



# Prototipo de máquina desgranadora, secadora, pulverizadora y empaquetadora de pimienta en orito putumayo 2018

Angulo Guerron Carlos José, Erazo González Jessica Tatiana, Oliveros Zambrano Weimar Andrés, Ruiz Ortiz Carlos Andrés.

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, San Juan de Pasto – Colombia

cjanguloguerron@gmail.com  
jessik200910@gmail.com  
weimarandresoliveros@gmail.com  
carlosruizaunar@gmail.com

**Resumen** - El siguiente artículo presenta un modelo conceptual - analítico referente al proyecto de diseño y construcción de un prototipo de máquina desgranadora, secadora, pulverizadora y empaquetadora de pimienta, el cual busca mejorar el proceso actual llevado a cabo por los campesinos, que busca la transformación la pimienta de su estado natural a seca. Este prototipo de máquina ayudará a transformar la pimienta de su estado natural a un estado pulverizado y empacado, ofreciendo así un valor agregado al producto.

**Abstract**- The following article presents a conceptual - analytical model referring to the project of design and construction of a prototype of a shelling machine, dryer, pulverizer and pepper packing machine, which seeks to improve the current process carried out by the farmers, who seek the transformation the pepper from its natural state to dry. This prototype machine will help to transform the pepper from its natural state to a pulverized and packed state, thus offering an added value to the product.

## I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como propósito brindar una solución al problema que hay actualmente en el departamento del putumayo, municipio de orito, donde se presentan falencias en el momento de procesar la pimienta. es por esto que este proyecto se enfoca en el diseño y construcción de un prototipo de línea de producción de pimienta. debido a la ineficiencia de los métodos tradicionales que son netamente manuales. Por su alta comercialización es de suma importancia realizar la construcción de la línea de producción de pimienta que consta principalmente de cuatro máquinas que son la secadora, desgranadora, pulverizadora y empaquetadora; con el fin de poder lograr un proceso bien establecido y evitar retrasos en la obtención del producto final. De los cuatro procesos, donde se observó la mayor falencia fue en secado, por su manera tradicional donde es muy dependiente de las condiciones climáticas, porque se debe

ingresar el grano de pimienta verde en invernaderos para que este se deshidrate mediante la incidencia del sol principalmente. Actualmente el proceso de desgranado se lleva a cabo mediante el pringado, lo cual busca desgranar la especie del ramillete de pimienta verde. En el departamento actualmente los campesinos cultivadores no realizan el proceso de empacado ni pulverizado se dedican netamente a vender el comino sin procesar. El tipo de pimienta con la que se realizó la investigación fue la pimienta negra.

Con el fin de reducir el costo y tiempo de producción de pimienta negra, se realizó el diseño y construcción de máquinas que ayudaron a reducir estas variables, de esta manera se asegura que el producto final que se obtenga de estos procesos sea de calidad ya que no se expondrá a agentes contaminantes adquiridos en el proceso manual.

Actualmente la pimienta tiene un campo amplio de aplicabilidad entre ellos se encuentra la industria alimenticia, la medicina, industria licorera, entre otros. Por consiguiente, se observa que esta especie tiene una buena demanda a nivel internacional y con este proyecto se contribuirá al progreso del departamento.

## II. METODOLOGÍA

En esta investigación se aplicó el método de diseño deductivo ya que por medio de este método es posible analizar y estudiar las diferentes teorías, leyes y principios, los cuales han sido verificados para poder ser aplicados a las soluciones seleccionadas en el transcurso del proceso investigativo.

Mediante encuestas y entrevistas realizadas a personas del medio local dedicadas al cultivo de esta especie, es decir, campesinos de la región, se determinan y seleccionan los diseños que más coincida con sus necesidades, permitiendo desarrollar una máquina mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos en la universidad y por lo tanto poder brindar una solución a la problemática identificada.



**TABLA 1**  
HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL CUMPLIR CON EL  
OBJETIVO DEL PROYECTO

Procedimiento	Instrumento
Identificación de las necesidades	Encuesta y entrevista
Especificaciones de diseño	Análisis de funciones, diseños, cálculos y simulaciones
Alternativas de diseño	Matriz morfológica
Construcción	Materiales, procesos de fabricación y taller de maquinaria
Evaluación y análisis de resultados	Pruebas de funcionamiento y producto

### III. ANÁLISIS DE VARIABLES

"Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis".<sup>1</sup>

Variables independientes: son capaces de incidir de manera positiva o negativa en los procesos de interrelación entre las ellas.

