
Cargas	Abreviatura	Peso (Kg)	Fuerza (Kn)
Carga por ciclo	$C_c$	62.15	613.12
Peso del tamiz	$P_T$	21.28	208.75
Peso de la bandeja	$P_B$	28.14	276.05
Peso del apoyo de la criba y la bandeja	$P_{ACB}$	4.36	42.77
Peso del bastidor	$P_{BA}$	70.22	688.85
Total		186.15	1826.13

Fuente: Propia.

Habiendo determinado la fuerza aplicada sobre la estructura se procedió a diseñar la geometría del chasis de la máquina seleccionadora de granos de maíz.

#### 4.- Diseño de chasis.

Los motores vibradores, aplicados en las máquinas seleccionadoras y/o de vibración, requieren una superficie plana he inclinada (Italvibras, 2014.), tal como se muestra en la figura 11.

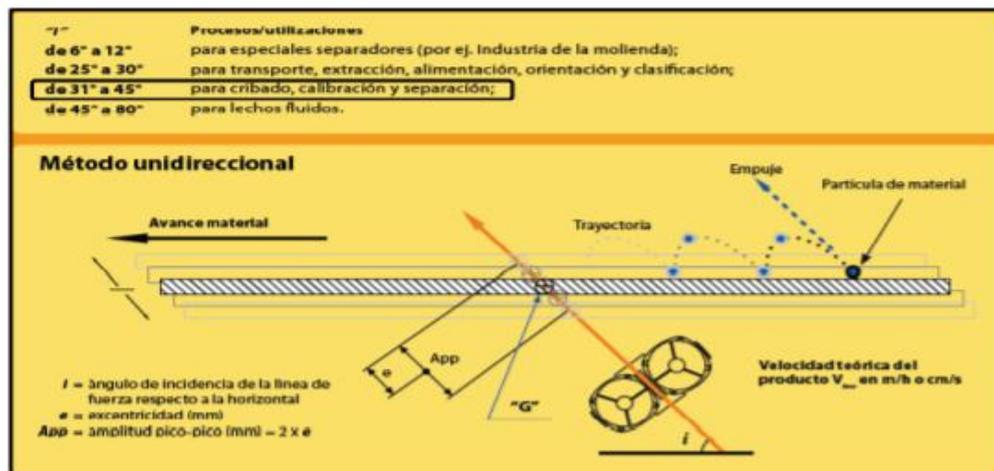


Figura 11: Ángulo de incidencia.

Donde, para el presente diseño se optó por un ángulo de incidencia igual a 40°. Tal como se muestra en el bastidor. En la figura 12.

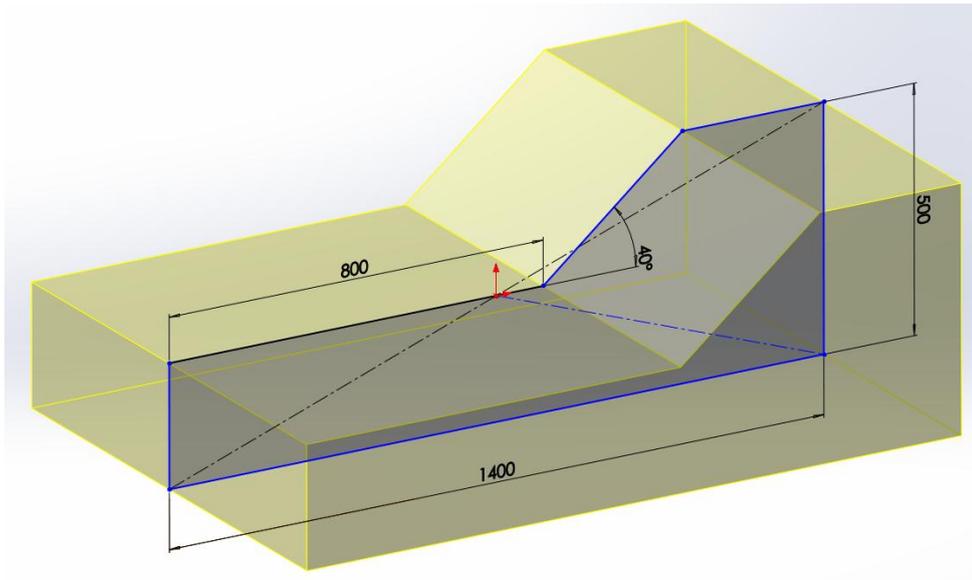


Figura 12: Ángulo de incidencia sobre el bastidor

Ahora, teniendo las características del bastidor y moto vibrador, se determinó la geometría del chasis. Y la distribución de cargas, para incrementar la eficiencia de la máquina.

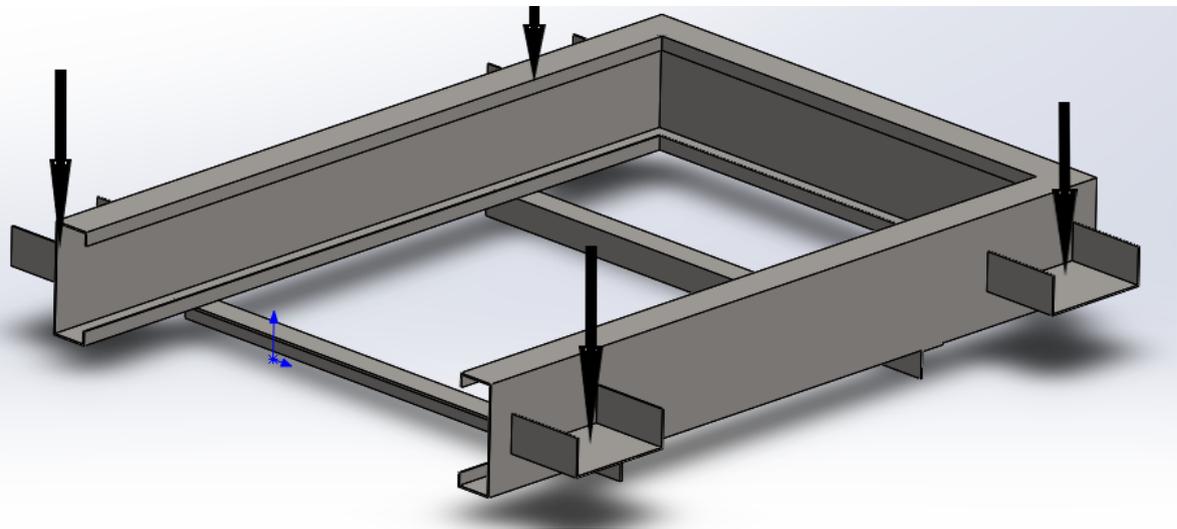


Figura 13: Estructura o chasis del seleccionador de granos.

Por lo tanto, se determinó 4 puntos de apoyo, para la distribución de cargas. Empleando, perfiles tipo C y tipo L, para más detalles (ver anexo 04). Donde luego de determinar su diseño se procedió a ejecutar un análisis de elementos

finitos, para calcular los esfuerzos de deformación, Von Mises y factor de seguridad, aplicando la carga total calculada en la tabla 18.

#### 4.1.-Geometría del chasis y distribución de cargas.

Se determinó, por medio del software de análisis de elementos finitos, su geometría y el efecto que presenta al aplicar las cargas para ello se realizó una distribución en 4 puntos de apoyos, donde estarán ubicados 4 resortes helicoidales.

Tabla 20: Propiedades físicas de la estructura - chasis.

Propiedades	
Nombre:	<b>AISI 304</b>
Tipo de modelo:	<b>Isotrópico elástico lineal</b>
Criterio de error predeterminado:	<b>Desconocido</b>
Límite elástico:	<b>2.06807e+008 N/m<sup>2</sup></b>
Límite de tracción:	<b>5.17017e+008 N/m<sup>2</sup></b>
Módulo elástico:	<b>1.9e+011 N/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente de Poisson:	<b>0.29</b>
Densidad:	<b>8000 kg/m<sup>3</sup></b>
Módulo cortante:	<b>7.5e+010 N/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente de dilatación térmica:	<b>1.8e-005 /Kelvin</b>

Fuente: SolidWorks, 2017

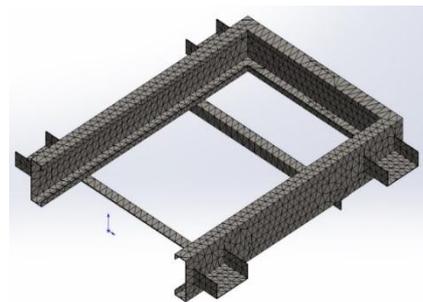
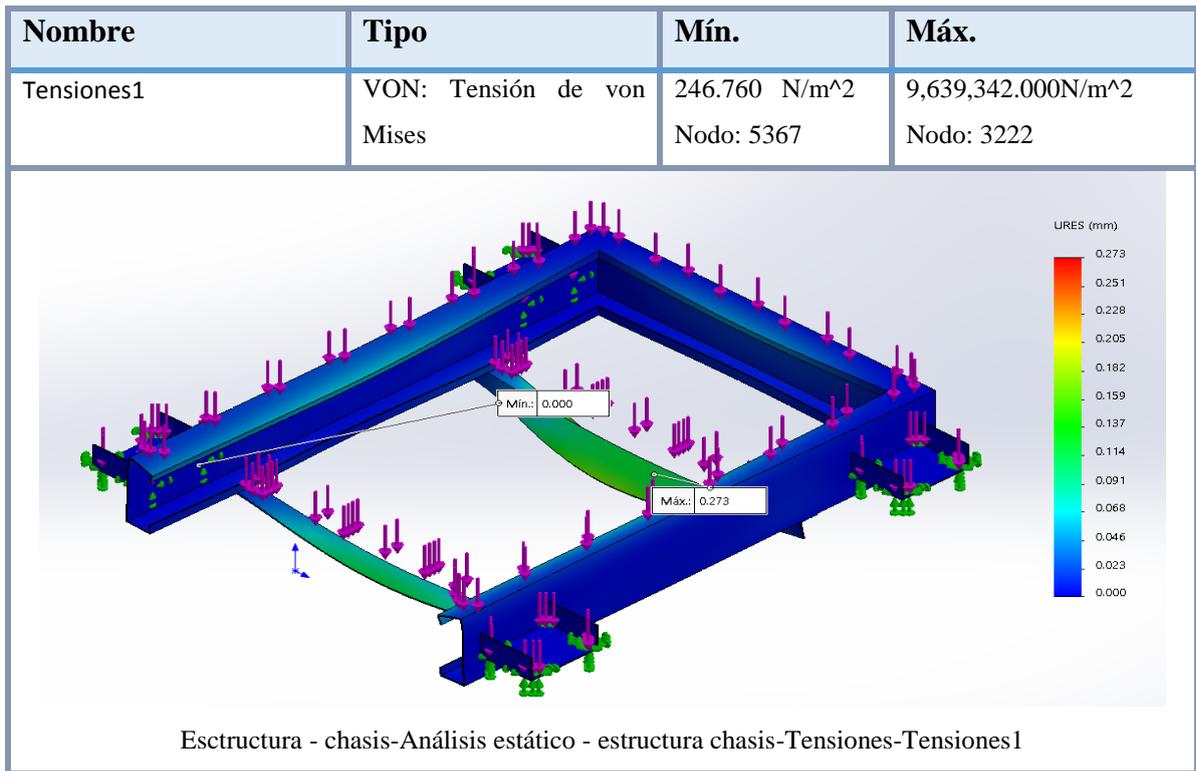
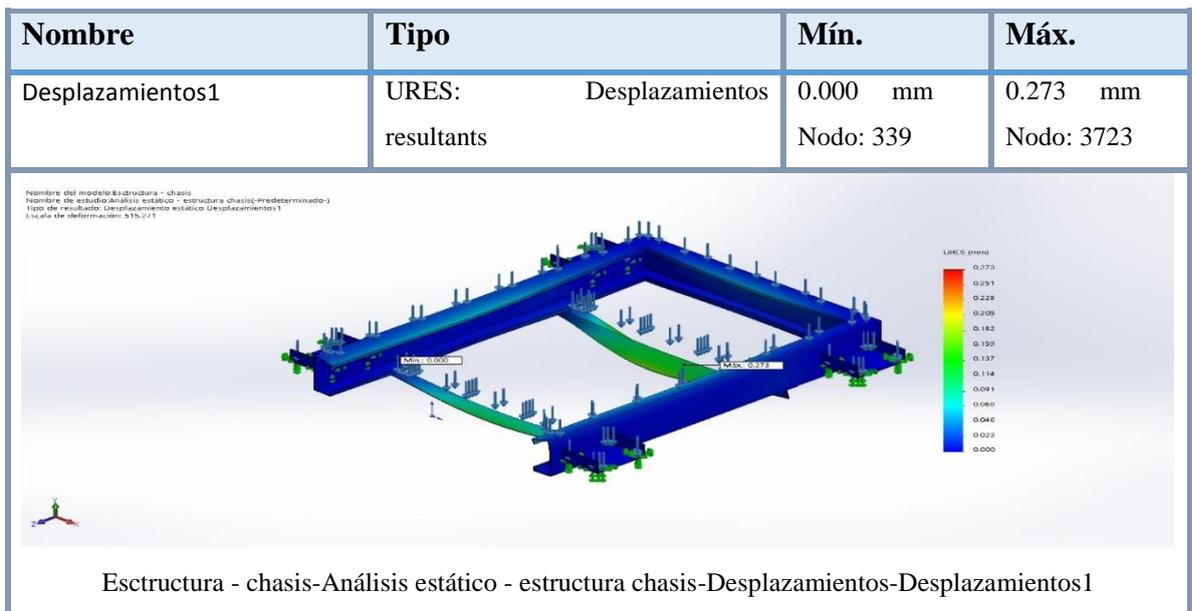


