

**UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA  
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA  
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**


**Nº DE RADICACIÓN:** \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN EJECUTORES**

**Ejecutor 1**

Nombre (s):	DAVID FERNANDO	
Apellido (s):	CUCARIAN HURTADO	
Código:	20141375054	
E-mail:	davidcucarian@hotmail.com	
Teléfono fijo:	4083751	
Celular:	3202907956	

**Ejecutor 2**

Nombre (s):	JAN PIERRE	
Apellido (s):	SABOGAL MOLINA	
Código:	20141375065	
E-mail:	jpsm1987@hotmail.com	
Teléfono fijo:	2094632	
Celular:	3004187873	

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

Título del Proyecto:	<b>Diseño de una Máquina Envolvedora de Sujeción del Film para la Empresa Bridgestone de Colombia</b>	
Duración (estimada):	20 semanas	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:		
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de procesos industriales	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Diseño en Ingeniería Mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Diseño de máquinas, diseño de elementos finitos y procesos de manufactura, mecanismos, resistencia de materiales y estática.	

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

## Tabla de contenido

1. Planteamiento del problema: .....	6
2. Objetivo:.....	11
3. Marco teórico.....	12
4. Metodología.....	18
5. Cronograma.....	20
6. Presupuesto.....	21
7. Bibliografía.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Daño de producto en transporte

Figura 2. Diseño Universidad Politécnica Salesiana.

Figura 3. Diseño Universidad Rafael Landivar México.

Figura 4. Máquina empresa Emarsa de México.

Figura 5. Máquina envolvedora semi-automática.

Figura 6. Máquina envolvedora automática.

Figura 7. Máquina envolvedora Horizontal.

Figura 8. Máquina Envolvedora Vertical.

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma.

Tabla 2. Costos de Implementación

Tabla 3. Costos de Diseño

## **Diseño de una Máquina Envolvedora de Sujeción del Film para la Empresa Bridgestone de Colombia**

### **Resumen**

En la industria de las llantas día a día el cliente exige productos de mayor calidad y que sean entregados en el menor tiempo posible, uno de los factores más importantes en el caso del transporte de mercancía es que los productos tienen que llegar en buen estado y evitar daños al momento de movilizar el material. En la industria de las llantas las empresas deben almacenar por un tiempo determinado el producto ya que la rotación de las bodegas puede durar más de un año. Debido a este almacenaje del producto está expuesto a diferentes condiciones que pueden alterar su aspecto y dificultar su comercialización causando cuantiosas pérdidas para la empresa.

El presente anteproyecto dará conocer el proceso de diseño de una máquina envolvedora de sujeción del film para la empresa Bridgestone de Colombia esto con el fin de dar una solución al problema planteado inicialmente. Se abren las puertas para futuros compañeros estudiantes para investigaciones o debates que se realicen en torno a la alternativa de solución del problema.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La empresa Bridgestone de Colombia se dedica a la importación y comercialización de llantas para automóvil, camioneta, agrícolas, etc... Bridgestone debe planificar con varios meses de anterioridad las referencias a importar y esto representa un almacenaje de estas llantas en una bodega de la ciudad de Barranquilla. Estas llantas son estibadas una encima de otra quedando expuestas a condiciones ambientales extremas y malos manejos que pueden deteriorar estéticamente el producto, la figura 1 muestra en detalle el deterioro del producto.



Figura 1. Daño de producto en transporte

Luego de estar almacenada por varios meses se deben dirigir hacia los diferentes distribuidores donde serán vendidas al cliente final. Por estatus de marca Bridgestone no entrega llantas que estén en mal estado a los clientes y termina botando las llantas que estén muy deterioradas. Este proceso representa pérdida para la empresa, según reportes del mes de diciembre del año 2015 el valor de las llantas con daño en transporte es de 374 USD<sup>1</sup>. Los deterioros van desde manchas irremovibles, deterioro de las propiedades físicas, perforaciones y pérdida de forma. Cualquiera de estos daños genera la necesidad de desechar el producto y además de la pérdida del producto se debe asumir un valor por la disposición final.

---

<sup>1</sup> Informe acta de destrucción bodega Bridgestone 22 de diciembre 2015.

Ninguna empresa altamente competitiva se puede permitir estos gastos y se debe buscar una manera de mitigar o eliminar estos inconvenientes.

Es por esto que se hace necesario de manera inmediata que se tenga en la bodega de Barranquilla una clase de máquina envolvedora que permita el aseguramiento del producto, en este caso las llantas para que se pueda evitar este tipo de inconvenientes planteados anteriormente.