Variables dependientes: este tipo de variables son el resultado o efecto generado por las acciones de las variables independientes.

En el prototipo de línea de producción de pimienta se encuentra diferentes tipos de variables estos son:

#### A. Variables Dependientes

- Tipo de motor (hp, watt)
- Capacidad del dosificado (Lb)
- Tamaño partícula pulverizada (micrómetros)

#### B. Variables Independientes

- Flujo másico (kg/h)
- Temperatura (Centígrados)
- Humedad relativa (%)
- Tamaño del empaque
- Tamaño del grano (mm)

Para que el prototipo sea funcional se requirió el aporte de cada una de estas variables mencionadas anteriormente para demostrar que efectivamente fueron de gran utilidad, se nombrara una de ellas, la cual es el choque térmico que ocurre cuando metemos un sólido en este caso los granos de pimienta en agua hirviendo, esto se conoce como pringado y es el proceso artesanal, con la máquina de secado incluida en la línea de producción se logró hacer el mismo proceso

sometiéndolo altas temperaturas pero con la diferencia que el vapor emitido por el proceso ayuda a realizar la deshidratación (pérdida de humedad) logrando así obtener un producto más concentrado.

### IV. CRITERIO DE EVALUACIÓN

El prototipo debe cumplir con los requerimientos de diseño para que pueda ser evaluada en forma positiva, ya que debe producir una cantidad de material que justifique la relación costo beneficio que satisfaga al usuario y/o propietario.

A continuación, se exponen los requerimientos con los que debe cumplir el prototipo:

- Requerimiento de sistema
- Requerimiento de funcionalidad
- Requerimiento de seguridad
- Requerimiento de proceso
- Requerimiento de estética

Requerimientos económicos Una vez determinadas las características con las que debe contar el prototipo se puede optar por una primera alternativa, aquella que cumpla con los requerimientos de diseño además de ofrecer un costo accesible tanto para las personas que financian la construcción del mismo, como para aquellos posibles compradores.

### V. CÁLCULOS Y DISEÑO CONCEPTUAL

Para el diseño de la línea de producción de pimienta se tuvieron en cuenta cálculos de los siguientes componentes:

- ❖ Eje desgranadora y pulverizadora
- ❖ Tornillo sin fin
- ❖ Transmisión por banda
- ❖ Potencia de motores
- ❖ Soldadura
- ❖ Vigas y columna
- ❖ selección de cojinetes entre otros

Teniendo en cuenta los cálculos anteriores se realizaron bocetos preliminares para así llegar a un boceto final, para ello se tuvieron en cuenta con anterioridad las siguientes opciones de diseño como se muestra a continuación:

<sup>1</sup> Metodología en investigación. [Consultado el 24 de octubre del 2018]. Disponible en internet: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>.

En la figura anterior se muestra lo que fue el primer diseño de prototipo de máquina desgranadora de pimienta, cuenta con un sistema de arrastre tipo sin fin el cual ayuda a desprender el grano de pimienta de su respectiva rama o vena.

DESCRIPCION	OPCIONES DE SELECCIÓN		
	A	B	C
Movilidad			
Ingreso desgranadora			
Desgranador			
Ingreso secadora y pulverizadora			
Secador			
Transmisor de temperatura para el secado			
Movimiento para el procedimiento de secado y pulverizado			
Dosificador de empacado			
Tipo de empaque producto final			
Piezas para pulverizado			

Fig. 1. Opciones de diseño

Se eligieron los elementos anteriores ya que estos eran los que más se ajustaban a las opciones de diseño y por comodidad.

Una vez elegidos las opciones de diseño se procedió a modelar los primeros bocetos en el programa Autodesk inventor.