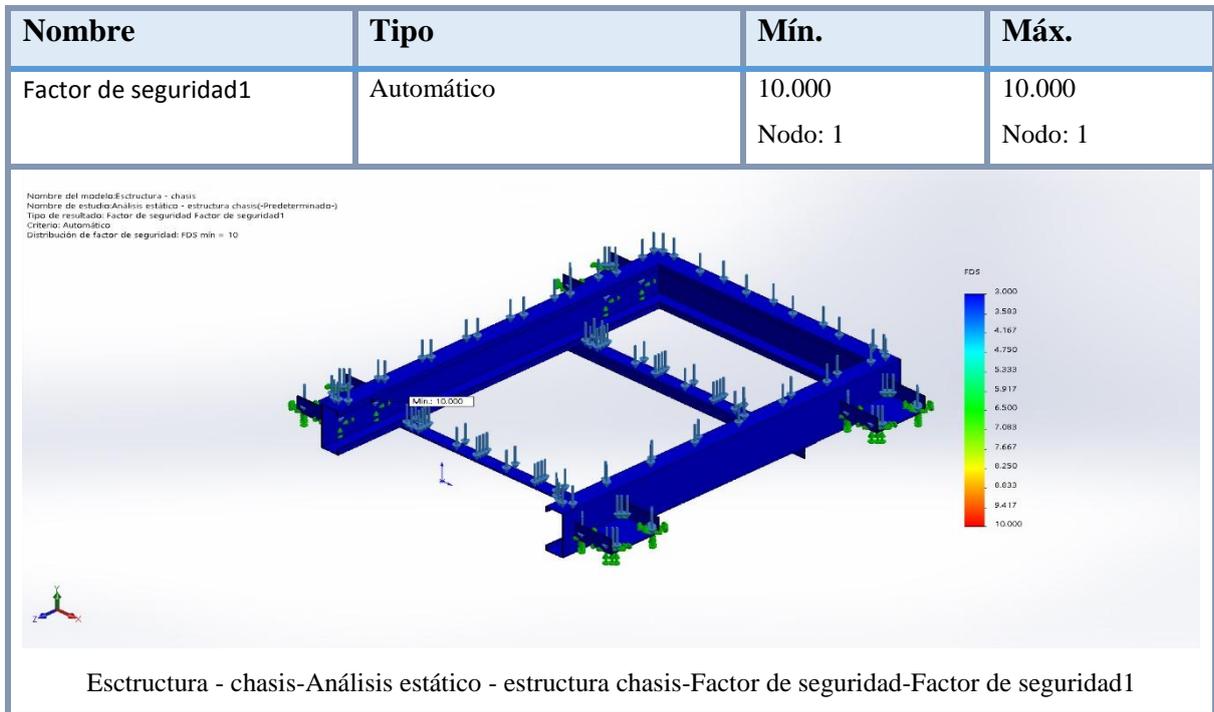
Figura 14: Geometría de la estructura y/o chasis



En el presente cuadro gráfico, representa los esfuerzos de von misses máximo y mínimo, siendo este un valor de: Máximo= 0.273mm y mínimo= 0.0mm. Por lo tanto, determinamos que el esfuerzo de von misses generado producto de la carga total es mínimo y no influye de manera crítica sobre la estructura. En tanto, es aceptable.



En el presente cuadro gráfico, presenta las deformaciones que se generan producto de la fuerza total aplicada, siendo un máximo de 0.273mm.



En el presente cuadro gráfico, se presenta el valor de factor de seguridad mínimo y máximo siendo un total de:  $F_{mínimo} = 3$  y  $F_{máximo} = 10$ .

### 5.- Cálculo del resorte.

Para el cálculo del resorte, se tuvo en consideración 4 puntos de apoyos, según su geometría obtenida en la estructura, por lo tanto, se considera que los resortes trabajaran bajo un 25% de la carga total.

$$F_t: F_{total} = 1\,826.13\ N \text{ (ver tabla N° 19).}$$

$$F_r: F_{resorte} = 456.53\ N.$$

Recomendaciones de diseño en resortes, para la selección de material, por: (Buynas & Nisbett, 2008.)

$$\frac{D}{d} > 4$$

En donde, se generó una tabla para determinar el índice del resorte y aplicar el esfuerzo último del material.

Tabla 21: Índice del resorte ASTM 232

Diámetro del resorte	Diámetro de alambre	Índice del resorte	Prueba
(mm)	(mm)	$4 < C < 12$	
10	0,8	12,50	Falla
12	1,1	10,91	Ok
14	1,4	10,00	Ok
16	1,7	9,41	Ok
18	2	9,00	Ok
20	2,3	8,70	Ok
22	2,6	8,46	Ok
24	2,9	8,28	Ok
26	3,2	8,13	Ok
28	3,5	8,00	Ok
30	3,8	7,89	Ok
32	4,1	7,80	Ok
34	4,4	7,73	Ok
36	4,7	7,66	Ok
38	5	7,60	Ok
40	5,3	7,55	Ok
42	5,6	7,50	Ok
44	5,9	7,46	Ok
46	6,2	7,42	Ok
48	6,5	7,38	Ok
50	6,8	7,35	Ok
52	7,1	7,32	Ok
54	7,4	7,30	Ok
56	7,7	7,27	Ok

Fuente: Propia

Tabla 22: Propiedades del acero ASTM A-232

Materiales	Propiedad de los materiales	Temperatura máxima de funcionamiento	Rango máximo de tensión, MPa	Módulo de elasticidad, MPa	Porcentaje aproximado del rango de tensión (torsión)	Tamaños comunes, mm
Acero al cromo-vanadio ASTM A-231 Calidad para valvulas: ASTM A-232 AMS 6450	Estirado en frío. Bueno comportamiento en cargas de impacto, y aplicaciones con temperaturas medianamente elevadas. Subsetible a la fragilidad hidrogenada cuando es laminado.	218°C	2241/1310	(E) 206,8k (G) 72,3k	45%	0,06 - 11,89

Fuente: Propia.

Por lo tanto, se seleccionó un tipo de acero ASTM A232, debido a que este tipo de acero trabaja, bajo condiciones de fatiga elevadas. Donde, se realizó una prueba con los diámetros 50mm, 6.8mm y  $C = 7.35$ .

$$0.35 * S_{ut} \leq S_{sy} \leq 0.52 * S_{ut}$$

Donde:

$S_{ut}$ : Resistencia última de tensión (Mpa).

$S_{sy}$ : Esfuerzo de la fluencia a la tensión (Mpa).

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m}$$

$A$ : Intersección.

$m$ : Pendiente.

$d$ : Diámetro del alambre.

$S_{ut}$ : Resistencia última de tensión (Mpa).

Tabla 23: Resorte Helicoidal ASTM A232

**Table 10-4**

Constants  $A$  and  $m$  of  $S_{ut} = A/d^m$  for Estimating Minimum Tensile Strength of Common Spring Wires  
 Source: From *Design Handbook*, 1987, p. 19. Courtesy of Associated Spring.

Material	ASTM No.	Exponent $m$	Diameter, in	$A$ , kpsi · in <sup><math>m</math></sup>	Diameter, mm	$A$ , MPa · mm <sup><math>m</math></sup>	Relative Cost of wire
Music wire*	A228	0.145	0.004–0.256	201	0.10–6.5	2211	2.6
OQ&T wire†	A229	0.187	0.020–0.500	147	0.5–12.7	1855	1.3
Hard-drawn wire‡	A227	0.190	0.028–0.500	140	0.7–12.7	1783	1.0
Chrome-vanadium wire§	A232	0.168	0.032–0.437	169	0.8–11.1	2005	3.1
Chrom-silicon wire¶	A401	0.108	0.063–0.375	202	1.6–9.5	1974	4.0
302 Stainless wire*	A313	0.146	0.013–0.10	169	0.3–2.5	1867	7.6–11
		0.263	0.10–0.20	128	2.5–5	2065	
		0.478	0.20–0.40	90	5–10	2911	
Phosphor-bronze wire**	B159	0	0.004–0.022	145	0.1–0.6	1000	8.0
		0.028	0.022–0.075	121	0.6–2	913	
		0.064	0.075–0.30	110	2–7.5	932	

Fuente: (Budynas, 2008, pg 503)

$$S_{ut} = \frac{2005}{6.8^{0.168}} = 1\,452.95 \text{ Mpa}$$

$$S_{sy} = 0.56 * S_{ut} = 0.56 * 1\,452.95$$

$$S_{sy} = 813.65 \text{ Mpa}$$

### 5.1.- Factor de seguridad en el resorte.

$$F_e = \frac{S_{sy} * \pi * d^3}{8 * K_b * D}$$

$F_e$ : Carga estática.

$S_{sy}$ : Esfuerzo de fluencia a la torsión.

$d$ : Diámetro del alambre.

$K_b$ : Factor de corrección de efecto de curvatura.

$D$ : Diámetro del resorte.

Donde:

$$K_b = \frac{4C + 2}{4C - 3} = \frac{4 * 7.35 + 2}{4 * 7.35 - 3} = 1.18$$

Reemplazando:

$$F_e = \frac{S_{sy} * \pi * d^3}{8 * K_b * D} = \frac{813.65 * 10^6 * \pi * (0.0068)^3}{8 * 1.18 * 0.05} = 1\,702.83\text{ N}$$

Finalmente determinamos el factor de seguridad:

$$F.S = \frac{\text{carga total del resorte}}{\text{carga inicial en el resorte}} = \frac{1702.83}{456.53} = 3.72$$

Habiendo culminado el cálculo de resorte, se determinó que las fuerzas aplicadas sobre ello están bajo los estándares del esfuerzo último del material acero ASTM A 232. Donde, finalmente se demostró que cumple con un factor de seguridad apropiado.

## 5.2.- Simulación por medio de dos softwares de análisis de elementos finitos, para determinar la deformación, esfuerzo y factor de seguridad.

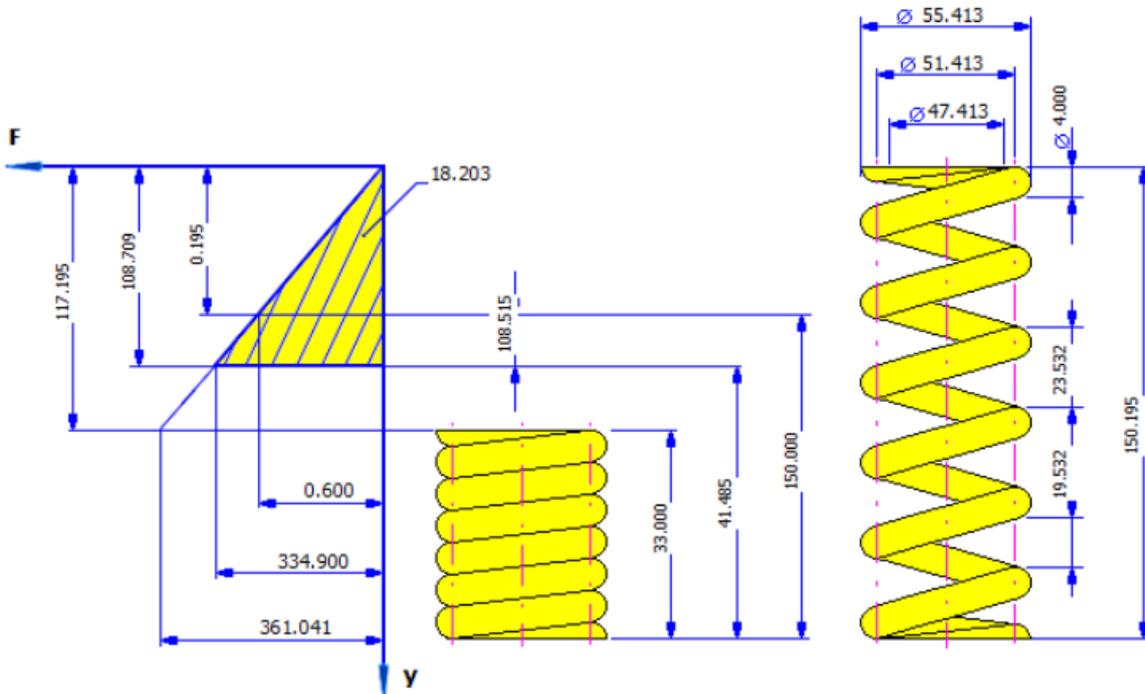


Figura 15: Esfuerzos y deformaciones, sobre las cargas de trabajo.

