


| UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA<br>PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA<br>FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO |   |   |
|---|---|---|
| Nº DE RADICACIÓN: _____   |   |   |
| INFORMACIÓN EJECUTORES  |   |   |
| <b>Ejecutor 1</b>   |   |   |
| Nombre (s):   | JAIME DAVID   |  |
| Apellido (s):   | GARZÓN FLÓREZ   |   |
| Código:   | 20081275037   |   |
| E-mail:   | <a href="mailto:david80977@hotmail.com">david80977@hotmail.com</a>                    |   |
| Teléfono fijo:  | (1) 7336075   |   |
| Celular:  | 3178563867  |   |
| <b>Ejecutor 2</b>   |   |   |
| Nombre (s):   |   |   |
| Apellido (s):   |   |   |
| Código:   |   |   |
| E-mail:   |   |   |
| Teléfono fijo:  |   |   |
| Celular:  |   |   |
| INFORMACIÓN DEL PROYECTO  |   |   |
| Título del Proyecto:  | DISEÑO DE UNA GRUA TIPO BANDERA PARA MOVIMIENTO Y POSICIONAMIENTO DE LAMINAS DE ACERO |   |
| Duración (estimada):  | 6 meses   |   |
| 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:   | MONOGRAFÍA  |   |
| Línea de Investigación de la Facultad*:   | INGENIERÍA MECÁNICA   |   |
| Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:   |   |   |
| Grupo de Investigación:   | N.A.  |   |
| Proyecto de Investigación:  |   |   |
| Áreas del conocimiento que involucra:   | ESTÁTICA, DINÁMICA, DIBUJO TÉCNICO, RESISTENCIA DE MATERIALES, DISEÑO DE ELEMENTOS.   |   |
| INFORMACIÓN PASANTÍA  |   |   |
| Nombre de la empresa:   |   |   |
| Dirección:  |   |   |
| Teléfonos:  |   |   |
| Correo electrónico:   |   |   |
| Página Web:   |   |   |
| INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA  |   |   |
| Director: (Vo. Bo.)   |   |   |
| Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)  | Ing. Víctor Ruiz  |   |
| Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)  | Ing. Luinni Hurtado   |   |

## CONTENIDO

|   | Pag |
|---|-----|
| INDICE DE FIGURAS                                   | 3   |
| RESUMEN   | 4   |
| 0 INTRODUCCION                                      | 5   |
| 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA                        | 5   |
| 1.1 ESTADO DEL ARTE                                 | 6   |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN                                   | 7   |
| 2 OBJETIVOS   | 8   |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL                                | 8   |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS                           | 8   |
| 3 MARCO TEORICO                                     | 9   |
| 3.1 DISEÑO  | 9   |
| 3.2 DISEÑO EN INGENIERIA MECÁNICA                   | 9   |
| 3.3 LOS TÉRMINOS MECANISMO, MÁQUINA                 | 9   |
| 3.4 GRUA  | 10  |
| 3.5 HERRAMIENTAS DE DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADORA | 10  |
| 3.6 TEORIA MECÁNICA DE MATERIALES                   | 10  |
| 3.7 ESFUERZOS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDOS            | 10  |
| 3.8 ESFUERZO CORTANTE                               | 11  |
| 3.8.1 CONVENCION DE SIGNOS                          | 12  |
| 3.9 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS                        | 13  |
| 4 METODOLOGÍA                                       | 14  |
| 5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES                         | 15  |
| 6 PRESUPUESTO DEL PROYECTO                          | 15  |
| 7 BIBLIOGRAFÍA                                      | 16  |

## INDICE DE FIGURAS

|   | <b>Pag</b> |
|---|------------|
| <b>FIGURA 1 DEPÓSITO DE LÁMINA</b>                              | <b>6</b>   |
| <b>FIGURA 2 PANTÓGRAFO C.N.C.</b>                               | <b>7</b>   |
| <b>FIGURA 3 VIGA SOMETIDA A CARGAS</b>                          | <b>10</b>  |
| <b>FIGURA 4 FLEXIÓN DE LA VIGA DEBIDO A CARGAS</b>              | <b>10</b>  |
| <b>FIGURA 5 CORTE EN LA VIGA</b>                                | <b>11</b>  |
| <b>FIGURA 6 SURGEN LAS FUERZAS QUE EQUILIBRAN AL ELEMENTO</b>   | <b>11</b>  |
| <b>FIGURA 7 ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL MOMENTO FLEXIONANTE</b> | <b>11</b>  |
| <b>FIGURA 8 VIGAS LIBRES DE CARGA</b>                           | <b>11</b>  |
| <b>FIGURA 9 FLEXIÓN POSITIVA</b>                                | <b>12</b>  |
| <b>FIGURA 10 FLEXIÓN NEGATIVA</b>                               | <b>12</b>  |
| <b>FIGURA 11 CONVENCION DE SIGNOS</b>                           | <b>12</b>  |

## **RESUMEN**

La empresa ASTECNIA S.A. presenta un cuello de botella en su línea productiva debido a que no posee mecanismos alternativos a los actuales (grúa y montacargas) para el posicionamiento o reubicación de materiales pesados en la sección de trazo y corte. Por tal razón surge la necesidad de diseñar un dispositivo alternativo que cumpla a cabalidad con tal objetivo, el cual llegará hasta la etapa de diseño y simulación por parte del proponente, la etapa de la elaboración es independiente del objeto de este trabajo y sería evaluada por la gerencia de la compañía teniendo en cuenta la relación de costo Vs beneficio.

