

## **Prototipo de máquina vibradora para clasificar ajo**

GÓMEZ-ÁGUILA, María Victoria

M. Gómez

Universidad Autónoma Chapingo  
mvaguila@hotmail.com

D. Sepúlveda, F. Rérez, D. Sepúlveda, E. Figueroa, R. Salazar, L. Godínez (eds.) Matemáticas Aplicadas. Handbook T-I. -©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2016.

## Abstract

The Garlic production is an important activity, its classification is used for its entry to market, and the selection is essential for the seed production, where is demonstrated that the bulb's size used as seeds is reflected in the crop's yield. In this work is presented a design for a prototype machine for garlic's classification. The principal parametres for the design are determinated, whereof the operating principle is generated by the exitation of forced vibration. The machine consist of a battery composed by 4 sieves with different diameters on 8 helicoidal supports subject to an axial load, with a rigidity of 7,294.11 N/m; and an imbalance of mass 424.646 g, with a spin frecuency of 600 min<sup>-1</sup>. The selected motor gives 0.7hp. The estimated cost of fabrication is 50,000.00 MXN

## 9 Introducción

El ajo (*Allium Sativum*), es una planta perenne con hojas planas y delgadas, de hasta 30 cm de longitud. Las raíces alcanzan fácilmente profundidades de alrededor de 50 cm o más. El bulbo, de piel blanca, forma una "cabeza" dividida en gajos que comúnmente son llamados "dientes". Cada cabeza puede contener de 6 a 12 dientes, cada uno de los cuales se encuentra envuelto en una delgada capa de color blanco o rojizo. Cada uno de los dientes puede dar origen a una nueva planta de ajo, ya que poseen en su base una yema terminal que es capaz de germinar incluso sin necesidad de plantarse previamente. Este brote comienza aparecer luego de los tres meses de cosechado, dependiendo de la variedad y condiciones de conservación. Las flores son blancas, y en algunas especies el tallo también produce pequeños bulbos o hijuelos. Un par de semanas antes de que el ajo esté dispuesto para ser cosechado, brota un vástago redondo que tiende a enroscarse que le llaman porrino

La producción de ajo es significativamente importante en lo social por la cantidad de empleos que genera y en lo económico por los ingresos que le aporta a los principales productores. De acuerdo con la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2010), se estima que para el proceso de producción el cultivo ocupa 225 jornales por hectárea, que representan alrededor de 1 millón 350 mil jornales para las casi 6,000 ha que se cultiva en promedio a nivel nacional y generando una derrama económica de hasta \$1, 241, 773, 000.00 (Mil doscientos cuarenta y un millones setecientos setenta y tres mil pesos 00/100 M. N.). En el V congreso técnico empresarial de la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC) Fernando Arias expuso que México es uno de los principales exportadores a nivel mundial, ocupando la séptimo posición, lugar considerable para los productores mexicanos, (SAGARPA, 2012), entre los que se destacada el Estado de Zacatecas como el principal productor de ajo. Esta hortaliza es considerada como uno de los cultivos de mayor importancia en la entidad.

Los productores de ajo buscan mejores condiciones productivas, de beneficio, comercialización y rentabilidad, traducidas en mayores ingresos y mejores condiciones de vida (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – Coordinadora de las Fundaciones Produce, (IICA-COFUPRO, 2010)). Gerardo L. (1998), menciona que la política nacional para la diversificación de mercados y el incremento de la competitividad de México en el exterior genera mejores posibilidades para los productores. Sin embargo, la clasificación de ajo no solo se emplea para el ingreso del producto al mercado, este proceso es indispensable dentro de la selección de bulbos para producción de semilla donde se ha demostrado que el tamaño de los dientes (consecuentemente los bulbos) utilizados para siembra se ve reflejado directamente en el rendimiento del cultivo.

El proceso de clasificación, es una operación que no está referida específicamente a seleccionar el ajo cualitativamente (que está ligado con todo el proceso de producción del ajo), sino se refiere a aquella acción de darle diferentes categorías de acuerdo con su tamaño ecuatorial, que también es parte fundamental de la calidad final. La implementación de tecnologías avanzadas y la inversión de capital que esto requiere, son factores frecuentes en producciones en gran escala, sin embargo estas opciones no son muy factibles para los productores a pequeña escala. En su lugar, se pueden adoptar tecnologías simples y de bajo costo, que son adecuadas para pequeños volúmenes, operaciones comerciales de recursos limitados y productores involucrados en el mercadeo directo, así como exportadores en países en desarrollo. Food And Agricultural Organization, (FAO, 1993).