### **1.1 Estado del arte:**

Viendo la necesidad de la empresa por realizar la protección de estas llantas se consultaron distintos diseños de equipos o máquinas en los cuales ya se está dando solución al problema.

En la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Quito- Ecuador se desarrolló un proyecto llamado “Diseño y construcción de un prototipo para una máquina semiautomática envolvedora de palets portátiles con plataforma y giratoria y sistema de sujeción de film” en el cual se soluciona un problema similar envolviendo el producto con un material film asegurando la protección en el almacenaje y transporte.



Figura 2. Diseño Universidad de Salesiana de Quito

Como se puede observar en la figura 1, la solución que ellos plantean es hacer girar el producto mientras se envuelve el film

Otro proyecto de grado con un enfoque similar fue el realizado por Mario Josué Palacios en la Universidad Rafael Landívar llamado “Diseño de Estación de Embalaje de Tarimas”. También se encontró una tesis de grado del Instituto Politécnico Nacional de México presentado por un ingeniero mecánico y dos Ingenieros de control llamado “Automatización de las mordazas de una máquina envolvente”.



Figura 3. Diseño universidad Rafael Landívar México

En la figura 3 se observa que por ser más complicado el girar el producto debido a su gran peso se gira un eje con el film alrededor del producto, brindando una solución distinta a la anteriormente planteada.

Por último se consultó las máquinas en la industria que realicen algo similar para la protección de llantas y encontramos la siguiente máquina, la empresa Mexicana Emarsa de Cv tiene una máquina para esta protección llamada EM-EGS500N - Envolvente de neumáticos y bobinas con anillo giratorio.





Figura 4. Máquina empresa Emarsa de México

Esta máquina tiene una solución completamente distinta a las anteriores en esta se plantea que tanto el producto con el film giran dando un envolvimiento más rápido y eficiente.

Como se puede referenciar existen diferentes formas de atacar este problema, pero todos cubriendo o envolviendo el producto con el film de diferentes calibres. Este es un problema ya tratado y en los cuales se puede basar el proyecto.

### ***1.2 Justificación:***

El valor de una llanta de las líneas más comunes oscila entre 50 USD y 400 USD lo que representa un valor elevado. En Bridgestone de Colombia en el año 2015 se destruyeron más de 400 llantas por distintas causas entre ellas los daños en almacenaje y transporte, como se puede observar no es un problema despreciable. Además de ser un impacto económico fuerte para la empresa también tiene un impacto ambiental considerable ya que todas estas llantas no se van a utilizar para lo que fueron concebidas y generan la necesidad de mayores producciones en materia prima nueva.

Pero lo más importante es la imagen que se deja y la que el cliente percibe en un producto entregado en mal estado, puede ser detalles mínimos como la parte estética pero son valores agregados que el cliente observa.

El auge en la producción automotriz y las alzas en las ventas hace que el sector de los neumáticos crezca considerablemente, Bridgestone de Colombia es una empresa que importa los neumáticos, según fuentes consultadas desde los últimos años el aumento de las importaciones de llantas ha aumentado casi el 33% en cinco años y esto se debe gran parte al sector automotriz<sup>2</sup>. Las empresas como Hankook, Goodyear o Pirelli optimizan sus procesos esto con el fin de entregar al cliente el producto (llantas) en buen estado y sin rastros de rayones, agujeros u otras causas que puedan afectar la calidad de la llanta, debido a esto es que este sector se ha vuelto muy competitivo y la diferencia hará que la empresa comercialice más productos que otra, como se menciona antes el detalle en el momento de entrega al cliente es pieza fundamental para la confianza inversionista y que Bridgestone de Colombia se posicionó como una de las empresas más importantes en el país en materia de llantas.

---

<sup>2</sup> “Llantas importadas crecieron 33% en últimos cinco años. Disponible en : Portafolio.com

## 2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una máquina envolvedora capaz de proteger con la sujeción del film las llantas tipo PSR<sup>3</sup> descargadas y destinadas al transporte según los requerimientos del cliente Bridgestone de Colombia.

### 2.1 *Objetivos específicos:*

- Establecer las alternativas de diseño mediante la metodología de diseño QFD basándose en unos lineamientos del cliente para obtener una óptima calidad en el diseño.
- Diseñar los elementos, mecanismos o dispositivos que componen el sistema de la máquina envolvedora tomando en cuenta los requisitos del cliente.
- Realizar un análisis de cargas con base al método de elementos finitos utilizando software especializados en el área.
- Analizar los costos de montaje y operacionales para ser presentado al cliente Bridgestone de Colombia.
- Plantear un manual de funcionamiento y mantenimiento para la máquina envolvedora del film para que el cliente tenga el conocimiento y así facilitar el proceso de operación del sistema.