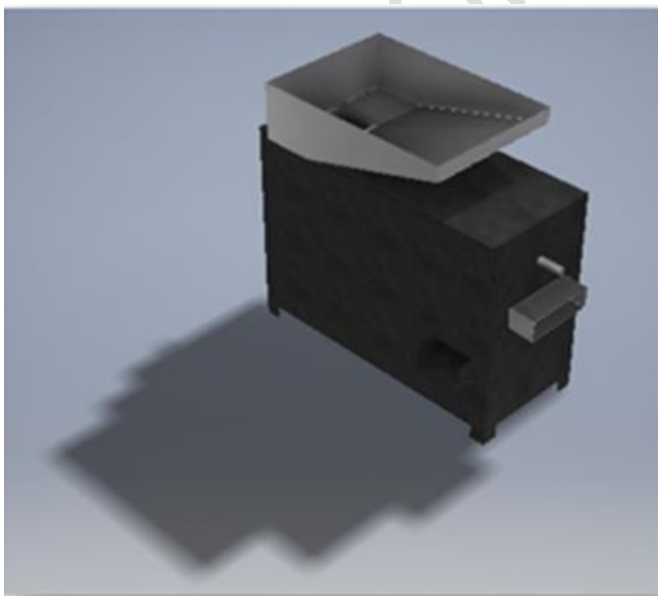


Fig. 2. Primer boceto, máquina desgranadora.

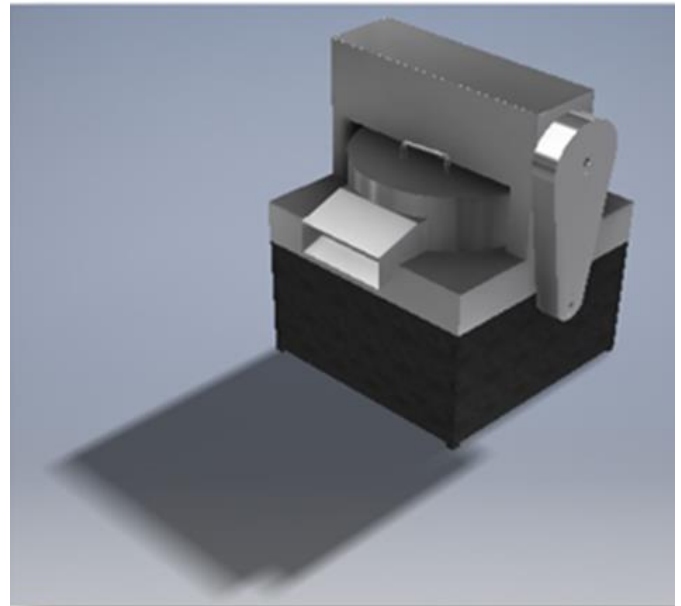


Fig. 3. Primer boceto, máquina secadora.

El anterior diseño cuenta con su respectivo proceso de secado independiente, posee un recipiente tipo olla, posee unas aspas que permite mantener en movimiento la pimienta dándole un secado homogéneo.

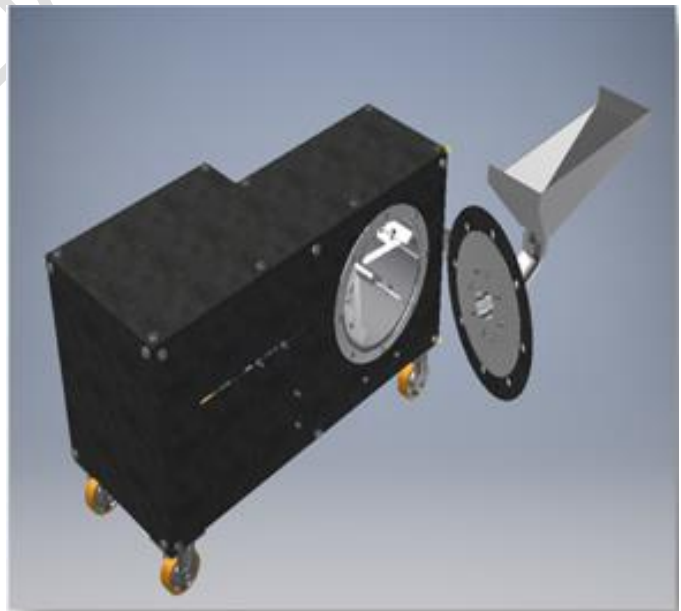


Fig. 4. Primer boceto, máquina pulverizadora.