La selección del tamaño de los dientes se realiza por lo general de forma manual, todo lo cual implica excesiva horas de trabajo, posición de los trabajadores no ergonómicas; además de que, con ello no se garantiza, la uniformidad en tamaño, lo cual implica sea una labor fatigosa e improductiva, además de que las máquinas con características similares en el mercado internacional se encuentra por encima de los 35 mil dólares y la que se diseñó en el trabajo tiene un costo de fabricación de alrededor de los dos mil dólares, más económica que la que se comercializan en el país e internacionalmente, de fácil traslado entre las comunidades, accesible al mantenimiento y reparación en comparación con las más robustas existentes en el mercado internacional.

En el presente trabajo, se realiza el diseño de una máquina clasificadora de ajos, cuyo principio de funcionamiento es a través de las vibraciones mecánicas forzadas. En él se desarrollan 9 secciones.

En la sección 1 se realiza el diseño conceptual a partir de la lluvia de ideas y de la posibilidad constructiva de la propuesta de diseño y construcción futura. En la sección 2, se determinación de las dimensiones de la tolva considerando las exigencias del cliente. En la sección 3, se analiza el sistema de clasificación de los gajos de ajo. En la sección 4, se define las cribas y ángulo de inclinación de las mismas. En la 5, se define el principio de funcionamiento del sistema vibratorio que es el encargado de inducir la oscilación de la máquina para que los dientes de ajo se trasladen por las diferentes cribas en dependencia del tamaño. En la sección 6 se establece las dimensiones de la estructura, donde se ubican los resortes que garantizarán la rigidez de la misma. En la 7 se calcula las dimensiones de las vigas transversales de la estructura a partir de la condición mecánica para el diseño de metales. En la sección 8 se establece el sistema de recolección y desalojos del material clasificado para evitar que se atasque y finalmente en la sección 9 se realiza el análisis de los costos de fabricación de la máquina

## **9.1 Metodología**

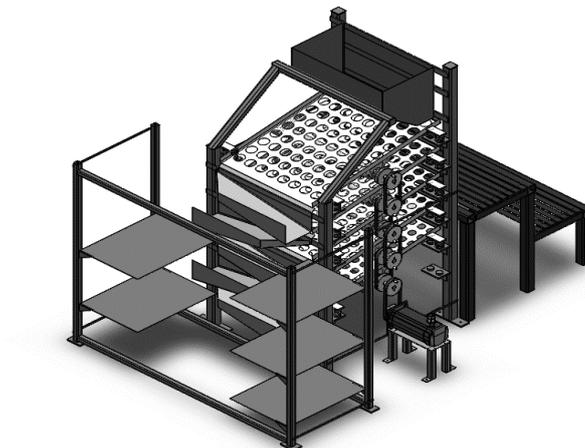
La metodología del diseño que se utilizó es la que comúnmente se emplea en el diseño mecánico de máquinas y sus partes, se realiza la lluvia de ideas para analizar la mejor de las variantes a proponer en el diseño conceptual, se selecciona la variante económica para disminuir costos, se seleccionan los componentes principales, se procede a realizar los cálculos. Y además; se estudia la forma para generar las vibraciones forzadas para las amplitudes de vibración recomendada por los catálogos

## 9.2 Resultados

### Diseño conceptual

El diseño conceptual (figura 9), consta de una estructura de acero AISI 302 calibre 14, con 5 placas perforadas (1) (de acuerdo a los diámetros normados) montadas una sobre otra paralelamente (2) a una distancia no mayor a 20 cm inclinadas en el sentido del flujo del material, con un área superficial calculada para satisfacer la productividad, que estarán accionadas por un sistema de poleas con masa excéntrica que generará una vibración forzada sobre cada placa y que a su vez obliga al producto a mantenerse en movimiento continuo aumentando la probabilidad de ser clasificado, se selecciona una transmisión flexible polea-correa accionada por el moto-reductor (3). Los bulbos se depositan en la tolva (4) las que caen hacia las diferentes placas (tamices). La disposición geométrica de la tolva debe ser tal que, tomando en consideración el ángulo de caída, asegure que todo el producto vertido dentro de ella llegue a la salida para el posterior sistema.