Se empleó, un software de diseño (Inventor, 2017), para determinar la deformación por compresión, obteniendo un valor mínimo de deformación igual 0.195 mm y una deformación máxima igual a 41.48mm.

Tabla 24: Datos obtenidos, luego de aplicar las cargas correspondientes.

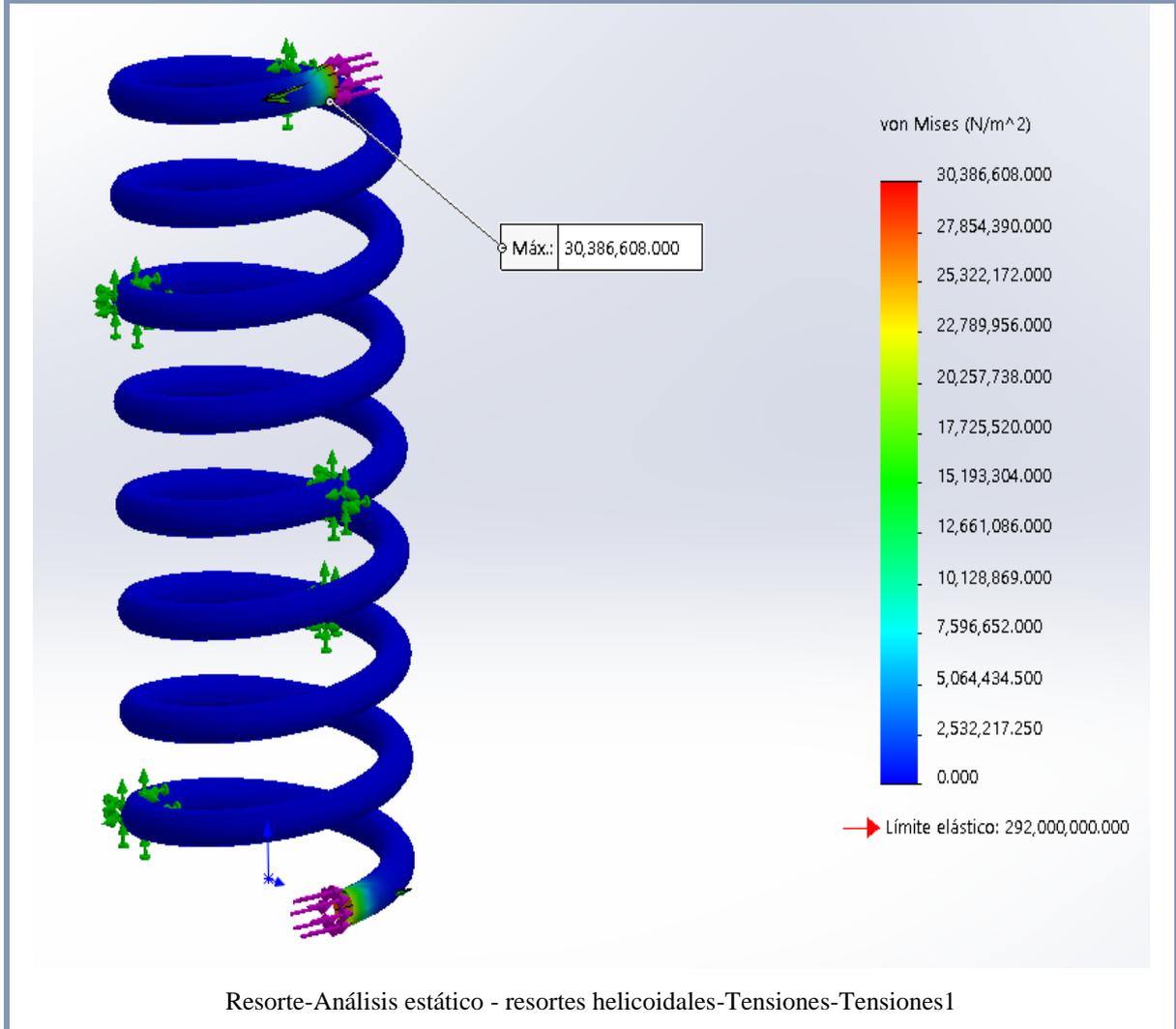
Espacio entre bobinas del muelle libre	a	19.532 mm	Longitud mín. de carga	$L_1$	150.000 mm
Separación de muelle libre	t	23.532 mm	Longitud máx. de carga	$L_8$	41.485 mm
Factor de concentración de tensión	$K_w$	1.000 su	Recorrido útil	H	108.515 mm
Constante de muelle	k	3.081 N/mm	Long. de carga de trabajo	$L_w$	52.814 mm
Flexión del muelle de carga mín.	$s_1$	0.195 mm	Longitud instalada	L	150.000 mm
Flexión total del muelle	$s_8$	108.709 mm	Longitud del muelle suelto	$L_0$	150.195 mm
Flexión límite del muelle	$s_9$	117.195 mm	Diámetro de conductor	d	4.000 mm
Longitud límite de prueba del muelle	$L_{minf}$	40.170 mm	Separación de muelle libre	t	23.532 mm
Longitud límite teórica del muelle	$L_9$	33.000 mm	Diámetro de muelle exterior	$D_1$	55.413 mm
Fuerza límite del muelle	$F_9$	361.041 N	Diámetro de muelle medio	D	51.413 mm
Tensión de carga mín.	$T_1$	1.227 MPa	Diámetro de muelle interior	$D_2$	47.413 mm
Tensión de carga máx.	$T_8$	685.092 MPa	Índice del muelle	c	12.853 su
Tensión de longitud comprimida	$T_9$	738.567 MPa			
Velocidad crítica del muelle	v	1.523 mps			
Frecuencia natural de oscilación del muelle	f	89.757 Hz			
Energía de deformación	$W_8$	18.203 J			
Longitud del conductor	l	1398.435 mm			
Masa del muelle	m	0.138 kg			
Resultado de comprobación del muelle		<b>Positivo</b>			

Fuente: Inventor, 2017.

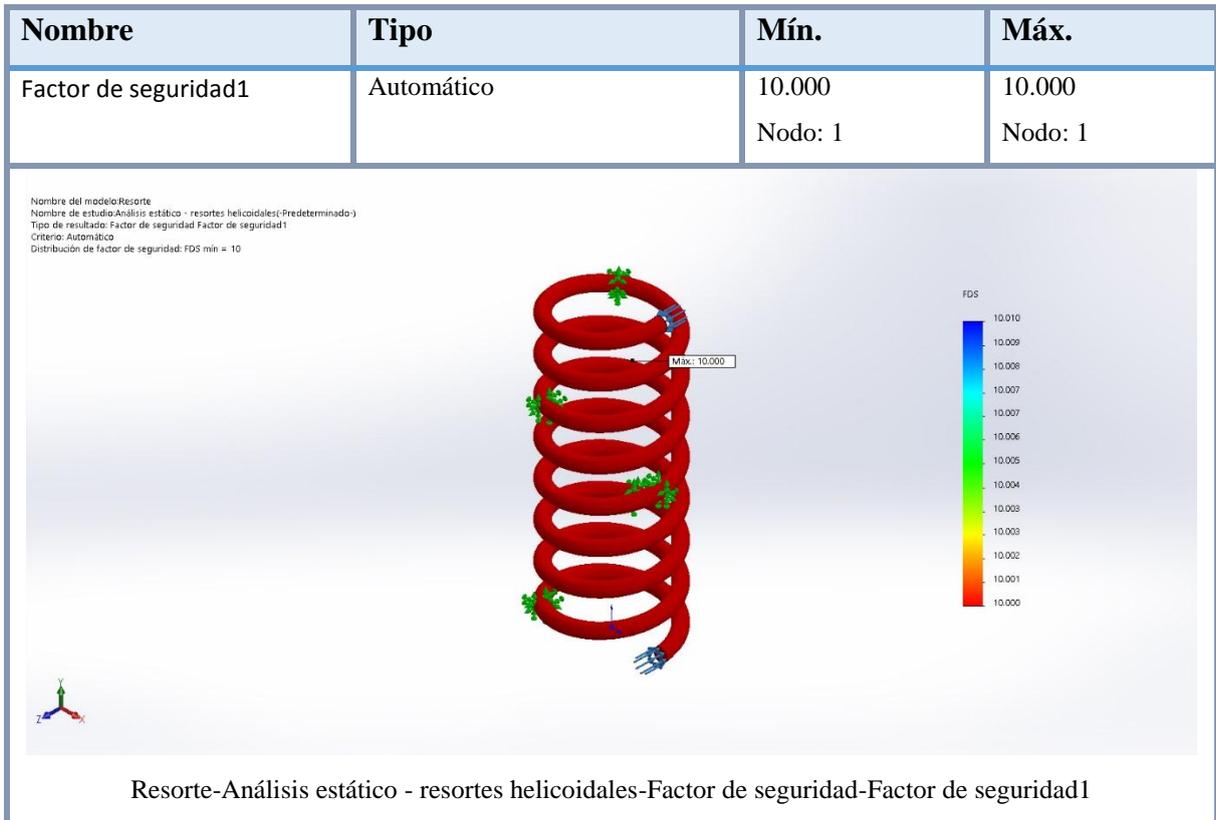
Por lo tanto, el análisis de elementos finitos resultó favorable para determinar la deformaciones máximas y mínimas, así como también la comprobación del muelle.

Ahora determinaremos, las deformaciones por esfuerzo de Von misses y factor de seguridad, por medio del software de diseño. (SolidWorks, 2017).

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.000 N/m <sup>2</sup> Nodo: 141	30,386,608.000N/m <sup>2</sup> Nodo: 5893



El presente cuadro gráfico presenta una tensión máxima de Von misses igual a 30,3 Mpa. Teniendo como límite elástico 292 Mpa. Por lo tanto, no supera la tensión admisible.



En el presente cuadro gráfico, se determinó un factor de seguridad máximo de 10 en las zonas más críticas. Debido al constante movimiento que es generado producto del motor vibrador, por lo tanto, cumplimos con un factor de seguridad admisible.

## 6.- Motor vibrador.

Para la potencia del motor vibrador, se analizó bajo las cargas que actúan sobre la estructura. Donde será presentado en la siguiente fórmula:

$$F_v = Amp * 0.56 * \left( \frac{F_{pm}}{1000} \right)^2 * p$$

$F_v$ : Fuerza de vibración requerida.

$p$ : Peso total sobre la estructura o chasis.

$Amp$ : Amplitud de vibración: 4.74mm .

$F_{pm}$ : Frecuencia de vibración: Velocidad de régimen (rpm).

La velocidad angular establecida para los motores de vibración es 1500 rpm, (Italvibras, 2014).

$$F_V = 4.74 * 0.56 * \left(\frac{1500}{1000}\right)^2 * 186.15 = 1111.76\text{kg}$$

Donde, finalmente se aplicó dos motores vibradores. Por lo tanto, la carga final para cada motor vibrador es 555.8 Kg.

$$P_c = F_{ma} * r_{em} * \omega_{angular}$$

$$P_c = 1\ 826.13 * 0.0127 * 157.07 = 3642.48\ \text{Watts} = 3.6\ \text{KW}$$

$P_c$ :  $P_{carga}$ .

$F_t$ :  $F_{total} = 1\ 826.13\ \text{N}$  (ver tabla N° 19).

$r_e$ :  $r_{eje} = 1/2"$ . (ver anexo N° 5)

Donde, la  $\omega_{angular} = 1500\ \text{rpm} = 157.07\ \text{rad/s}$ :

### 6.1.- Potencia requerida.

Para determinar la potencia requerida se debe multiplicar por un factor de servicio 1.15, bajo la normativa Nema MG-1 Por lo tanto, obtenemos:

**Tabla 25:** Factor de servicio, para motores trifásicos.

Hp	Service Factor					
	Synchronous Speed, Rpm					
	3600	1800	1200	900	720	600
1/20	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...
1/12	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...
1/8	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...
1/6	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...
1/4	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...
1/3	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...
1/2	1.25	1.25	1.25	1.15*	...	...
3/4	1.25	1.25	1.15*	1.15*	...	...
1	1.25	1.15*	1.15*	1.15*	...	...
1-1/2-125	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
150	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
200	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	...
250	1.0	1.15*	1.15*	1.15*	...	...

Fuente: Motortico, (2015). Factor de servicio.

$$P_{requerida} = P_{motor} * f_{servicio} = Kwatts$$

$$P_{requerida} = 3.6 * 1.15 = 4.14 Kwatts$$

Finalmente, se determinó la potencia requerida de la máquina seleccionadora de maíz, siendo un total de 5.5 hp. Por lo tanto, se aplicó dos motores vibradores trifásico 220 / 440 - 3 Hp, distribuido en la plataforma.

## 7.- Análisis de resonancia.

El análisis de resonancia está regido a la frecuencia natural que es generada en todo el sistema, donde se determinó por la siguiente ecuación:

$$w_n = \sqrt{\frac{k}{m/n}}$$

Donde:

$k$ : Constante del resorte: 152 540  $\left(\frac{N}{m}\right)$ . (Hibbeler, Mecánica para ingenieros – Dinámica, 2008, Pg 606).