---

<sup>3</sup> PSR: Llantas radiales de automóvil

### 3. MARCO TEÓRICO

La optimización de los procesos en una planta de producción se está volviendo una obligación para las empresas en la actualidad, es por esto que las personas encargadas ya sean jefes o ingenieros de producción tienen que velar que el proceso se haga en el menor tiempo posible y que el costo sea el más bajo no importa la complejidad de este. El diseño de máquinas o dispositivos y posteriormente la automatización son métodos que el hombre ha mejorado con el paso del tiempo ya que esto facilita la operación y como se mencionó anteriormente reduce el tiempo de la ejecución.

El proceso de envolver según Juan Carlos Toapanta en el proyecto de un Diseño de un prototipo de máquina envolvente dice que *“es un método de sistema logístico para el transporte eficiente de mercancía por el cual se asegura un producto ya sea con plástico expandible de una forma tensa y compacta asegurando que él mismo no se vea afectado cuando llegue a su destino”*<sup>4</sup>. Este método no solo usa un plástico, consta de varios elementos cuya única finalidad como lo dice el Juan Carlos es asegurar el producto de los riesgos a los que están expuestos, estos elementos pueden ser;

#### 3.1. Tipos de embalajes;

##### 3.1.1. Envase

Es un elemento que puede ser un recipiente como el vidrio y asegura el producto que lo contiene, se usa por lo regular para alimentos.

##### 3.1.2. El embalaje

---

<sup>4</sup> TOAPANTA, Juan Carlos. Diseño y Construcción de un Prototipo para una Máquina Semiautomática Envolvente de Palets Portátil con Plataforma Giratoria y Sistemas de Sujeción del Film, p. 5.

Es un proceso que se realiza al contener varios productos en un mismo envase o envoltura para facilitar el transporte en conjunto, por lo general se movilizan en cajas o diversos materiales que están estandarizados y mejoran la maniobrabilidad del operario mientras se llega a su destino, es un método temporal por lo que no se verá afectado el producto.

### *3.1.3. El Empaque*

Es un método utilizado en una empresa por el cual “*el producto es acomodado para su traslado del sitio de producción al sitio de consumo sin que sufra daño*”<sup>5</sup>, afirma el autor. El empaque debe ser llamativo al consumidor para lograr así un excelente vínculo producto-consumidor.

### *3.1.4. El contenedor*

Se utiliza para el transporte marítimo, fluvial, aéreo o terrestre y sus dimensiones se encuentran estandarizadas para mayor control en el peso y el tamaño máximo.

## *3.2. El stretch film (vinipel)*

Este elemento es una película de polietileno lineal de baja densidad y alta adherencia en el cual se aplica de forma tensa en el producto con el objeto de contenerlo y mantenerlo aislado protegiéndolo del polvo, agua y suciedad. Su costo es mínimo por lo cual lo hace un producto muy utilizado en la industria. Según sea el uso existen dos tipos de stretch film tales como;

### *3.2.1. Automático*

El cual cuenta con las siguientes características;

- Espesor de 9, 12.5, 15 y 17 micrones (unidad de longitud)
- Alto 450 mm
- Largo. Según el cliente de 250 mts a 457 mts

---

<sup>5</sup> Ibid., p.27

### 3.2.2. Manual

- Espesor de 15, 17, 19 y 23 micrones (unidad de longitud)
- Alto 500 mm
- Largo. Según el cliente de 1250 mts a 2000 mts

En la industria existen dos formas de envolver un material, de forma manual o por medio de una máquina envolvedora. En el caso de las pequeñas industrias se maneja manual, pero con la desventaja que es poco efectiva al momento de transportar gran cantidad de carga, el obrero debe ir tensando el stretch film y al mismo tiempo envolviendo la carga por lo que es un método que en las grandes industrias como Bridgestone no puede seguir viéndose, es por esta razón que la segunda forma (máquina envolvedora) es la mejor opción en cuanto a calidad del envolvimiento y seguridad en el embalaje.