**Figura 9** Diseño conceptual- máquina clasificadora de ajo



### Dimensiones de la tolva

Las dimensiones de la tolva garantiza el flujo de aproximadamente 1045 bulbos según Bahnasawy (2007), con una relación 3.76:1 a la capacidad teórica de la criba cargada totalmente y deberá disponerse a  $36^\circ$  de inclinación asegurando que todo ajo vertido en la tolva caerá hasta la salida (5), figura 9.

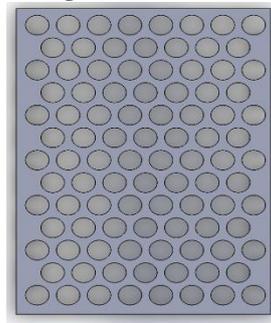
### Sistema de clasificación

Se define como el “Corazón” de la máquina y establece el sistema de clasificación y su principio de funcionamiento, el cual estará dispuesto por cribas clasificadoras con orificios respectivos a las medidas normadas (PC-032-2005 Pliego de Condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en ajo) colocadas con una inclinación respecto al eje horizontal y una sobre otra, que estarán sometidas bajo la acción de vibraciones forzadas por un sistema rotativo con una masa excéntrica

## Cribas

Las cribas (figura 9.1), se diseñan en correspondencia a las “Categorías de clasificación”, según las normas mexicanas que regulan el tamaño de los bulbos dentro de 9 categorías, con un rango de 5 milímetros entre cada una. Para el diseño de la clasificadora se consideran 5 cribas, se tomaron desde las medidas Big tube (40 – 45 mm) a Colosal (65 – 70mm), tomando como medida de la perforación el límite superior de cada rango. Para la máquina se propone un ancho de la criba de 70 cm x 1m de largo (Fig. 9.1), considerando que debe ser una máquina sencilla y pequeña que tenga la posibilidad de ser trasladada de un lugar a otro en el caso que se requiera, además teniendo en cuenta los datos obtenidos por Bahnasawy (2007). Se consideró: 5.02 cm de diámetro del bulbo, un volumen de 84.70 cm<sup>3</sup>, una masa total de 75.53 g, densidad aparente de 892 kg/m<sup>3</sup>, área total de la criba de 7000 cm<sup>2</sup> y área a nivel ecuatorial del ajo,  $A_a = \pi r^2 = \pi \left[ \frac{5.02 \text{ cm}}{2} \right]^2 = 25.2 \text{ cm}^2$

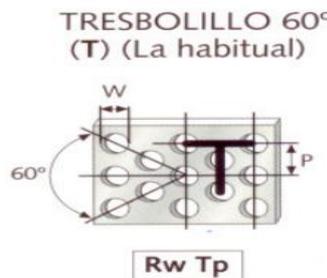
**Figura 9.1** Criba



**Fuente:** “Categorías de clasificación”, NMX-FF-018-SCFI-2006

La capacidad total de las cribas es de 288 bulbos con un peso aproximado de 25 kg. El arreglo de las perforaciones será la habitual para placas perforadas que es igual a 60° o arreglo “tres bolillo” (fig. 9.2), esto debido a considerar que se requiere la máxima área perforada con el mínimo debilitamiento de la consistencia de la chapa.

**Figura 9.2** Arreglo tres bolillos para perforaciones en placas

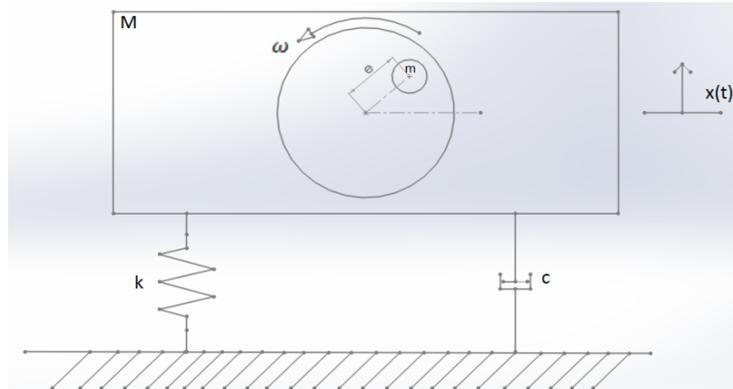


**Fuente:** “Categorías de clasificación”, NMX-FF-018-SCFI-2006

## Principio de funcionamiento de la máquina

La clasificadora de ajo a través de las vibraciones mecánicas forzadas, se estimula la vibración por medio de una masa de desbalance, (Riley & Leroy, 2013). (figura 9.3), con una masa de desbalance de 424 g, ubicada a 5 cm del centro del rotor, el cual se encuentra girando a 600 rpm. El modelo del sistema vibratorio corresponde a la figura 4, el que deriva la ecuación de movimiento (ecuación 9.a) y su solución (ecuación 1.b) y la amplitud de vibración de la parte particular de la ecuación (ecuación 9.c)