$w_n$ : Frecuencia natural:  $(\frac{rad}{s})$ .

$m$ : masa: 62 Kg. (ver tabla 19)

$n$ : Número de resortes.

$$w_n = \sqrt{\frac{152\,540}{62/4}} = 99.2 \left(\frac{rad}{s}\right)$$

Finalmente determinamos la resonancia, producto de la frecuencia natural generada por el peso del grano de maíz a seleccionar, donde la frecuencia emitida por el motor vibrador es 78 (rad/s), ver anexo 04. Determinando que la relación de resonancia es menor a 1. Siendo un total 0.78, lo cual quiere decir que es factible.

#### 4.4 Realización de una evaluación económica, haciendo uso de los indicadores VAR y TIR.

En la realización del análisis económico, se determinó un gasto inicial en el informe de investigación, siendo un total de S/. 3 400. Para luego, de ello realizar un costo neto de los componentes que conforman la máquina seleccionadora de grano de maíz, siendo detallada en una tabla de costos:

Tabla 26: Análisis de costos de los componentes.

Ítems	Detalle	Proveedor	Unid. De medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
<b>1.00</b>	<b>Equipos y accesorios</b>					<b>6072</b>
<b>1.1</b>	Motor vibrador	Industrial Company	Unid	2	S/.675.0	S/.1,350.00
<b>1.2</b>	Criba 9mm	Repermetal	Unid	1	S/.470.0	S/.470.00
<b>1.3</b>	Criba 8mm	Repermetal	Unid	1	S/.439.0	S/.439.00
<b>1.4</b>	Criba 7.5mm	Repermetal	Unid	1	S/.408.0	S/.408.00
<b>1.5</b>	Perfil C	Aceros Arequipa	3 m. * Unid.	4	S/.210.0	S/.840.00
<b>1.6</b>	Perfil L	Aceros Arequipa	3 m. * Unid.	3	S/.161.0	S/.483.00
<b>1.7</b>	Plancha de acero Inoxidable	Aceros Arequipa	Unid	1	S/.1,350.0	S/.1,350.00
<b>1.8</b>	Resortes helicoidales	Sumex S.A.C.	Unid	4	S/.30.0	S/.120.00
<b>1.9</b>	Soldadura	Sodimac	Kg	3	S/.13.0	S/.39.00
<b>1.10</b>	Disco de corte	Sodimac	Unid	6	S/.4.5	S/.27.00

<b>1.11</b>	Máquina de soldar	Edipesa	Unid	1	S/.480.0	S/.480.00
<b>1.12</b>	Interruptor diferencial	Sodimac	Unid	1	S/.50.0	S/.50.00
<b>1.13</b>	Cable N° 12	Sodimac	m	10	S/.1.6	S/.16.00
<b>2</b>	<b>Montaje de la seleccionadora de granos</b>					<b>S/.1,550</b>
<b>2.1</b>	Instalación	-	Unid	1	S/.850	S/.850
<b>2.2</b>	Personal técnico	-	Unid	2	S/.350	S/.700
	<b>Costo General</b>					<b>S/.7,622.00</b>

Fuente: Propia.

Luego de haber determinado el análisis de costo de la máquina y el proyecto de investigación, siendo un total de S/. 11,022.00, se realizó el análisis económico costo beneficio, para determinar si el proyecto es viable. Se sabe que los agricultores de la comunidad La Paccha -Huambos. Producen un promedio de 480 kg de maíz, por cada comunero. Lo cual es descrito en el desarrollo 4.1 de la presente investigación. Es así, como se analizó una variación de ganancia neta, para determinar el incremento sin afectar sus ganancias normalmente por temporada, bajo una producción de 480 kg. promedio. Por lo tanto, el presente análisis es presentado bajo la estructura de la siguiente tabla.

Tabla 27: Análisis Costo Beneficio

Proceso de selección		Maíz blanco choclero	Maíz amarillo patito	Maíz amarillo morocho	Maíz duro jaeno	Por unidad comunero	Por 48 comuneros	VARIACION DE GANANCIA
No seleccionado	50 kg.	S/.120.00	S/.100.00	S/.105.00	S/.63.00	S/.388.00	S/. 18,624.0	S/. 2,937.60
	125 kg.	S/.300.00	S/.250.00	S/.262.50	S/.158.80	S/.971.30	S/. 46,622.4	
Seleccionado	50	S/.130.00	S/.105.00	S/.110.00	S/.68.00	S/.413.00	S/. 19,824.0	
	125	S/.325.00	S/.262.50	S/.275.00	S/.170.00	S/. 1,032.5	S/. 49,560.0	

Fuente: Propia.

Por lo tanto, se determinó que la comunidad tiene un ingreso neto, de S/. 2,937.60. Sin afectar su estabilidad económica. Además, se sabe que cada temporada tiene una duración de 4 - 5 meses promedio. Donde finalmente se evaluó la tasa interna de retorno. Presentado bajo la siguiente tabla:

<b>PERÍODO / TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN DESCONTADO</b>					
<b>Inversión Inicial (\$)</b>		<b>11022</b>		<b>Interés Mensual</b>	<b>2.0%</b>
<b>Ganancia Mensual (\$)</b>		<b>587.4</b>			
<b>N° Mes</b>	<b>Flujo de Caja (\$)</b>	<b>3</b>	<b>(P/F, 2%, n)</b>	<b>CFj(P/F, 2%, n) (\$)</b>	<b>Sum (\$)</b>
0	-11022.00	-11022.00	1.00000	-11022.00	-11022.00
1	587.40	587.40	0.98039	575.88	-10446.12
2	587.40	587.40	0.96117	564.59	-9881.53
3	587.40	587.40	0.94232	553.52	-9328.01
4	587.40	587.40	0.92385	542.67	-8785.34
5	587.40	587.40	0.90573	532.03	-8253.31
6	587.40	587.40	0.88797	521.59	-7731.72
7	587.40	587.40	0.87056	511.37	-7220.35
8	587.40	587.40	0.85349	501.34	-6719.01
9	587.40	587.40	0.83676	491.51	-6227.50
10	587.40	587.40	0.82035	481.87	-5745.63
11	587.40	587.40	0.80426	472.42	-5273.21
12	587.40	587.40	0.78849	463.16	-4810.04
13	587.40	587.40	0.77303	454.08	-4355.97
14	587.40	587.40	0.75788	445.18	-3910.79
15	587.40	587.40	0.74301	436.45	-3474.34
16	587.40	587.40	0.72845	427.89	-3046.45
17	587.40	587.40	0.71416	419.50	-2626.95
18	587.40	587.40	0.70016	411.27	-2215.68
19	587.40	587.40	0.68643	403.21	-1812.47
20	587.40	587.40	0.67297	395.30	-1417.17
21	587.40	587.40	0.65978	387.55	-1029.62
22	587.40	587.40	0.64684	379.95	-649.66
23	587.40	587.40	0.63416	372.50	-277.16
24	587.40	587.40	0.62172	365.20	88.04
25	587.40	587.40	0.60953	358.04	446.08
26	587.40	587.40	0.59758	351.02	797.10
27	587.40	587.40	0.58586	344.14	1141.23
28	587.40	587.40	0.57437	337.39	1478.62
29	587.40	587.40	0.56311	330.77	1809.39
30	587.40	587.40	0.55207	324.29	2133.68
31	587.40	587.40	0.54125	317.93	2451.61
32	587.40	587.40	0.53063	311.69	2763.30
33	587.40	587.40	0.52023	305.58	3068.88
34	587.40	587.40	0.51003	299.59	3368.47
35	587.40	587.40	0.50003	293.72	3662.19
36	587.40	587.40	0.49022	287.96	3950.15

<b>Momento de Cambio</b>	
23	- 277.16
23	0.00

<b>PRI - TIR (meses)</b>	<b>23.0000</b>
<b>Meses</b>	<b>23</b>
<b>Días</b>	<b>0</b>

Es así, como se realizó el análisis económico, costo beneficio, con una TIR de 23%, siendo un tiempo de recuperación de 23 meses. Generando ganancias, a partir del segundo año. Determinando una ganancia VAN anual de S/. 3 950.15, como comunidad. Esto quiere decir, que la ganancia por temporada es igual a s/. 1809,39.

## V. DISCUSIÓN

1. De acuerdo con los resultados obtenidos en la validación de la información se procedió a emplear un instrumento de recolección de datos, llamado “encuesta” (ver anexo 02)., donde se realizó una serie de preguntas, cuya finalidad fue diagnosticar la situación actual del proceso de selección del grano de maíz en la comunidad La Paccha – Huambos. Tal como lo aplicó, el investigador Ureña Espin, en su informe de investigación, para determinar el proceso de desgranado de maíz. Presentando una eficiencia del 95%. Donde, podemos demostrar a través de resultados de las preguntas formuladas a la comunidad, corroborando por lo siguiente:
  - a) Podemos demostrar a través de resultados de la pregunta N°3, que indicó que el 100% de los encuestados, los 48 agricultores ejecutan el proceso de selección de grano de maíz de manera manual, siendo un factor de pérdida en tiempo, incrementando el sobre esfuerzo de los trabajadores realizando una operación manual para realizar el desgranado. Por lo tanto, se evaluó que existe una alta demanda para el diseño de una máquina seleccionadora de grano de maíz.
  - b) Considerar también en la pregunta N°2 la cual concluye que al término del proceso se lleva a cabo la venta del producto obtenido, sin haber pasado por un proceso de selección de grano de maíz, viéndose afectado en el valor monetario del maíz, con esto también se afecta la calidad del producto. Siendo este su principal problema y el motivo de la investigación del presente proyecto.
  - c) Otra respuesta que corrobora, es la pregunta N° 11, en donde se Indicó que el 100% de los encuestados, que un producto de mayor tamaño su valor monetario va en aumento y eso hace que las asociaciones de agricultura se vean interesadas en la obtención del producto.
2. La mayor limitante de la investigación es la determinación de parámetros y delimitación de diseño, el cual está basado en la normativa: NTP 205.008:2009 / COR 1, que nos menciona sobre los requisitos mínimos que debe conservar los granos de maíz, esto fue evaluado a través de una

encuesta (ver anexo 03). La cual consideró trabajar bajo la normativa técnica peruana antes mencionada.

3. Luego de haber planteado la normativa interviniente, se realizó una tabla de especificaciones técnicas, cuya finalidad es presentar los requerimientos expresados por la comunidad, las normativas y/o revistas de investigación. En donde se determinó los parámetros principales de la máquina seleccionadora de granos, que fueron obtenidos por medio de una encuesta (ver anexo 03).

Con los parámetros, normas y criterios establecidos. Ya podríamos, ejecutar los cálculos correspondientes en el apartado 4.3., no obviando los requerimientos de la comunidad Paccha – Huambos.

4. Luego de realizar la matriz de selección, optamos por la clasificación de grano de maíz por vibración, siendo la de mayor ponderación con un total de 55 puntos. Siendo evaluada en un rango de 7 parámetros. Es así, como en el presente proyecto se optó por el diseño de una máquina vibratoria para la selección del grano de maíz, con acceso al cambio de criba o zaranda, para diversos tipos y dimensiones de grano de maíz. Habiendo determinado el volumen de carga mayor, se procede a determinar el volumen de la criba teniendo en cuenta la variación de dimensión de granos, Por lo tanto, para la bandeja se considera un 15% adicional al espacio requerido por la criba, obteniendo un total de: 13.8 cm de alto, 1.61 m de largo y 1.61 m de ancho. Es así, como se determinaron los preceptos técnicos de la máquina, regidos a los estándares de la normativa INEN 1515.

5. El factor de seguridad apropiado para una máquina seleccionadora de grano de maíz es igual a 1.5, esto se debe a que las cargas aplicadas son bajas, repetitivas y la vibración es controlada por medio de resortes. (Beer, 2008, pg. 29). Para esto aplicaremos un acero inoxidable AISI 304. (ver figura 11). Ahora comprobando resultados con la Norma INEN 1515, con un diámetro de grano 8mm, 6.7mm y 9.5mm para los cambios de criba, nos indicó el espesor adecuado para la criba, Por lo tanto, aplicaremos tres

cribas para los diámetros de grano 6.7 mm, 8mm y 9.5mm. Para más detalles, (ver anexo 3).

6. Se calculó que la selección mínima de grano de maíz debe ser 62 kg/h, además se determinó 4 tipos de volúmenes para cada tipo de grano haciendo uso de la densidad del maíz. Siendo de criterio fundamental, para evaluar las cargas máximas que debe soportar la estructura de la máquina seleccionadora. Cumpliendo así los factores de seguridad, tal como lo aplicó el investigador Pérez Silva, en el diseño de una desgranadora de maíz.
7. Se desarrolló las simulaciones de las cribas, la bandeja y el soporte, para los tres tamaños de grano, aplicando las cargas correspondientes. Mediante un software de análisis de elementos finitos. (SolidWorks, 2017). Así, como también lo planteó el investigador Villavicencio, en su diseño y construcción de una máquina desgranadora de maíz.
8. Se analizó toda la información disponible del rubro, proveniente de fuentes secundarias, hasta dar con la factibilidad del proyecto, basado en el DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELECCIONADORA, PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL TAMAÑO DE GRANO DE MAIZ, en donde se determinó que son viable técnica y económicamente, como lo muestran los resultados del estudio técnico. Asimismo, la evaluación económico-financiera indica que el proyecto es rentable.