Las máquinas envolvedoras funcionan con un principio fundamental y este nos dice que *“el principio de girar desde una plataforma con giro continuo sobre el cual reposa una estiba con mercancía empacada, el film se coloca sobre un porta-bobinas colocado en una columna o mástil y es envuelto a lo largo de la carga”*<sup>6</sup>. Se compone de tres funciones principales;

- a. El alimentador de producto al sistema de envoltura.
- b. El alimentador de la película que envolverá al producto, en esta etapa se realiza el sello longitudinal.
- c. El sistema para sello transversal que terminará por formar el paquete y dividirá un producto ya empacado de otro.

Existen varios tipos de envolvedoras tales como;

### 3.3. Máquinas envolvedoras semi-automáticas

---

<sup>6</sup> Ibid., p.42

Requiere de la intervención y supervisión del operario, ideal para varias micro empresas y se diferencian por el diámetro de la plataforma, la altura del mástil y el porta-bobinas cuenta con un motor que va subiendo el vinipel hasta la altura deseada, estas máquinas cuentan con una fotocélula que permite detectar la altura del palet



Figura 5. Máquina envoladora semi-automática

#### *3.4. Máquinas envoladoras automáticas*

No requiere ninguna intervención humana y maximiza costos en el proceso mejorando la eficiencia en la producción, cuenta con componentes adicionales que la semi-automática para ingreso y egreso de la estiba, también del corte del stretch film y detectores de falla.



Figura 6. Máquina envolvedora automática.

A parte de esto también las máquinas envolvedoras se clasifican por método de funcionamiento ya sean verticales u horizontales;

### 3.5. Máquinas Envolvedoras Horizontales o Flow Pack

Envuelve los productos por accionamiento de una banda transportadora ubicada horizontalmente, por lo general las dimensiones de los productos deben ser pequeños, el funcionamiento de una máquina como estas es el de crear un tubo plástico partiendo de una lámina flexible de stretch film donde el producto se coloca en medio de este hasta alcanzar unas mordazas que delimitará el producto desde el principio hasta el final. En la figura 5 se muestra una máquina envolvedora horizontal.





Figura 7. Máquina envolvedora Horizontal

Una de las desventajas de estas máquinas es que se tiene que ajustar la velocidad tangencial de las mordazas constantemente con la velocidad de avance del film porque si el film es muy rápido y las mordazas más lentas el producto choca con las mismas, mientras si las mordazas son más rápidas que el avance del film terminará rompiéndolo al estirarlo demasiado

### 3.6. Máquina Envolvedora Vertical

Son aquellas cuyo propósito es envolver productos con dimensiones más grandes, por lo que hace que dicha máquina sea ideal para el proceso debido a que la tarima está posicionada en un único punto. El proceso de empaque se centra en el brazo giratorio alrededor de la tarima, subiendo y bajando paralelamente, logrando la protección y la debida fijación del producto final, la figura 6 se detalla este producto;



Figura 8. Máquina Envolvedora Vertical.

## 4. METODOLOGÍA

Dentro de las fuentes de investigación y análisis de este proyecto, se encuentran artículos que hablan sobre proyectos realizados en Ecuador más exactamente en Quito, México, Guatemala e inclusive de compañeros de la Universidad Distrital de la Facultad de Ingeniería en Control cuyo proyecto se enfoca en el Diseño de Automatización de una Máquina Envolvedora tipo Flow Pack Horizontal con cabezal giratoria realizada en el 2015, se centra más exactamente en la utilización y programación base a partir de PLC para la automatización de la misma. Además de esto, fueron útiles libros como Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley y Diseño de Máquinas de Robert Mott, libros que se adquirieron en la Universidad y en bibliotecas públicas de Bogotá, estas referencias bibliográficas se seleccionaron con un alto interés para lo que el proyecto necesitaba y el entorno por el cual giraba la práctica de diseño. Para el manejo de esta información, y, en especial, para la problemática planteada en el proyecto, se sintetizó básicamente en el diseño de una máquina envolvedora de sujeción del film para la empresa Bridgestone de Colombia.

Los instrumentos a utilizar en cuanto a formulación y desarrollo del proyecto son áreas o materias específicas tratadas con anterioridad, como el diseño de máquinas, Diseño de elementos finitos y procesos de manufactura sin olvidar temas importantes como mecanismos, resistencia de materiales y estática.

La metodología que se usó y se tuvo en cuenta para el planteamiento, ejecución y conclusión de este proyecto van de la siguiente manera;

- 4.1. **Etapa 1:** Se consulta principalmente y con base a la problemática encontrada en la planta Bridgestone de Colombia, sobre el requerimiento de una máquina envolvedora para su proceso de protección de sus productos, de ahí se investiga varias fuentes de información en cuanto a proyectos o estudios en otros países sobre estas máquinas y su funcionamiento de acuerdo a cada operación.