En la anterior figura se puede evidenciar un diseño independiente de pulverizado, cuenta con una criba removible y sus respectivos martillos de Impacto.

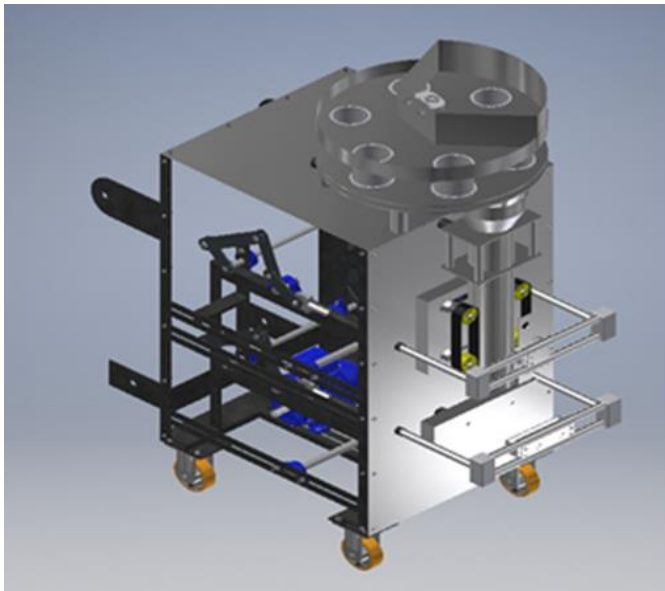


Fig. 5. Primer boceto, máquina empaquetadora.

Este diseño cuenta con sus respectivos vasos dosificadores, además cuenta con un sellado automático mediante una serie de palancas.

Después de varios diseños realizados se decidió unificar de 2 procesos ya que su diseño lo permitía, dejando así 3 primeros procesos los cuales son: desgranado, secado, pulverizado con el mismo sistema como se muestra a continuación.

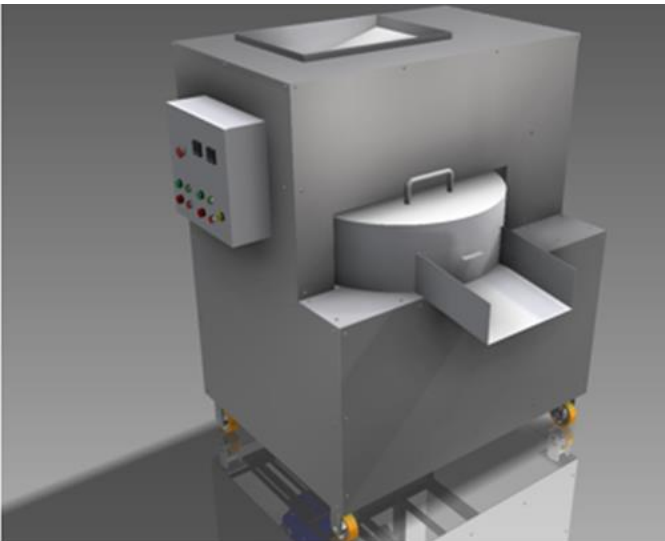


Fig. 6. Diseño final desgranadora – secadora

Esta máquina cuenta con la unión de los 2 primeros procesos que son el desgranado y secado. Al igual que los diseños preliminares esta cuenta con los mismos sistemas.