**Figura 9.3** Diagrama de la máquina rotatoria



$$M\ddot{x} + c\dot{x} + kx = mew^2 \text{sen } wt \quad (9. a)$$

La solución de la ecuación 1.a es igual a ecuación 9.b

$$x_p(t) = X \text{sen } (\omega t - \theta) \quad (9.b)$$

La amplitud de vibración lineal \$X\$ y la angular \$\theta\$, se determinan según las ecuaciones 1.c y 1.j respectivamente

$$X = \frac{m e \omega_e^2}{[(k - M \omega_e^2)^2 + (C \omega_e)^2]^{1/2}} \quad (9.c)$$

donde:

\$X\$: es la amplitud de vibración de la parte particular de la ecuación de movimiento

\$m\$: masa desbalanceada, que provoca la generación de la fuerza centrífuga

\$e\$: distancia medida desde el centro de rotación hasta donde se coloca la masa de desbalance

\$\omega\_e\$: velocidad angular de excitación y se determina según ecuación 1. I

\$K\$: rigidez de los resortes y se determina, según ecuación 1.h

\$C\$: disipador de energía y para nuestro caso, no existe; \$C = 0\$

\$M\$: masa equivalente estática del prototipo que considera la masa de la estructura y la de los bulbos

La rigidez \$k\$ de los resortes en espiral se determina según ecuación 1.d (Beer & Hibbeler, 2013), (Joseph Edward Shigley; Larry D. Mitchell; 1983), (Rao Singiresu S. 2011)

$$k = \frac{d^4 G}{8nD^3} \quad (9.d)$$

Donde:

\$d\$: diámetro de alambre; \$d = 5.26\$ mm

\$D\$: diámetro de espira; \$D = 49.20\$ mm

\$n\$: número de vueltas activas; \$n = 9\$

\$G\$: módulo de elasticidad de segundo orden, según ASTM 228; \$G = 81\$ GPa

Sustituyendo 1.d

$$k = \frac{(0.00526 \text{ m})^4 (81.0 \text{ GPa})}{8(9)(0.0492)^3} = 7,294.11 \text{ N/m}$$

Considerando 8 resortes en espiral, la rigidez equivalente es de Puesto que se tratan de ocho resortes

\$k\_{eq} = \left(\frac{7,294.11 \text{ N}}{m}\right) \times 8 = 57,992.88 \text{ N/m}\$. Así mismo, se considera la masa de la criba de 12.87 kg.

Despejando y sustituyendo la ecuación 1.c, se tiene una masa de desbalance de 424.646 g

Sustituyendo los diferentes parámetros en 1.e y un radio de patea de 60 mm, se demuestra (según Singiresu, 2011) que el prototipo diseñado es capaz de vibrar con una amplitud de vibración de 0.19 radianes



(9.e)

### Estructura

Acorde la (figura 9.4), las vigas (1) tienen la finalidad de arriostrar a las columnas de soporte de todo el sistema. Con ello, deben de tener un diseño eficiente que evite que las columnas sufran el pandeo o la separación entre sus extremos se aumente considerablemente afectando el funcionamiento general de la máquina. En el diseño de este elemento se utiliza una solera de acero SAE A36 soldada a la parte lateral de las columnas. La resultante de las fuerzas se determina según Hibbeler, 2014, acorde a la ecuación 2.1

$$R = \gamma V \left( 9.81 \frac{m}{s^2} \right); N \quad (9.1)$$

Donde:

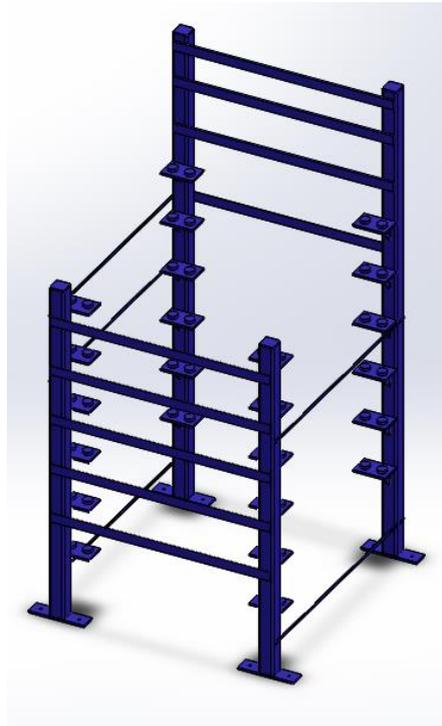
R: resultante de fuerzas

$\gamma$ : densidad del acero;  $\gamma = 7849 \frac{kg}{m^3}$

V: Volumen;  $V = 1.897 \times 10^{-4} m^3$

Sustituyendo en 2.1, se obtiene una resultante igual a  $R = 14.61 N$ , la cual actúa a lo largo de cada viga y que genera una fuerza distribuida igual a:  $q = 18.26 \frac{N}{m}$ , la que se representa en la figura 9.5

**Figura 9.4** Estructura de soporte de la máquina



Al analizar la distribución de cargas y las reacciones que surgen en los extremos, se comprueba que la viga se define como un sistema estáticamente indeterminado, el cual se resuelve empleando el método de la doble integral (Beer, 2014, Hibbeler, 2014). Para ello se realiza el corte imaginario de la viga y se representa el diagrama de sólido aislado (figura 9.6), se plantea las ecuaciones de equilibrio estático y se deduce la ecuación de momento flector, ecuación 2.2

$$\sum M_c = 0$$

$$M_I = -P_x + R_{Ax} - \frac{qx^2}{2} - M_A \neq 0 \quad (9.2)$$

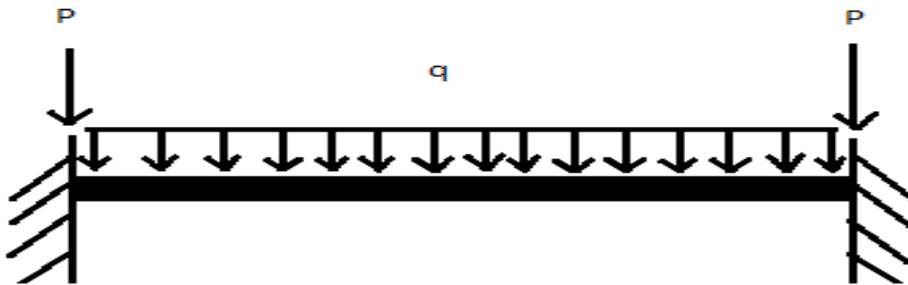
Se determina el desplazamiento angular, ecuación 2.3 y el desplazamiento lineal, ecuación

2.4

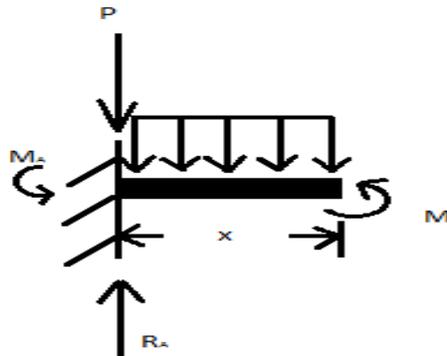
$$\theta = \frac{1}{EI} \int M_I dx = \frac{1}{EI} \left[ -\frac{Px^2}{2} + \frac{R_A x^2}{2} - \frac{qx^3}{6} - M_A x + C_1 \right] \quad (9.3)$$

$$\delta = \frac{1}{EI} \int dx \int M_I dx = \frac{1}{EI} \left[ -\frac{Px^3}{6} + \frac{R_A x^3}{6} - \frac{qx^4}{24} - \frac{M_A x^2}{2} + C_1 x + C_2 \right] \quad (9.4)$$