## VI. CONCLUSIONES

1. En nuestra investigación, se analizó la situación actual de la comunidad Paccha – Huambos. Lo cual, para mantener un orden de los 48 comuneros encuestados, se realizaron 6 grupos de 8 personas cada uno, cuya finalidad fue conservar un orden y enfatizar una buena interpretación de la situación actual del proceso de selección del grano de maíz. Donde concluimos que en la actualidad los encuestados carecen de una máquina para el proceso de selección de grano de maíz. Donde ha generado que, en su proceso, utilicen mano de obra, para laborar en el proceso de selección del grano de maíz. Presentando un déficit, que comprometen el valor de su producción generada.
2. Observamos que Los requisitos de calidad expresados en la tabla N° 06, nos hace mención que la masa hectolétrica fue analizada bajo un volumen de riego de 100 litros de agua, expresado en Kg. /hl para un determinado grano, estableciendo los porcentajes de granos partidos, dañados y las materias extrañas máximas permitidas para una masa total requerida. Así, como también nos muestra los estados de crecimientos y los requerimientos climáticos del grano de maíz, que es presentado en la figura 06. Finalmente, con los parámetros, normas y criterios establecidos. Nos permite, ejecutar los cálculos correspondientes en el apartado 4.3., no obviando los requerimientos de la comunidad Paccha – Huambos.
3. El diseño y selección de componentes, presentaron resultados favorables en el análisis de los cálculos aplicados, debido a la fiabilidad que presentan los autores de libros y/o artículos de investigación citados. Además, se empleó la propuesta del diseño de los componentes principales de los sistemas electromecánicos para la máquina seleccionadora de grano de maíz, donde por medio de una matriz de selección se optó por la mejora para determinar el volumen de la criba teniendo en cuenta la variación de dimensión de granos.

4. El software de análisis de elementos finitos aplicado resultó ser muy eficiente, ante la obtención de datos técnicos, Se desarrolló las simulaciones de las cribas, la bandeja y el soporte, para los tres tamaños de grano, aplicando las cargas correspondientes.
  
5. Se analizó toda la información disponible del rubro, hasta dar con la factibilidad del proyecto, lo cual resultó viable técnica y económicamente como lo muestran los resultados del estudio técnico. Asimismo, la evaluación económico-financiera indica que el proyecto es rentable. Donde se obtuvo que la tasa Interna de retorno económica (TIRE) es igual 0.23.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, en la modalidad de post-cosecha desarrollada, mantenga la secuencia ordenada de ejecución y las labores pueden ser bien controladas para realizar un beneficio adecuado y seleccionar granos de mejor calidad. La ventaja más relevante es que con este sistema centralizado puede obtenerse calidades de maíz más uniformes que con el sistema individual cuya calidad y presentación puede variar de un agricultor a otro. Sin embargo, si el proceso se realiza en forma adecuada y con los cuidados respectivos, el sistema garantizaría un maíz de buena calidad física e intrínseca.
2. Los centros de acopio y procesamiento de maíz, ponen mayores cuidados en las labores de selección; aunque se observa muchas deficiencias especialmente por deficiente infraestructura que merma su capacidad. Trabajando el presente proyecto se verá el mejoramiento de esta infraestructura.
3. Un aspecto importante para poder realizar estudios y evaluaciones que posicionen el maíz en cuanto a su calidad, es que la asociación pueda contar con este equipo y así trabajar el control de calidad en todo el eslabón de la postcosecha; especialmente debe considerarse la implementación de laboratorios de control de calidad que es uno de los aspectos más críticos.
4. Se recomienda, elaborar un plan de mantenimiento enfatizando la capacitación de los comuneros en el mantenimiento de la maquina en la cual certificaríamos a cada comunero para que puede realizar el mantenimiento de esta manera ahorrando costos a largo plazo.

## REFERENCIAS

- Aguilar , K., & Ferrín , C. (2013). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CLASIFICADOR DE GRANOS, MEDIANTE UN SISTEMA POR SENSORES DE COLOR TEACH-IN*. Recuperado el 30 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3258/1/108T0071.pdf>
- Alcocer , L., & Iza, A. (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE MAÍZ DURO SECO MEDIANTE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA DISTRIBUIDORA DE GRANOS Y HARINAS DANHALU*. Recuperado el 30 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/13536/T-ESPE-057409.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Amangandi, J., & Lamiña, F. (2013). *Diseño y Construcción de una Máquina Clasificadora de Maíz Partido*. Recuperado el 30 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2699/1/15T00538.pdf>
- Cholca , L., & Mantilla , G. (Diciembre de 2015). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA DESGRANADORA DE MAÍZ CON CAPACIDAD DE 15QQ/HORA*. Recuperado el 31 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11395/3/UPS-KT01205.pdf>
- Fustamante , W., & Vásquez , L. (2018). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA CLASIFICADORA DE CEBOLLA POR TAMAÑO Y COLOR*. Recuperado el 30 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4417/Fustamante%20Salda%C3%B1a%20-%20Vasquez%20Gamonal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, V. (Enero de 2015). *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA VIBRATORIA DE GRANOS DE MAÍZ SEGÚN EL TAMAÑO*. Recuperado el 31 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7518/6/UPS-KT00888.pdf>
- Pérez, J., Cholca, L., & Mantilla, G. (2017). Diseño y fabricación de una máquina para desgranar maíz. *Revista INGENIUS*, 3(18), 21-29. Ecuador.

- Sal, J., & Rosas. (2018). *Diseño de una zaranda separadora para el incremento de la calidad de alimentos balanceados*. Recuperado el 30 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14489/Joel%20V%c3%adctor%20Sal%20y%20Rosas%20Benites.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tovar, J. (2018). *Diseño de una máquina peladora de maíz para la ciudad de Huancayo*. Recuperado el 30 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4947/T010\\_44374594\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4947/T010_44374594_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ureña, J. (2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA EL PROCESO DE DESGRANADO DE MAÍZ DE LA COSTA*. Recuperado el 31 de Mayo de 2020, de Tesis (Trabajo de grado): <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/15T00532.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 01. Operacionalización de variables.

Variable independiente.

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b>
Diseño de máquina seleccionadora de grano de maíz.	Aplicación de conceptos y cálculos ingenieriles para la obtención de una máquina seleccionadora de grano de maíz.	Conjunto de criterios, parámetros, condiciones y valores numéricos que describen el comportamiento de una máquina seleccionadora de grano de maíz.	- Potencia - Flujo másico - Velocidad angular	- Watts - Kg/h - Rad/s RPM	- Vatímetro - Manómetro - Tacómetros

Variable dependiente.

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b>
-----------------------------	------------------------------	-------------------------------	--------------------	-----------------	---------------------------------

<p>Calidad del tamaño de grano de maíz.</p>	<p>Está relacionada con la característica del tamaño de grano de maíz, destinada para que logre obtener un mejor valor económico en el mercado.</p>	<p>El grano de maíz se podrá reconocer por sus dimensiones de tamaño.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tamaño de grano</li> <li>- Peso</li> <li>- Humedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mm</li> <li>- g.</li> <li>- %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vernier</li> <li>- Balanza</li> </ul>
---	---	---	--	---	--

**Anexo 02.** Formato de Encuesta.

Formato de Encuesta Aplicada

La encuesta está dirigida a los comuneros de la comunidad La Paccha -Huambos, que se dedican al sembrío de maíz.

**NOMBRE:** .....

1. ¿Cuál es su actividad económica que usted realiza en su comunidad?

- a) Agricultura                      b) Ganadería                      c) Minería

Otros: .....

2. ¿Cuáles son los procesos fundamentales para el proceso de seleccionamiento del grano de maíz?

- a) Cosecha, desgranado, seleccionado.  
b) Cosecha y desgranado.  
c) Vende el producto sin seleccionar.  
d) B y c.

3. ¿De qué manera realiza el proceso de desgranado y seleccionado del grano de maíz?

- a) Máquina trilladora.                      b) Máquina desgranadora.  
c) Manual.

Otros: .....

4. ¿Qué variedades de maíz siembra usted?

- a) Maíz blanco choclero.  
b) Maíz amarillo patito/ maíz amarillo morocho.  
c) Maíz duro jaeno.  
d) A y b.  
e) A, b y c.

5. ¿A qué fuente recurre para su avance en el proceso de desgranado y seleccionado del grano de maíz?

- a) Solo yo.

- b) Peones.
  - c) Mi familia.
  - d) Trilladora.
6. ¿Cuánto es la producción promedio generada de maíz en grano (kg) por temporada?
- a) 200kg.
  - b) 300kg.
  - c) 400kg.
  - d) 500kg.
  - e) 500kg a más.
7. En relación peso/hora (kg/h) promedio. ¿Cuánto demora cada persona en desgranar el maíz?
- a) 10kg/h.
  - b) 15kg/h.
  - c) 20kg/h.
  - d) 30kg/h.
  - e) 50kg/h.
8. Una vez desgranado el maíz, ¿Cómo realiza usted el proceso de selección del grano de maíz?
- a) No se hace selección.
  - b) Busca peones para seleccionar.
  - c) Utiliza zarandas.
  - d) Otros.
9. ¿Cuenta usted con una máquina u otro método que le ayude en el desgranado y seleccionado del grano de maíz?
- a) Si.
  - b) No.
10. ¿El precio de un grano seleccionado es igual a uno sin seleccionar? Y en cuanto varía.
- a) Si.
  - b) No.

.....  
.....

.....

11. Luego de haber seleccionado los diversos tipos de grano ¿Qué haría usted con el grano seleccionado de maíz?

- a) Realiza la venta directa a un consumidor.
- b) Lo exporta.
- c) Tendría mejor semilla.
- d) Se presentaría a alguna asociación de agricultura.

12. ¿Cree usted que la comunidad tenga la necesidad de contar con una máquina que ayude en el proceso de desgranado y selección de grano de maíz?

¿Por qué?

- a) Si.
- b) No.

.....  
.....  
.....  
.....

Esta encuesta esta revisada por:

---

Ing. Juan R. Facho Valdivieso  
DNI: 74238674

.

**Anexo 03.-** Desarrollo de la encuesta aplicada.

La encuesta está dirigida a los comuneros de la comunidad La Paccha - Huambos, que se dedican al sembrío de maíz.

NOMBRE: Santos Torres Cortales

1. ¿Cuál es su actividad económica que usted realiza en su comunidad?

- a) Agricultura                      b) Ganadería                      c) Minería

Otros: .....

2. ¿Cuáles son los procesos fundamentales para el proceso de seleccionamiento del grano de maíz?

- a) Cosecha, desgranado, seleccionado.  
b) Cosecha y desgranado.  
c) Vende el producto sin seleccionar.

d) B y c.

3. ¿De qué manera realiza el proceso de desgranado y seleccionado del grano de maíz?

- a) Máquina trilladora.                      b) Máquina desgranadora.  
 c) Manual.

Otros: .....

4. ¿Qué variedades de maíz siembra usted?

- a) Maíz blanco choclero.  
b) Maíz amarillo patito/ maíz amarillo morocho.  
c) Maíz duro jaeno.

d) A y b.

e) A, b y c.

5. ¿A qué fuente recurre para su avance en el proceso de desgranado y seleccionado del grano de maíz?

- a) Solo yo.  
b) Peones.

- c) Mi familia.  
 d) Trilladora.
6. ¿Cuánto es la producción promedio generada de maíz (kg) por temporada?
- a) 200kg.  d) 500kg.  
 b) 300kg. e) 500kg a más.  
 c) 400kg.
7. En relación peso/hora (kg/h) promedio. ¿Cuánto demora cada persona en desgranar el maíz?
- a) 10kg/h. d) 30kg/h.  
 b) 15kg/h. e) 50kg/h.  
 c) 20kg/h.
8. Una vez desgranado el maíz, ¿Cómo realiza usted el proceso de selección del grano de maíz?
- a) No se hace selección.  
 b) Busca peones para seleccionar.  
 c) Utiliza zarandas.  
 d) Otros.
9. ¿Cuenta usted con una máquina u otro método que le ayude en el desgranado y seleccionado del grano de maíz?
- a) Sí.  b) No.
10. ¿El precio de un grano seleccionado es igual a uno sin seleccionar?  
 Y en cuanto varía.
- a) Sí.  
 b) No.

La variación del precio es de:

Maíz sin selección: 50 kg	Precio: \$ 100.00
Maíz seleccionado: 50 kg	Precio: \$ 105.00

NOTA: Precio de Maíz amarillo patito.