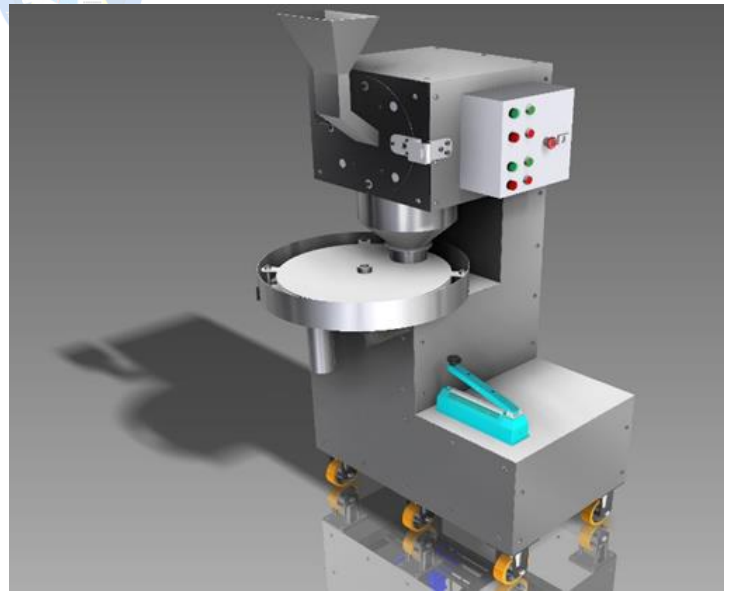


Fig. 7. Diseño final pulverizadora – dosificadora (empacadora).

Se dejó el sistema anterior de pulverizado, por medio de martillos, el llenado por vasos dosificadores quedo de la misma forma que el primer boceto, en cuanto al sellado se optó por selladora manual.

## VI. CONSTRUCCIÓN

Una vez realizado los diseños en el programa inventor, se llevó a cabo la construcción de los diseños propuestos anteriormente.

Para ello se inició con la construcción de un prototipo hecho en materiales no apropiados para verificar su funcionalidad, una vez comprobado se procedió a la construcción de la estructura de la máquina desgranadora –secadora, posteriormente se construyó cada componente del mismo, algunos de estos son:

- Ejes
- Tornillo sinfin
- Paleras de arrastre secadora
- Ducto salida residuos desgranadora
- Contenedor secado
- Tolvas
- Tapa contenedor secado
- Cubiertas

En cuanto a la máquina pulverizadora –dosificadora se construyó primero la estructura, una vez realizada esta se empezó a construir la parte superior de la máquina con sus respectivos componentes, tales como:

- Martillos
- Ejes
- Barras de impacto
- Tolvas
- Vasos dosificadores
- Ducto de salida dosificadora
- Compuerta pulverizador
- Criba
- Bandejas dosificado
- Cubiertas

## VII. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO



Fig. 8. Proceso de construcción línea de producción de pimienta.

Una vez construida la línea de producción de pimienta se procedió a instalar el panel de control, el cual cuenta con los siguientes elementos:

- ✓ Breakers
- ✓ Contactores
- ✓ Temporizador
- ✓ Timers
- ✓ Pirómetros
- ✓ Pulsadores
- ✓ Relevos
- ✓ Sensor
- ✓ Pilotos o balizas

Haciendo uso de los anteriores elementos y mediante lógica cableada se logró hacer el tablero de mando.

Para su respectiva conexión se atornillaron en los laterales de las máquinas 2 cajas de control en las cuales se instalaron sus respectivos componentes nombrados anteriormente.

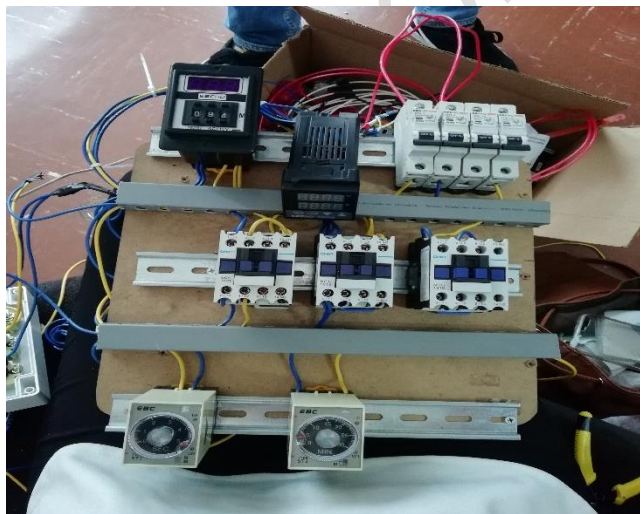


Fig. 9. Montaje tablero de control, secadora.

**TABLA 2.**  
PRUEBAS DESGRANADO

CANTIDAD DE PIMIENTA (kg)	TIEMPO (minutos)
10	5.3
8	4
6	2.8
4	2
3	1.3

Se realizó la prueba de desgranado y se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla anterior, esta máquina desgrana aproximadamente 1 tonelada de pimienta durante una jornada de trabajo de 8 horas. Viendo estos resultados se ve la eficiencia de la máquina ya que de manera artesanal desgranar únicamente 350 kilos en 6 horas, aclarando que para ello se usa 4 trabajadores.