**Figura 9.5** Distribución de fuerzas sobre la viga



**Figura 9.6** Representación de las fuerzas en la viga



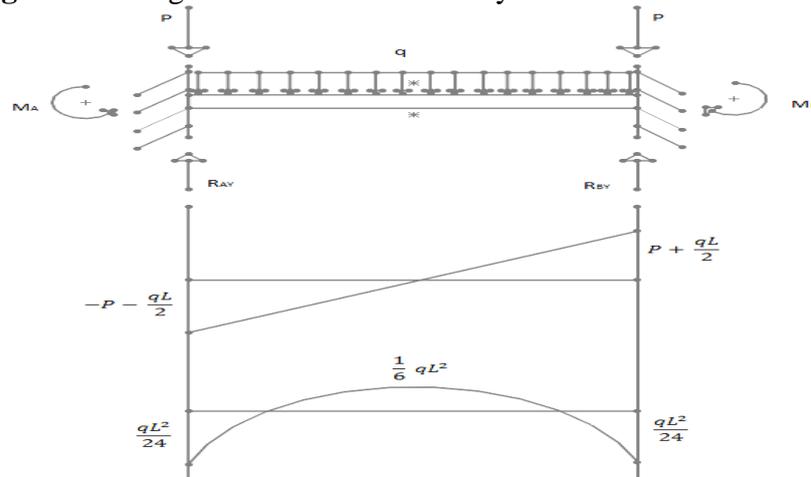
Se obtienen el sistema de ecuaciones 2.5 y 2.6 y a partir de las condiciones de fronteras, se determinan las constantes de integración y la magnitud de las reacciones

$$-\frac{Px^2}{2} + \frac{R_A x^2}{2} - \frac{qx^3}{6} - M_A x = 0 \quad (9.5)$$

$$-\frac{Px^3}{6} + \frac{R_A x^3}{6} - \frac{qx^4}{24} - \frac{M_A x^2}{2} = 0 \quad (9.6)$$

Se calcula y construye los diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores (fig. 9.7)

**Figura 9.7** Diagrama de fuerza cortante y momento flector de la viga



### Dimensionamiento de la sección transversal de la viga

Para el acero estructural A36, se realiza estableciendo la verificación del cumplimiento de la condición mínima para que un elemento mecánico resista sin peligro de fallo, el que se realiza al calcular los esfuerzos normales reales con los esfuerzos admisibles (ecuación 9.7), en dependencia del tipo de material. Para nuestro caso se emplea el acero A36, que posee un esfuerzo permisible de 167 MPa, con un coeficiente de seguridad de 1,5. El esfuerzo normal real se determina según Beer, 2014, ecuación 3.2

$$\sigma_{real} \leq \sigma_p \quad (9.7)$$

$$\sigma_r = \frac{M_f y}{I} \quad (9.8)$$

Donde:

$\sigma_{real}$ : *esfuerzo normal real; MPa*

Y: distancia de la línea neutra hasta el punto más alejado del centro de gravedad

I: momento de inercia rectangular;  $I = \text{mm}^4$

Según Faires, 2012,  $h = 4b$  y sustituyendo 3.1, se obtiene una geometría de la viga (ecuación 3.3) igual a

$$\frac{6M_f}{16b^3} \leq \sigma_p \quad (9.9)$$

Despejando la base b

$$b \geq \sqrt[3]{\frac{6M_f}{16\sigma_p}} \quad (9.54)$$

$$b = 1.638 \text{ mm}$$

La altura de la viga h se determina al considerar considerando que  $h = 4b$ ;  $h = 4(1.638 \text{ mm})$ :

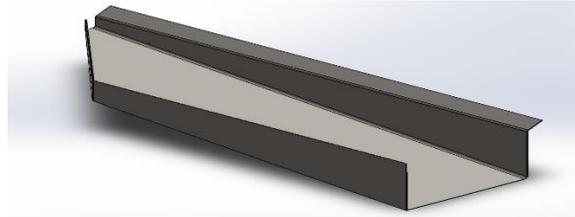
$$h = 6.552 \text{ mm}$$

Se estandariza la geometría de la sección transversal de la viga, quedando una base b de 3.175 mm y altura h de 12.7 mm

### Sistema de recolección y desalojo de material clasificado

El sistema de recolección está compuesto por rampas (fig.9.8) colocadas en la parte frontal de la máquina para re- direccionar el producto hacia los laterales de la máquina donde serán colocadas las cajas comerciales (fig. 9.9). Estas rampas están dispuestas al final de cada criba y tienen un ángulo de 10° respecto a la horizontal. La rampa está diseñada de acero inoxidable por sus características anticorrosivas y alta resistencia.