- 4.2. **Etapa 2:** Luego de esto, se obtienen varios modelos y diferentes mecanismos, el cual sean viables para el respectivo diseño, se analizaron minuciosamente los elementos que la componían, sus ventajas y desventajas.
- 4.3. **Etapa 3:** Análisis de cada uno de los elementos que componen el diseño de esta máquina envolvente.
- 4.4. **Etapa 4.** Elaboración de planos con sus respectivas interpretaciones.
- 4.5. **Etapa 5.** Corrección de errores en los que hubiera lugar de acuerdo al tutor o a los respectivos jurados.
- 4.6. **Etapa 6:** Entrega del proyecto de Diseño de la máquina envolvente de sujeción del film para la empresa Bridgestone de Colombia.

## 5. CRONOGRAMA

El proyecto está estimado como tiempo de ejecución en promedio hasta 5 meses, equivalente a 20 semanas, distribuidas de la siguiente forma;

CRONOGRAMA PROYECTO																				
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVIDADES																				
Selección de la Propuesta	x																			
Revisión Bibliográfica e Investigación de la problemática		x	xx	x	x										x	x	x	x	x	
Modelos y esquemas planteados para solución del problema				xx	xx															
Análisis de cada elemento que compone la máquina						xx	xx	xx	xx											
Elaboración de planos										xx	xx	xx	xx	xx	xx					
Corrección de errores y análisis de los resultados																xx	xx	xx	x	
Entrega del Proyecto																				x

Tabla1. Cronograma

## 6. PRESUPUESTO

En lo referente al presupuesto se especula que para el posible caso de implementación del mecanismo se tengan los siguientes costos aproximados;

<b>ELEMENTOS</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
Materiales	1'500.000	\$ 1'500.000
Equipos	400.000	\$ 1'900.000
Software	200.000	\$ 2'100.000
Mantenimiento	200.000	\$ 2'300.000
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2'300.000</b>

Tabla 2. Costo de Implementación

Sin embargo, los costos del proyecto a desarrollar aplican únicamente en papelería puesto que este diseño no implica compra de elementos o construcción de elementos, son precios aproximados y serán asumidos por los estudiantes involucrados en el proyecto.

<b>ELEMENTOS</b>	<b>PRECIO</b>
Papelería	\$ 60.000
Transportes	\$ 20.000

Tabla 3. Costos de Diseño

## 7. BIBLIOGRAFÍA

PINZÓN, Luis Fernando y RAMÍREZ, Edwin Oswaldo. Diseño de automatización de una máquina envolvente tipo flow pack con cabezal rotatoria. Proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniería en Control. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad Ingeniería en Control. Colombia. 2015.

SILVA, Andrés. Diseño de un plan de mantenimiento para el sistema de empaque de la línea Quantum de la empresa papeles nacionales S.A. Proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Mecánica. Colombia. Febrero 2015.

TOAPANTA, Juan Carlos. Diseño y construcción de un prototipo para una máquina semiautomática envolvente de palets portátil con plataforma giratoria y sistema de sujeción del film. Proyecto de grado para la obtención de Ingeniero Mecánico. Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ingenierías. Ecuador. Diciembre 2014.

CASTELLANOS, José Luis, MORALES, José Guadalupe y SOTO, Ricardo. Máquina envolvente de material a granel tipo neumático. Universidad de Guadalajara. Centro de Ciencias Exactas División de Ingenierías. Proyecto de grado. México. Febrero 2002

PALACIOS, Mario. Diseño de estación de embalaje de tarimas. Proyecto de grado. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Arquitectura y Diseño. Guatemala. Marzo 2012.

GARCIA, Jessica y SALAZAR, Eduardo. Automatización de las mordazas de una máquina envolvente. Proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Instituto Politécnico Nacional. México. 2008

BUDYNAS, Richard y NISBETT, Keith. Diseño en ingeniería Mecánica de Shigley. Octava Edición. México: Ed Prentice Hall, 2008.

MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. Cuarta edición. México: Ed. Prentice Hall, 2006.

“Máquinas Envolvedoras”. Disponible en :  
<http://www.empacosa.com/es/productos/stretch-film.html>. Consultado el 7 de febrero de 2016.

“Llantas importadas crecieron 33% en últimos cinco años”. Disponible en:  
<http://www.portafolio.co/negocios/empresas/llantas-importadas-crecieron-33-ultimos-cinco-anos-136152>. Consultado el 26 de febrero de 2016.