11. Luego de haber seleccionado los diversos tipos de grano ¿Qué haría usted con el grano seleccionado de maíz?

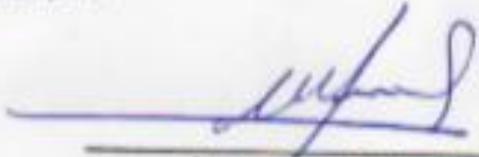
- a) Realiza la venta directa a un consumidor.
- b) Lo exporta.
- c) Tendría mejor semilla.
- d) Se presentaría a alguna asociación de agricultura.

12. ¿Cree usted que la comunidad tenga la necesidad de contar con una máquina que ayude en el proceso de desgranado y selección de grano de maíz? ¿Por qué?

- a) Si.
- b) No.

Porque con una máquina más  
permitirá un rápido avance en en  
la realización de desgranado y  
seleccionado de maíz.

Esta encuesta esta revisada por:

  
Ing. Juan R. Facho Valdivieso  
DNI: 74238674

### Anexo 3.- Verificación de características y tablas de requerimientos del tamiz y cribas metálicas.

#### ANEXO A

##### VERIFICACION DE CARACTERISTICAS

**A.1 Para un tamiz.** Para probar si los tejidos reúnen las condiciones establecidas en las Tablas 1 y 2, determinar el diámetro de los hilos o alambres, así como la abertura de las mallas como se anota en los numerales A.1.1 al A.1.5.

**A.1.1** Para los tamices menores a 4,75 mm se usará el microscopio provisto de un micrómetro, no debe usarse calibradores micrométricos, ni reglas, o cintas graduadas.

**A.1.2** Para tamices mayores a 4,75 mm se usarán calibradores micrométricos para medir la malla.

**A.1.3** Para tamices mayores de 1 mm, el número de mallas se determinará contando en ambas direcciones del tejido el número de mallas comprendidas en una distancia de 15 cm y se expresará como el número de mallas por centímetro cuadrado. Las aberturas de las mallas y el diámetro de los alambres deberán cumplir las exigencias de las Tablas 1 y 2.

**A.1.4** Para tamices de 1 mm ó menores sólo se contarán las mallas comprendidas en 4 zonas de 1 cm cada una, distribuidas uniformemente en ambas direcciones. El promedio de las medidas de las aberturas de las mallas y el promedio de los diámetros de los alambres deberán cumplir las exigencias de las Tablas 1 y 2.

**A.1.5** La abertura de la malla se mide en las líneas centrales de la abertura como se anota en la figura 5.

**A.2 Para la criba metálica.** Para probar si las planchas perforadas de la criba metálica establecida en las Tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 cumplen con abertura de perforación y espesor de la plancha, se tomará en cuenta lo anotado en los numerales A.2.1 al A.2.6.

**A.2.1** Realizar un examen visual sobre cada perforación y la distancia entre centros; si se observa fallas, no debe usarse la criba.

**A.2.2** Las dimensiones de perforación se prueban usando una regla de acero, graduada en mm, o cualquier otro aparato graduado, incluyendo los calibradores micrométricos.

**A.2.3** Las mediciones deben hacerse en las perforaciones y, no deben ser menos de diez, y podrán estar en cualquier punto de la plancha sobre dos líneas rectas de 100 mm de largo cada una, como mínima. Si el número mínimo de perforaciones no se completa en las dos líneas, se probarán todas las perforaciones que tenga la plancha.

**A.2.4** Para cribas con perforaciones circulares, se trazarán las dos líneas rectas formando un ángulo de 60° entre sí.

**A.2.5** Para cribas con perforaciones cuadradas se trazarán las dos líneas rectas, formando entre sí un ángulo de 90°, si las perforaciones se encuentran en los vértices de un cuadrado formando entre sí un ángulo de 63°, 26° y si las perforaciones se encuentran en los vértices de un triángulo isósceles.

**A.2.6** Para cribas con perforaciones oblongas se trazará las dos líneas rectas formando entre sí un ángulo de 125°.

**A.2.7** Para cribas con perforaciones triangulares se trazarán las dos líneas rectas formando entre sí un ángulo de 90°; se miden los tres lados del triángulo y se promedian. La abertura se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$a = 0,57735 \times l$$

Siendo:

a = abertura

l = lado promediado del triángulo

**A.2.8** Debido a que cada perforación tiene un filo inherente al corte, las mediciones se harán al lado de la plancha que lleva inscrita la designación de la criba.

**A.2.9** Cuando se prueba la abertura de las perforaciones, debe probarse también la distancia entre centro y centro de las mismas. El espesor de la plancha se probará siguiendo cualquier método conocido.

**TABLA 1. Características de los tamices de ensayo. Tamaño nominal de las aberturas  
Medidas preferenciales**

TAMAÑO NOMINAL	Variación permisible tamaño nominal	Tamaño máx. para mas de 5 % de tamaños	Tamaño máx. para tamaño individual	Alambre o hilo	
				Ø	%
mm	mm	mm	mm	Nominal	Tolerancia
*125	± 3,7	130	130,9	8,0	5
106	± 3,2	110,2	111,1	6,40	5
* 90	± 2,7	93,6	94,4	6,08	5
75	± 2,2	78,1	78,7	5,80	5
* 63	± 1,9	65,6	66,2	5,50	5
53	± 1,6	55,2	55,7	5,15	5
* 45	± 1,4	46,9	47,4	4,85	5
37,5	± 1,2	39,1	39,5	4,59	5
* 31,5	± 1,0	32,9	33,2	4,23	5
26,5	± 0,8	27,7	28,0	3,90	5
* 22,4	± 0,7	23,4	23,7	3,50	5
19,0	± 0,6	19,9	20,1	3,30	5
* 16,0	± 0,5	16,7	17,0	3,00	5
13,2	± 0,41	13,83	14,05	2,75	5
* 11,2	± 0,35	11,75	11,94	2,45	5
9,5	± 0,30	9,97	10,16	2,27	5
* 8,0	± 0,25	8,41	8,58	2,07	5
6,7	± 0,21	7,05	7,20	1,87	5
* 5,6	± 0,18	5,90	6,04	1,68	5
4,75	± 0,15	5,02	5,14	1,54	5
* 4,00	± 0,13	4,23	4,35	1,37	5
3,35	± 0,11	3,55	3,66	1,23	5
* 2,80	± 0,095	2,975	3,070	1,10	5
2,36	± 0,080	2,515	2,600	1,00	5
* 2,00	± 0,070	2,135	2,215	0,900	5
1,70	± 0,060	1,820	1,890	0,810	5
* 1,40	± 0,050	1,505	1,565	0,725	5
1,18	± 0,045	1,270	1,330	0,650	5
* 1,00	± 0,040	1,080	1,135	0,580	5
0,850	± 35 µm	925 µm	970 µm	0,510	5
* 0,710	± 30 µm	775 µm	815 µm	0,450	5
0,600	± 25 µm	660 µm	695 µm	0,390	7,5
* 0,500	± 20 µm	550 µm	585 µm	0,340	7,5
0,425	± 19 µm	471 µm	502 µm	0,290	7,5
* 0,355	± 16 µm	396 µm	425 µm	0,247	7,5
0,300	± 14 µm	337 µm	363 µm	0,215	7,5
* 0,250	± 12 µm	283 µm	306 µm	0,180	7,5
0,212	± 10 µm	242 µm	263 µm	0,152	7,5
* 0,180	± 9 µm	207 µm	227 µm	0,131	7,5
0,150	± 8 µm	174 µm	192 µm	0,110	7,5
* 0,125	± 7 µm	147 µm	163 µm	0,091	7,5
0,106	± 6 µm	126 µm	141 µm	0,076	10
* 0,090	± 5 µm	108 µm	122 µm	0,064	10
0,075	± 5 µm	91 µm	103 µm	0,053	10
* 0,063	± 4 µm	77 µm	89 µm	0,044	10
0,053	± 4 µm	66 µm	76 µm	0,037	10
* 0,045	± 3 µm	57 µm	66 µm	0,030	10
0,038	± 3 µm	48 µm	57 µm	0,025	10

\* Se recomienda que se usen estos tamaños que corresponden a la serie R 20/3, de números preferidos.

**TABLA 2. Características de los tamices de ensayo. Medidas suplementarias**

TAMAÑO NOMINAL mm	Variación permisible tamaño nominal mm	Tamaño Max. para más del 5% de tamaño mm	Tamaño Max. para tamaño individual mm	Alambre o hilo	
				O Nominal	% Tolerancia
100	± 3,0	104,0	104,8	6,30	5
80	± 2,4	83,2	83,9	5,89	5
50	± 1,5	52,1	52,6	5,05	5
40	± 1,2	41,7	42,1	4,66	5
25	± 0,8	26,1	26,4	3,80	5
20	± 0,64	20,90	21,16	3,36	5
12,5	± 0,39	13,10	13,31	2,67	5
10,0	± 0,31	10,50	10,66	2,32	5
6,3	± 0,20	6,64	6,78	1,82	5

**TABLA 3. Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas circulares  
Medidas preferenciales**

TAMAÑO NOMINAL mm	Variación permisible tamaño nominal mm	Distancia entre centros mm	Límites permisibles para la distancia entre centros mm	Espesor de la plancha mm	Límites permis. para el espesor de la plancha mm
*125	± 1,0	160	144 a 184	3,4	2,5 a 4,0
106	± 0,9	135	122 a 155	3,4	2,5 a 4,0
*90	± 0,8	111	100 a 128	2,7	2,5 a 4,0
75	± 0,7	95	86 a 109	2,7	2,5 a 4,0
*63	± 0,6	80	72 a 92	2,7	2,5 a 4,0
53	± 0,6	68	61 a 78	2,7	2,5 a 4,0
*45	± 0,5	57	51 a 65	1,9	1,5 a 2,5
37,5	± 0,4	48	43 a 55	1,9	1,5 a 2,5
*31,5	± 0,4	41	37 a 47	1,9	1,5 a 2,5
26,5	± 0,4	35	31 a 40	1,9	1,5 a 2,5
*22,4	± 0,3	29	26 a 33	1,9	1,5 a 2,5
19,0	± 0,3	25	22 a 29	1,9	1,5 a 2,5
*16,0	± 0,27	21	19 a 24	1,9	1,5 a 2,5
13,2	± 0,25	18	16 a 20	1,9	1,0 a 2,0
*11,2	± 0,23	15	13 a 17	1,9	1,0 a 2,0
9,5	± 0,20	13	11,3 a 14,9	1,9	1,0 a 2,0
*8,0	± 0,19	11	9,5 a 12,6	1,9	1,0 a 2,0
6,7	± 0,17	9,9	8,3 a 11,4	1,5	0,8 a 1,5
*5,6	± 0,15	8,7	7,2 a 10,0	1,5	0,8 a 1,5
4,75	± 0,14	6,8	5,8 a 7,8	1,5	0,8 a 1,5
*4,00	± 0,13	5,9	5,0 a 6,8	1,5	0,8 a 1,5
3,35	± 0,12	4,9	4,2 a 5,7	1,5	0,8 a 1,5
*2,80	± 0,11	4,4	3,7 a 5,1	1,5	0,8 a 1,5
2,36	± 0,10	3,8	3,2 a 4,4	1,5	0,8 a 1,5
*2,00	± 0,09	3,3	2,8 a 3,8	1,5	0,8 a 1,5
1,70	± 0,08	2,9	2,5 a 3,3	0,8	0,4 a 0,8
*1,40	± 0,08	2,6	2,2 a 3,0	0,8	0,4 a 0,8
1,18	± 0,07	2,2	1,9 a 2,5	0,8	0,4 a 0,8
*1,00	± 0,07	2,0	1,7 a 2,3	0,8	0,4 a 0,8

\* Se recomienda que se usen estos tamaños que corresponden a la serie R 20/3, de números preferidos.