**Figura 9.8** Rampa de desalojo de material



**Figura 9.9** Cajas de almacén y comerciales para productos agrícolas



### Análisis de costos

Los realiza considerando principalmente tres aspectos: costos de materiales directos, costos de mano de obra, costos indirectos o generales de fabricación. Entre los costos directos en lo que se incurrirá se encuentran los materiales a emplear en la fabricación del prototipo Tabla 9

**Tabla 9** Costos de soleras y placas

Especificaciones				
	Longitud (mm)	Tramos (Pza)	Precio (kg)	Total (MXN)
Soleras				
Solera 1/8" esp. x 1/2"	4,031.8 x 4.03	1	11.90	15.35
Solera 1/8" esp. x 1 1/2"	5,447.7 x 5.44	1	12.40	64
Solera 3/8" esp. x 2 1/2"	3,080.0 x 3.08	1	12.40	181.41
Placas				
Placa 3/8"	1m <sup>2</sup>	1		508.00
Placa 3/16"	1m <sup>2</sup>	1		508.00
Bastidor secundario				
	400 x 0.4	1	12.40	23.56
	2,508.2 x 2.50	1	11.90	9.52
			Total	1,309.84

**Tabla 9.1** Costos de soleras y placas

Soporte del motor, soporte tolva y escalera	
Solera 3/16 "Esp. x1 ½	16 m 23 kg
Placa 3/16"	23 kg
<b>Total</b>	285.2 MXN.

**Tabla 9.2** Costos de materia Prima

	Longitud (mm)	Tramo (Pza)	Precio (kg)	Total (MXN)
<b>Bastidor principal</b>				
<b>PTR 1/2" x 1/2" x 3/16"</b>	5,598.0 x 5.59	1	14.90	325.56
<b>Barra redonda ø 1/2"</b>	304.8 x 0.30	1	11.10	3.30
<b>Bastidor secundario</b>				
<b>PTR 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"</b>	10,433.7 x 10.43	2	14.90	511.21
<b>Total</b>				840.07
<b>Subtotal perfiles</b>				4,299.82

**Tabla 9.3** Costos de PTR adicional

Concepto	Longitud (m)	Peso (Kg)	Precio (MXN)
<b>PTR 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16"</b>	8.6	71.55	1066.12
<b>PTR 2" x 2" x 1/4"</b>	2.2	17.68	263.35
<b>PTR 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"</b>	1	3.29	49.21
<b>Total perfiles</b>			3,813.79

La tabla 9.4, muestra la lámina de acero inoxidable requerida en cubierta, cribas, tolva y resbaladilla de desalaje de material

**Tabla 9.4** Costos de materia prima (lámina de acero inoxidable)

<b>Lámina de acero inoxidable</b>		
Cantidad requerida (m <sup>2</sup> )	Precio (MXN*m <sup>2</sup> )	Subtotal (MXN)
<b>3.96</b>	1,100.00	4,356.00

La tabla 9.5 muestra los costos referentes a las correas o bandas utilizadas para la transmisión de potencia y las chumaceras que sostienen los ejes de las poleas

**Tabla 9.5** Costos de materia prima (correa en V y chumaceras)

<b>Correa en V</b>	
<b>Rubber V Belt 3VX 3m MXN 250 Pza. x 5</b>	1250.00
<b>Resortes de compresión ASSOCIATED SPRING modelo C19372072500M</b>	
<b>Cantidad</b>	40.0
<b>Subtotal</b>	7,000.00
<b>Chumacera SKF modelo SYNT_35_f_ECY_207</b>	
<b>Cantidad (pza.)</b>	5
<b>Precio</b>	260 x pza.
<b>Subtotal</b>	2,600.00 MXN

El recubrimiento de la máquina se propone sea realizado con pintura azul inoxidable especial METALMEX ESMALTE ALQUIDALICO) Sherwin Williams, con un costo de 513.00 MXN. El costo de la mano de obra se estima sea de 3 mil pesos y los costos indirectos de alrededor de 2 mil pesos, para un total de aproximadamente 30 mil pesos y un tiempo de recuperación de la inversión de un año y medio

### 9.3 Conclusiones

El prototipo de máquina diseñado, cuyo principio de funcionamiento está basado en las vibraciones mecánicas forzadas con una masa de desbalance, permite que el prototipo vibre y nunca llegue a manifestar un movimiento dinámico para aceleraciones considerables, lo cual permite que los bulbos de ajo se desplacen según su tamaño por las diferentes cribas. Posee bajo costo de fabricación, fácil operación, mantenimiento. El motor seleccionado es de 0.7 hp y el tiempo estimado de la inversión es de aproximadamente 1 y medio, lo cual valida la fabricación de la máquina

## 9.4 Referencias

Adel H. Bahnasawy. 2007. Some physical and mechanical properties of garlic. International Journal of Food Engineering. Volume 3. Article 7. University of Benha, Egypt. <http://www.siap.gob.mx/05/11/14>