**TABLA 3.**  
PRUEBAS SECADO

CANTIDAD DE PIMIENTA (kg)	TIEMPO (minutos)
8	130
7	125
6	122
4	121
3	120
2	117
1	114

En la prueba de secado esta nos arrojó que la pimienta tarda aproximadamente en secar 2 horas, comparando con la manera artesanal de secado el tiempo que se ahorra es demasiado ya que este tarda una semana o más dependiendo del clima.

**TABLA 4.**  
PRUEBAS PULVERIZADO

CANTIDAD DE PIMIENTA (GR)	TIEMPO (MINUTOS)
344	3
370.5	3.5
397	4
450	5
520	5.75
590	6.5
660	7.25
730	8

Este proceso no se realiza en el departamento del Putumayo dando así un valor agregado al producto, las pruebas arrojaron que tarda un aproximado de 10 minutos pulverizando un kg de esta especia. Este proceso se puede acelerar cambiando el motor por uno de más potencia y torque.



**TABLA 4.**  
**PRUEBAS DOSIFICADO**

CANTIDAD DE PIMIENTA (LB)	TIEMPO (MINUTOS)
2	1
4	2
6	3
10	5
20	10
50	25
60	30
120	60

Estas pruebas pueden variar dependiendo del operador ya que este puede o no tardar más tiempo del que arrojaron las pruebas. En estas pruebas realizadas dio como resultado que un operario eficiente empaca 2 libras de pimienta en un minuto.

### VIII. CONCLUSIONES

- Se pudo establecer que la reducción de tiempos en el desgranado y secado en comparación a los procesos actuales fue muy notoria logrando así cumplir con lo que se había establecido al iniciar el proyecto.
- Por otra parte se anexaron dos procesos adicionales que no se realizan en la actualidad esto claramente dará un valor agregado tanto al producto final como al impacto que generara este proyecto en los productores de pimienta.
- Por tratarse de un proyecto que trabajara netamente con productos alimenticios, todos los elementos que están en contacto directo con el producto en cuestión, se diseñaron y construyeron en acero inoxidable AISI 304, esto con el fin de poder ajustar esta línea de producción a las normas alimenticias que rigen este sector.
- Los materiales que se usaron se pueden conseguir con facilidad en el mercado, esto ayudara en gran medida a los usuarios, que no deberán pagar grandes sumas de dinero para realizar alguna reparación o mantenimiento en caso de requerirlo.
- Teniendo en cuenta que este proyecto es catalogado como prototipo la elección de los actuadores se hizo con especificaciones requeridas por el diseño, algunos de estos fueron motores de 1 hp y moto reductores que trabajan a 120 V en red monofásica.

### IX. REFERENCIAS

- [1] Metodología en investigación. [Consultado el 24 de octubre del 2018]. Disponible en internet:<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>.
- [2] Agencia española de cooperación internacional para el desarrollo –AECID (2007). Biología y control de las enfermedades del cultivo de la pimienta. Costa rica: proyecto PROMES.

[3] Norma Técnica Colombiana, (NTC-3955). Disponible en: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC3955.pdf>

[4] Condimentos del putumayo (2008). Manual de cultivo de pimienta. Colombia: programa ADAM (regional-putumayo). 18p.

[5] PRONATTA. SECOA – ASOPROP (2001). Generalidades del cultivo de pimienta en la amazonia colombiana. Colombia: PRONATTA.

[6] AGUILAR ERAZO, Héctor Augusto. (2002). Proyecto de desarrollo alternativa en Colombia pos cosecha.

[7] MOTT, Robert L. (2006) Diseño de elementos de máquinas. Cuarta edición. México: México DF. Prentice Hall.

[8] NORTON, Robert L. (2011) Diseño de máquinas: un enfoque integrado. Cuarta edición. México: México DF. Prentice Hall.

[9] BUDYNAS, Richard G, NISBETT, J. Keith. (2008) Diseño de ingeniería mecánica de Shigley. Octava edición. México: México DF. McGraw-Hill.