**TABLA 4. Cribas metálicas. Aberturas circulares. Medidas suplementarias.**

TAMAÑO NOMINAL mm	Variación permisible tamaño nominal mm	Distancia entre centros mm	Limites permisibles para la distancia entre centros mm	Espesor de la plancha mm	Limites permisibles el espesor de la plancha mm
100	± 0,9	128	de 115 a 147	3,4	2,5 a 4,0
80	± 0,7	100	91 a 115	2,7	2,5 a 4,0
50	± 0,5	64	58 a 73	2,7	2,5 a 4,0
40	± 0,4	51	46 a 58	1,9	1,5 a 2,5
25	± 0,4	32	29 a 37	1,9	1,5 a 2,5
20	± 0,3	26	23 a 30	1,9	1,5 a 2,5
12,5	± 0,24	17	15 a 20	1,9	1,0 a 2,0
10,0	± 0,21	13,6	11,8 a 15,6	1,9	1,0 a 2,0
6,3	± 0,16	9,5	8,0 a 10,9	1,5	0,8 a 1,5

**TABLA 5. Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas cuadradas Medidas preferenciales**

TAMAÑO NOMINAL mm	Variación permisibles para la abertura nominal mm	Distancia entre centros mm	Limites permisibles para la distancia entre centros mm	Espesor de la plancha mm	Limites permisibles para el espesor de la plancha mm
*125	± 1,0	160	144 a 184	3,4	2,5 a 4,0
106	± 0,9	135	122 a 155	3,4	2,5 a 4,0
* 90	± 0,8	111	100 a 128	2,7	2,5 a 4,0
75	± 0,7	95	86 a 109	2,7	2,5 a 4,0
* 63	± 0,6	80	72 a 92	2,7	2,5 a 4,0
53	± 0,6	68	61 a 78	2,7	2,5 a 4,0
* 45	± 0,5	57	51 a 65	1,9	1,5 a 2,5
37,5	± 0,4	48	43 a 55	1,9	1,5 a 2,5
* 31,5	± 0,4	41	37 a 47	1,9	1,5 a 2,5
26,5	± 0,4	35	31 a 40	1,9	1,5 a 2,5
* 22,4	± 0,3	29	26 a 33	1,9	1,5 a 2,5
19,0	± 0,3	25	22 a 29	1,9	1,5 a 2,5
* 16,0	± 0,27	21	19 a 24	1,9	1,5 a 2,5
13,2	± 0,25	18	16 a 20	1,9	1,0 a 2,0
* 11,2	± 0,23	15	13 a 17	1,9	1,0 a 2,0
9,5	± 0,20	13	11,3 a 14,9	1,9	1,0 a 2,0
* 8,0	± 0,19	11	9,5 a 12,6	1,9	1,0 a 2,0
6,7	± 0,17	9,9	8,3 a 11,4	1,5	0,8 a 1,5
* 5,6	± 0,15	8,7	7,2 a 10,0	1,5	0,8 a 1,5
4,75	± 0,14	6,8	5,8 a 7,8	1,5	0,8 a 1,5
* 4,00	± 0,13	5,9	5,0 a 6,8	1,5	0,8 a 1,5

\* Se recomienda que se usen estos tamaños que corresponden a la serie R 20/3, de números preferidos.

**TABLA 6. Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas cuadradas  
Medidas suplementarias**

TAMAÑO NOMINAL	Variación permisible para la abertura nominal	Distancia entre centros en	Limites permisibles para la distancia entre centros	Espesor de la plancha	Limites permis. para el espesor de la plancha
mm	mm	mm	mm	mm	mm
100	± 0,9	128	115 a 147	3,4	2,5 a 4,0
80	± 0,7	100	91 a 115	2,7	2,5 a 4,0
50	± 0,5	64	58 a 73	2,7	2,5 a 4,0
40	± 0,4	51	46 a 58	1,9	1,5 a 2,5
25	± 0,4	32	29 a 37	1,9	1,5 a 2,5
20	± 0,3	26	23 a 30	1,9	1,5 a 2,5
12,5	± 0,24	17	15 a 20	1,9	1,0 a 2,0
10,0	± 0,21	13,6	11,8 a 15,6	1,9	1,0 a 2,0
6,3	± 0,16	9,5	8,0 a 10,9	1,5	0,8 a 1,5

**TABLA 7. Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas oblongas**

TAMAÑO NOMINAL	Variación permisible para la abertura nominal	Distancia entre centros	Distancia entre extremos de aberturas (puente)	Espesor de la plancha	Variación permisible para el espesor de la plancha
mm	mm	mm (*)	mm (*)	mm	mm
5,60 x 19,0	± 0,0250	11,20	4,0	0,825	± 0,0375
5,15 x 19,0	± 0,0250	8,00	4,0	0,825	± 0,0375
4,50 x 19,0	± 0,0250	8,00	4,0	0,825	± 0,0375
4,37 x 19,0	± 0,0250	8,00	4,0	0,825	± 0,0375
4,00 x 19,0	± 0,0127	7,10	4,0	0,825	± 0,0375
2,58 x 11,8	± 0,0127	4,75	4,0	0,825	± 0,0375
2,36 x 19,0	± 0,0250	4,75	4,0	0,825	± 0,0375
2,36 x 11,8	± 0,0250	4,75	4,0	0,825	± 0,0375
2,18 x 19,0	± 0,0127	4,75	4,0	0,825	± 0,0375
2,00 x 19,0	± 0,0127	4,75	4,0	0,825	± 0,0375
2,00 x 11,8	± 0,0127	4,55	4,0	0,825	± 0,0375
1,55 x 11,8	± 0,0127	4,00	4,0	0,825	± 0,0375

(\*) Ver figura 1

(\*\*) Ver figura 2

**TABLA 8. Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas oblongas de extremos en semicírculo**

TAMAÑO NOMINAL mm	Variación permisible para la abertura nominal mm	Distancia entre centros mm (*)	Distancia entre extremos de aberturas (puente) (mm <sup>(*)</sup> )	Espesor de la plancha mm	Variación permisible para el espesor de la plancha mm
4,00 x 19,00	± 0,0250	8,00	4,00	0,825	± 0,0375
3,55 x 19,00	± 0,0250	6,30	4,00	0,825	± 0,0375
3,15 x 19,00	± 0,0250	6,30	4,00	0,825	± 0,0375
1,80 x 12,80	± 0,0250	4,00	1,60	0,825	± 0,0375
1,65 x 9,50	± 0,0250	3,15	1,32	0,825	± 0,0375
1,18 x 9,50	± 0,0250	3,15	1,40	0,825	± 0,0375
1,18 x 8,75	± 0,0250	3,15	1,40	0,825	± 0,0375

(\*) Ver figura 1

(\*\*) Ver figura 2

**TABLA 9. Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas triangulares Simples**

TAMAÑO NOMINAL mm	Variación permisible para el tamaño nominal mm	Distancia entre centros mm	Espesor de la plancha mm	Variación permisible para el espesor de la plancha mm
2,00	± 0,0250	6,30	0,825	± 0,0375

**TABLA 10. Características de las cribas metálicas. Tamaño nominal de las aberturas triangulares dobles**

TAMAÑO NOMINAL mm	Variación permisible para el tamaño nominal mm	Distancia entre centros mm	Espesor de la plancha mm	Variación permisible para el espesor de la plancha mm
224	± 0,0025	3,45	0,825	± 0,0375

FIGURA 3. Criba metálica triangular simple

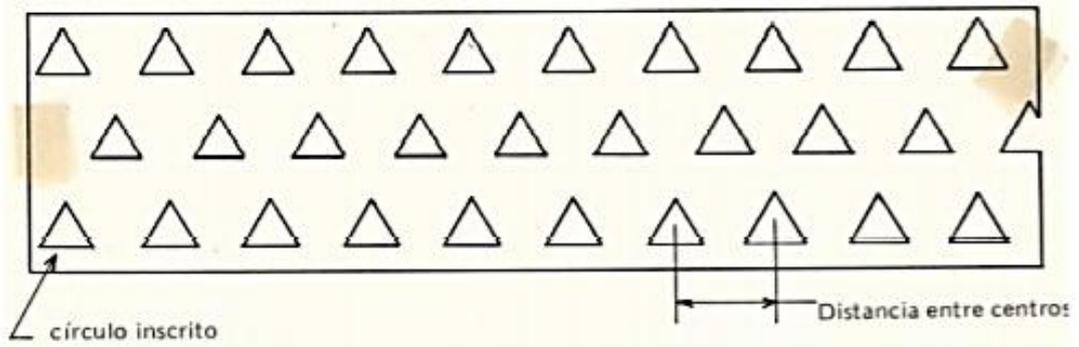


FIGURA 4. Criba metálica triangular doble

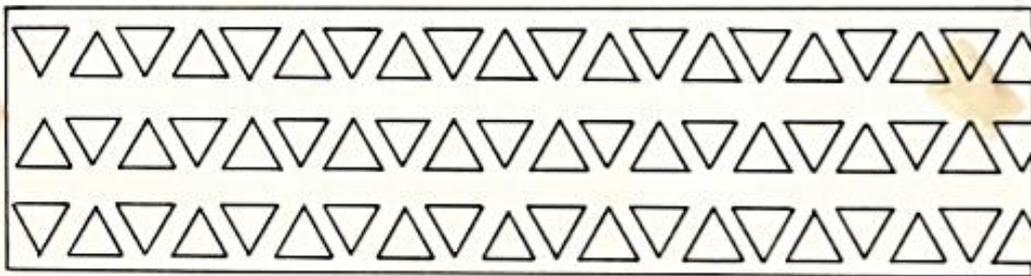
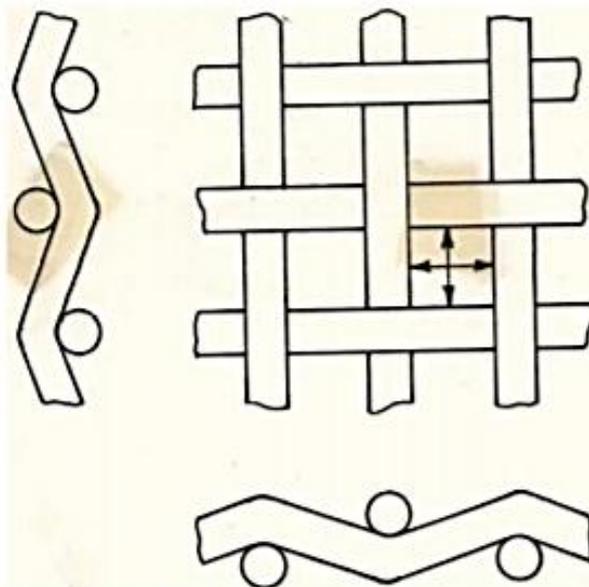
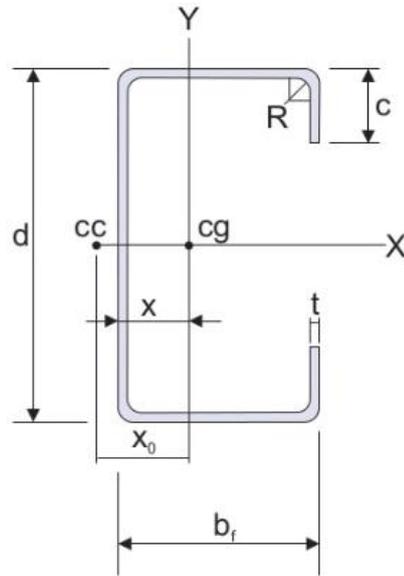


FIGURA 5



## Anexo 04.- Perfil C



Designación C d x Peso	Dimensiones			Propiedades											
	Alas b <sub>f</sub>	Rig c	Esp t	Área A	Eje X-X			Eje Y-Y			Pandeo Flexotorsional				
mm x kgf/m	mm			cm <sup>2</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	S <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	S <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>y</sub> cm	j cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>	X	X <sub>p</sub>	j
C 100x 3,62	50	15	2,15	4,61	73	14,6	3,98	15,7	4,78	1,84	0,071	355	2,69	4,14	6,24
C 150x 5,47	70	25	2,15	6,97	249	33,2	5,98	50,2	11,00	2,68	0,108	2.720	3,43	6,00	8,94
x 7,54			3,00	9,61	338	45,1	5,93	67,1	14,80	2,64	0,288	3.580	3,80	5,91	8,90
C 200x 6,32	70	25	2,15	8,05	488	48,8	7,78	55,3	11,40	2,62	0,124	4.820	3,11	5,39	10,90
x 8,72			3,00	11,10	665	66,5	7,74	74,0	15,20	2,58	0,333	6.390	3,49	5,31	10,90
x 12,8*			4,50	16,30	958	95,8	7,66	103,0	21,20	2,51	1,100	8.740	4,17	5,16	10,90
C 250x 7,67	80	30	2,15	9,77	914	73,1	9,67	88,2	15,70	3,01	0,151	12.000	3,34	6,05	13,40

## Ángulos de acero inoxidable

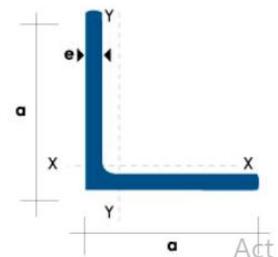
Comercializamos un amplio portafolio de productos de acero inoxidable: Tubos de acero inoxidable, accesorios de acero inoxidable, planchas de acero inoxidable, ángulos de acero inoxidable, platinas de acero inoxidable, etc.