López Camelo, Andrés F. 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas, del campo al mercado. INTA E. E. A. Balcarce, Argentina

Aljaro, A. 1992. Efecto del tamaño del bulbo-madre y de la forma y peso del bulbillo sobre el cultivo del ajo Agricultura técnica (chile) 52 (2): 170-180

A. Ledesma, J. A. Arguello, S. B. Núñez y C. Rodríguez. 1997. Calidad de bulbos de ajo. Índices bioquímicos y fisiológicos de maduración en pos-cosecha. 50 temas sobre producción de ajo. INTA. Mendoza, Argentina

Burba J. L. 2002. Manipuleo, almacenamiento y transporte del ajo. Proyecto ajo/INTA. EEA La Consulta INTA. La Consulta, Mendoza, Argentina

Burba, J. L. 2003. Producción de ajo. Proyecto ajo/INTA. Ed INTA. Estación experimental agropecuaria La Consulta, Mendoza, Argentina

Boletín de prensa. Es México potencia en producción y exportación de hortalizas; reto: diversificar oferta y mercados. (2012). SAGARPA. Jalisco, México. Consultado: 13/10/2014. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/delegaciones/Jalisco/boletines/Paginas/B0322012.aspx> 09/12/14

Carlos González I. 1987. Tecnología del manejo de pos-cosecha de frutas y hortalizas. Importancia económica del buen manejo de pos-cosecha. Tecnología del manejo de frutas y hortalizas. IICA. Colombia. PP. 217-241

CATALOGO CORREAS INDUSTRIALES AYCO 2010

CATALOGO PRECIOS SHERWIN WILLIAMS MEXICO

Comité Sistema Producto Ajo A. C. 2012. Plan rector, Comité Sistema Producto Ajo A. C. Recuperado en: <http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/Campus/PUE/Puebla/> 04/12/14

ECONOMÍA EN EL MAQUINADO PARA LA INDUSTRIA METALMECÁNICA/JOHN CORONADO MARÍN/2004/UNIVERSIDAD ICESI

Efraín Volosky Y. 1971. Tamaño de la semilla y tipo de bulbo cosechado en ajo. Agricultura Técnica (Chile)

FAO. 1993. Prevención de pérdida de alimentos pos-cosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. Manual de capacitación. Selección FAO. Roma, Italia

Ferdinand P. Beer; E. Russell Johnston, Jr.; John T. DeWolf. (2014); Mecánica de Materiales; 9ª Edición. Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORS, S. A. de C. V; México

Gilberto Enríquez Harper (2012). El ABC de las maquinas eléctricas III: instalación y control de motores de corriente alterna I. ED. Limusa S.A de C.V. México. 400 p

G. T. Ávila. 2007. Factores de manejo del cultivo de ajo (*Allium Sativum* L.) que determinan la calidad del producto a la cosecha. Taller de prácticas agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina

G. Villanueva, J. Corven, A. Campos. 1991. Taller Regional Centroamericano y Consulta sobre Planificación Hortícola. IICA

Hernando, R; Pilar, S; Florence, T. 2006. Post-cosecha y servicios de apoyo a la comercialización; Gestión de agronegocios en empresas asociativas rurales, curso de capacitación, modulo 4; IICA, PRODAR y FAO. Lima, Perú. Salvado en: LISTA DE PRECIOS ASSOCIATED SPRINGS UK

López, A. M.; Burba, J. L.; Lanzavechia, S. 2012. Análisis sobre la mecanización del cultivo del ajo. Proyecto ajo/INTA. INTA. EEA La Consulta, Mendoza, Argentina

NMX-FF-018-SCFI-2006. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO - ESPECIE - AJO (*Allium Sativum* L.) – ESPECIFICACIONES (CANCELA A LA NMX-FF-018-SCFI-1999). Recuperado en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2006/nmx-ff-018-scfi-2006.pdf> 15/12/14

R. C. Hibbeler. Sexta Ed. 2013. Mecánica de Materiales. Ed. Prentice Hall

Robert L. Norton. 2009. Desing of Machinery: An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines. Ed. Mc Graw Hill

Singiresu S. Rao. 5ª ed. 2011. Vibraciones Mecánicas. Ed. Pearson Education, Inc. Prentice-Hall

William F. Riley; Leroy D. Sturges. (2005). Ingeniería Mecánica: Dinámica. Ed. REVERTÉ, S. A. Barcelona, España