### Especificaciones Generales:

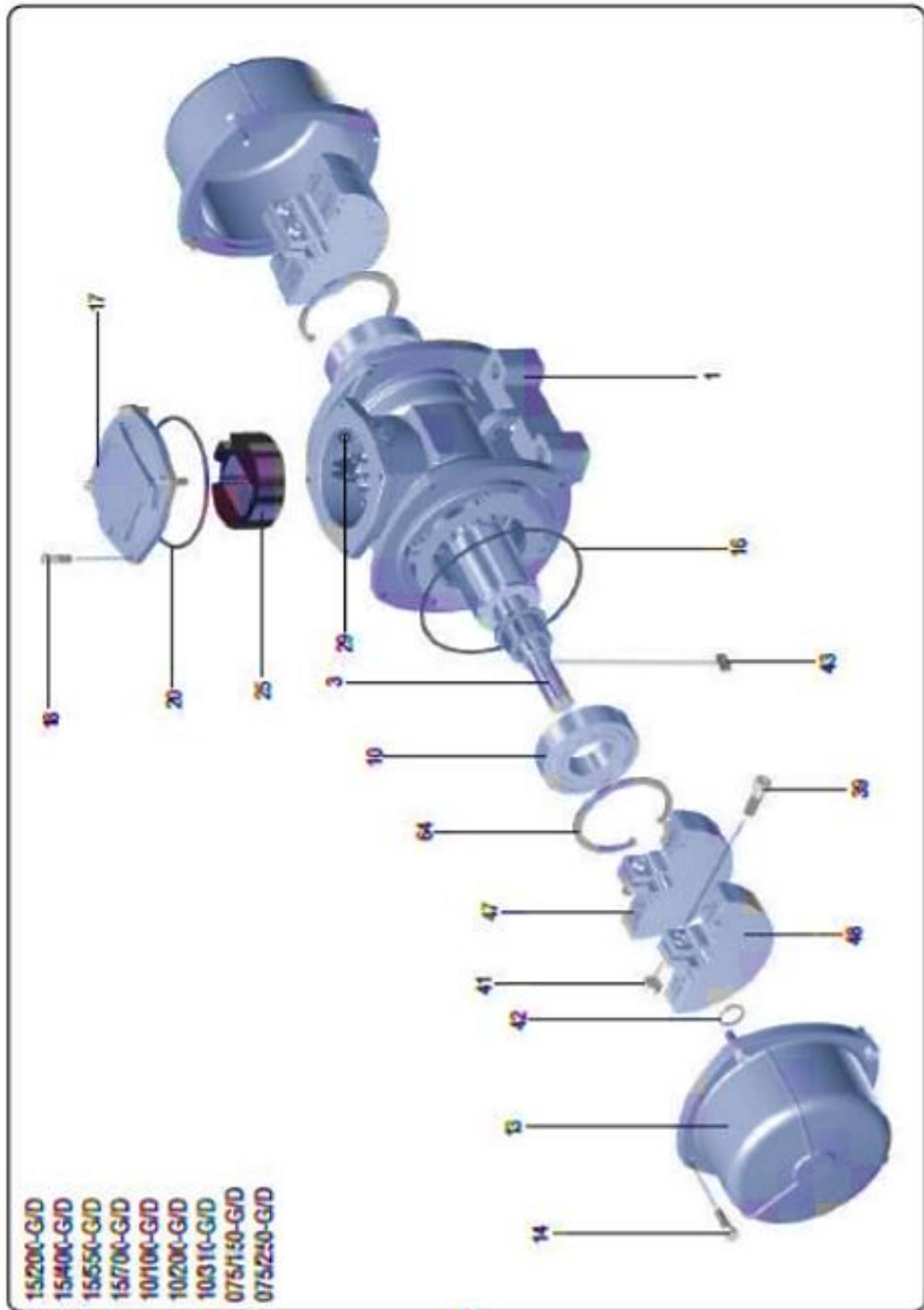
- **Calidad:** AISI 304
- **Largo normal:** 6.00m
- **Longitudes:** Previa consulta

[DESCARGAR CATÁLOGO](#) ↓

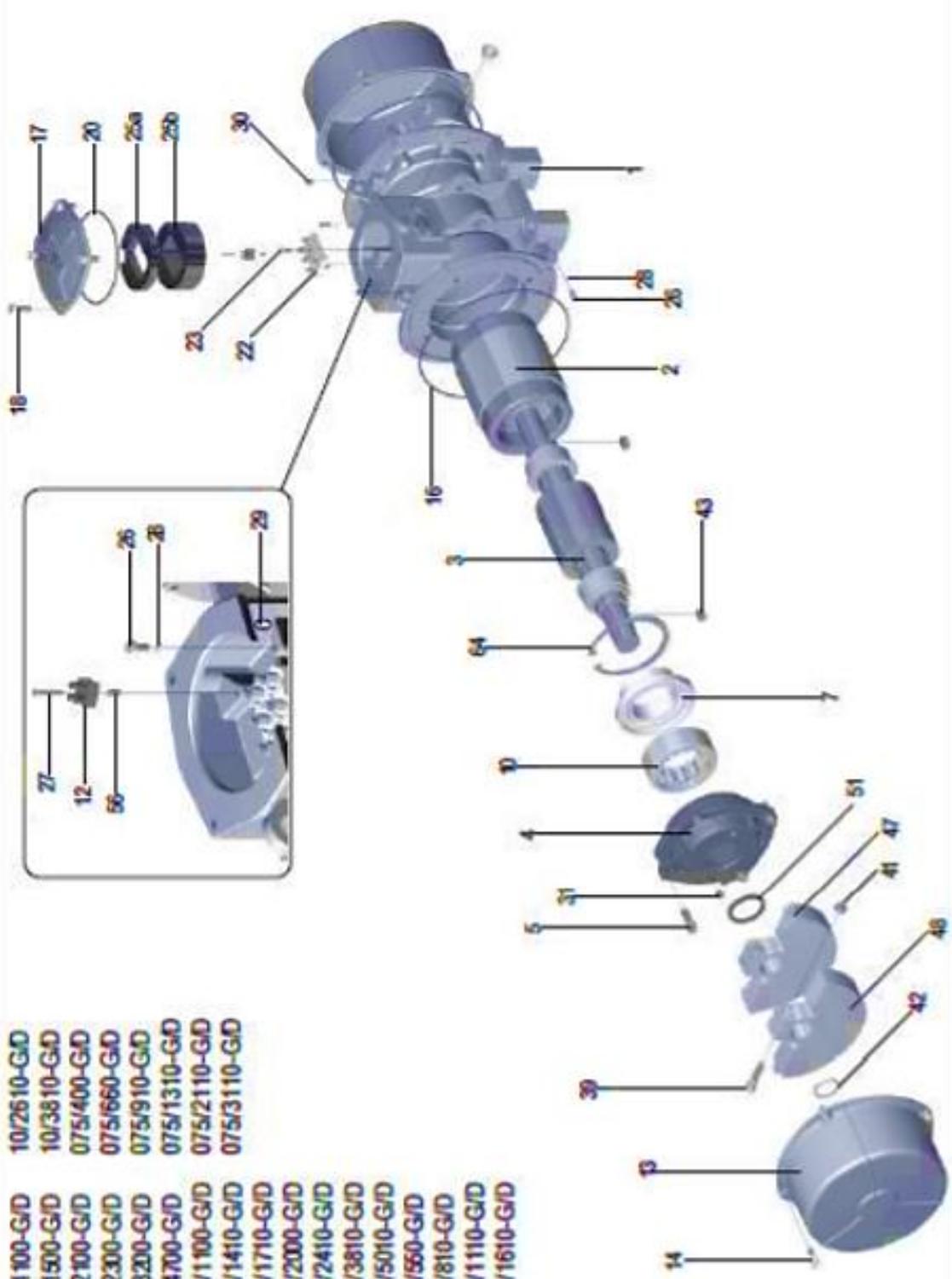
Plg.	DIMENSIONES		PROPIEDADES
	ANCHO (a)	ESPESOR (e)	PESO
	mm	mm	Kg/mts
1"	25	3	1.14
1 1/2"	40	3	1.88
1 1/2"	40	4	2.52
1 1/2"	40	6	3.783
2"	50	3	2.363
2"	50	4	3.151
2"	50	6	4.728



Anexo 05.- Despiece del motor vibrador, con un eje de 1/2".



- 3/1100-G/D
- 3/1500-G/D
- 3/2100-G/D
- 3/2300-G/D
- 3/3200-G/D
- 3/4700-G/D
- 15/1100-G/D
- 15/1410-G/D
- 15/1710-G/D
- 15/2000-G/D
- 15/2410-G/D
- 15/3810-G/D
- 15/5010-G/D
- 10/560-G/D
- 10/810-G/D
- 10/1110-G/D
- 10/1610-G/D
- 10/2610-G/D
- 10/3810-G/D
- 075/400-G/D
- 075/660-G/D
- 075/910-G/D
- 075/1310-G/D
- 075/2110-G/D
- 075/3110-G/D



Anexo 6.- Ficha técnica del resorte ASTM – A 232

Materiales	Propiedad de los materiales	Temperatura máxima de funcionamiento	Rango máximo de tensión, MPa	Módulo de elasticidad, MPa	Porcentaje aproximado del rango de tensión (torsion)	Tamaños comunes, mm
Acero al cromo-vanadio ASTM A-231 Calidad para valvulas: ASTM A-232 AMS 6450	Estirado en frío. Bueno comportamiento en cargas de impacto, y aplicaciones con temperaturas medianamente elevadas. Subsetible a la fragilidad hidrogenada cuando es laminado.	218°C	2241/1310	(E) 206,8k (G) 72,3k	45%	0,06 - 11,89

**Tabla de contenido de tamaños**

Diametro de alambre, mm							
1,09	1,52	2,31	2,59	3,18	5,26	7,92	10,31
1,17	1,57	2,34	2,67	3,43	5,72	8,41	11,10
1,37	1,83	2,41	2,87	4,11	6,65	8,71	11,89
1,50	2,03	2,51	3,05	4,75	7,19	9,53	
Calidad para valvulas							
Diametro de alambre, mm							
1,50	2,41	3,43	4,11	5,26	7,19	8,71	
2,16	2,77	3,61	4,50	6,17	7,77		
2,29	3,18	3,76	4,88	6,65	8,41		

**TABLA DE RESISTENCIA A LA TENSION**

Diametro, mm	Resistencia a la Tension, MPa <sup>A</sup>		Area de reduction, minimo porcentaje	Diametro, mm	Resistencia a la Tension, MPa <sup>A</sup>		Area de reduction, minimo porcentaje
	minimo	maximo			minimo	maximo	
0,51	2068	2241	C	4,11	1551	1689	40
.0,81	1999	2172	C	4,88	1517	1655	40
1,04	1931	2103	C	6,20	1448	1586	40
1,37	1862	2034	C	7,19	1413	1551	40
1,57	1827	1999	C	7,92	1400	1538	40
2,03	1758	1896	C	9,53	1379	1517	40
2,67	1689	1827	45	11,13	1344	1482	40
3,43	1620	1758	45	12,70	1310	1448	40

A Los valores en resistencia de tension para los diametros intermedios pueden intercalar o variar.

C La prueba de reduccion de area no es aplicable en alambres menores a 2.34mm en diametro.

Anotacion: El matrial con calidad para valvulas tiene una calidad de superficie mejorada.

Estos datos estan proporcionados solo como una guia de referencia, y no con el proposito de crear un diseño. Los valores de rigidez y tamaños estan sujetos a variar. Por favor revise con un representante de Suhm Spring para confirmar la existencia en inventario.

Materiales	Propiedad de los materiales	Temperatura maxima de funcionamiento	Rango maximo de tensión, MPa	Módulo de elasticidad, MPa	Porcentage aproximado del rango de tensión (torsion)	Tamaños comunes, mm
Acero al cromo-vanadio ASTM A-231 Calidad para valvulas: ASTM A-232 AMS 6450	Estirado en frio. Bueno comportamiento en cargas de impacto, y aplicaciones con temperaturas medianamente elevadas. Subsetible a la fragilidad hidrogenada cuando es laminado.	218°C	2241/1310	(E) 206,8k (G) 72,3k	45%	0,06 - 11,89

**Tabla de contenido de tamaños**

Diametro de alambre, mm							
1,09	1,52	2,31	2,59	3,18	5,26	7,92	10,31
1,17	1,57	2,34	2,67	3,43	5,72	8,41	11,10
1,37	1,83	2,41	2,87	4,11	6,65	8,71	11,89
1,50	2,03	2,51	3,05	4,75	7,19	9,53	
Calidad para valvulas							
Diametro de alambre, mm							
1,50	2,41	3,43	4,11	5,26	7,19	8,71	
2,16	2,77	3,61	4,50	6,17	7,77		
2,29	3,18	3,76	4,88	6,65	8,41		

**TABLA DE RESISTENCIA A LA TENSION**

Diametro, mm	Resistencia a la Tension, MPa <sup>A</sup>		Area de reduccion, minimo porcentaje	Diametro, mm	Resistencia a la Tension, MPa <sup>A</sup>		Area de reduccion, minimo porcentaje
	minimo	maximo			minimo	maximo	
0,51	2068	2241	C	4,11	1551	1689	40
.0,81	1999	2172	C	4,88	1517	1655	40
1,04	1931	2103	C	6,20	1448	1586	40
1,37	1862	2034	C	7,19	1413	1551	40
1,57	1827	1999	C	7,92	1400	1538	40
2,03	1758	1896	C	9,53	1379	1517	40
2,67	1689	1827	45	11,13	1344	1482	40
3,43	1620	1758	45	12,70	1310	1448	40

A Los valores en resistencia de tension para los diametros intermedios pueden intercalar o variar.

C La prueba de reduccion de area no es aplicable en alambres menores a 2.34mm en diametro.

Anotacion: El matrial con calidad para valvulas tiene una calidad de superficie mejorada.

Estos datos estan proporcionados solo como una guia de referencia, y no con el proposito de crear un diseño. Los valores de rigidez y tamaños estan sujetos a variar. Por favor revise con un representante de Suhm Spring para confirmar la existencia en inventario.