El proyecto está presupuestado para ser llevado a cabo en un plazo máximo de 6 meses y como se estipula en el cronograma anexo a este documento; adicionalmente se llevará a cabo bajo la tutoría principal de el personal técnico y profesional de la compañía y en conjunto con el docente designado por la universidad, de esta forma se seguirá el camino mas apropiado que permita un óptimo desarrollo de la propuesta cumpliendo de manera eficaz y eficiente con los objetivos planteados.

Al culminar la etapa de diseño y simulación, se pretende que la compañía se apropie de la idea y la materialice, llevando a cabo la fabricación del dispositivo el cual en un análisis previo se comprobó que ayudaría a reducir en cierto porcentaje los costos de operación y fabricación en la empresa.

## **0. INTRODUCCION**

La competitividad es un aspecto fundamental en el desarrollo de la vida moderna y influye tanto en el ámbito individual como en el colectivo. Con lo de ámbito colectivo y para nuestro caso, se hace referencia fundamentalmente al aspecto industrial en donde las empresas o compañías día a día tienen que ser mucho más eficientes, las compañías buscan una producción elevada pero a bajos costos para obtener altos márgenes de ganancia, también es indispensable –en el proceso productivo como tal- evitar al máximo los retrasos, estancamientos, cuellos de botella o paros, ya que entorpecen la labor y esto se ve representado en la cantidad de dinero.

Con base en lo descrito anteriormente, nace la idea de ésta propuesta como respuesta a una necesidad que se logró identificar en el proceso productivo de una empresa privada del sector de la metalmecánica. Este proyecto estará dirigido a los directivos de la compañía quienes determinaran la materialización o no de la solución que se está planteando y como resultado del análisis minucioso que se llevará a cabo.

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa ASTECNIA S.A. es una compañía metalmecánica dedicada principalmente a la fabricación y comercialización de maquinaria utilizada para el proceso y manejo de materiales de tipo mineral básicamente, está además, bien posicionada a nivel nacional debido a su respaldo y experiencia. La compañía fabrica entre otros máquinas tales como: bandas transportadoras, zarandas vibratorias clasificadoras, molinos pulverizadores, trituradoras y alimentadores; éstas máquinas en su parte estructural y en un gran porcentaje se componen principalmente de láminas de acero en diferentes espesores o calibres.

La empresa se encuentra dividida en tres secciones las cuales son: trazo y corte, mecanizado y armado. En la línea de producción de esta compañía, los procesos en un 85% tienen su origen en la sección de trazo y corte, allí se lleva a cabo el proceso de dimensionamiento de la materia prima (láminas y perfiles) que se utilizarán posteriormente en las secciones de mecanizado y armado. Para el corte de la lámina, la sección cuenta con un pantógrafo del tipo C.N.C. el cual lógicamente posee una estructura sobre la que se dispone la lámina para ser cortada, las láminas que adquiere la empresa se encuentran en los formatos comerciales (2m x 1m, 4' x 8') los cuales son de gran dimensión, al momento de posicionar la lámina sobre la parrilla de corte del pantógrafo, es necesario que la grúa ingrese hasta la sección y desplace su brazo telescópico hasta el depósito de lámina (cabe resaltar que para este momento la grúa se encuentra obstruyendo la única vía de acceso y evacuación de la sección de trazo y corte) para extraerla y posicionarla en el pantógrafo, el inconveniente se presenta cuando la grúa se encuentra en mantenimiento, averiada o realizando trabajos fuera de las

instalaciones de la empresa, pues no se cuenta con un medio alternativo que realice esta labor, se podría afirmar con toda certeza que si la empresa no contara con una buena planeación de la producción, la misma se vería severamente afectada por el motivo ya mencionado.

### **1.1 ESTADO DEL ARTE**

Dentro de la investigación previa al desarrollo de éste documento con respecto a problemas similares que se hayan abordado, se encontró que específicamente en España en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, el Señor Joaquín Costa Centena desarrolló un proyecto en el año 2004 que consistió en el diseño de una grúa automontable de 8000N y 22m de flecha; de acuerdo al documento del proyecto , en España se construyen 100.000 edificios de 5 pisos por año y específicamente en Cataluña se construyen 16.000 de acuerdo a datos estadísticos de 1999. Ésta fue la motivación principal para llevar a cabo el desarrollo de éste proyecto, la metodología para abordar el problema fue la siguiente: basados en una grúa existente se pensó en la posibilidad de proponer un diseño mejorado de esta máquina, el primer punto a tener en cuenta fue el dimensionamiento de la grúa, esto se hizo tomando como referencia la aplicación del equipo, basados en esto y ya que la grúa iba a ser diseñada para la posible construcción de edificios de 5 plantas, se determinó que la altura de la máquina debía ser de 24m y el alcance de la flecha de 23m aprox. Además de esto , se tuvo en cuenta la posición de transporte del equipo la cual era indispensable por su condición de AUTOMONTABLE, de acuerdo al documento del proyecto el paso siguiente fue la selección de materiales paralelo al diseño de cada uno de sus componentes, para la selección de estos materiales se basaron principalmente en la recomendaciones consignadas en el libro de Carles Riba de acuerdo a las prestaciones del equipo, durante el proceso de diseño tuvieron en cuenta algunos de los escenarios más críticos en cuanto a condiciones adversas se refiere, para el funcionamiento de la grúa, uno de los puntos más importantes a tener en cuenta fue el de la operación del equipo con altas velocidades de viento, otro aspecto importante fue el de la seguridad y por último la facilidad de mantenimiento.

Adicional al anterior antecedente, se encontró información de otro proyecto desarrollado también en España y que tuvo por objeto diseñar una grúa giratoria de columna fija orientada a la utilización en la zona costera de España para subir y bajar embarcaciones de hasta 5Tn. La metodología para el desarrollo de éste proyecto fue en primer lugar la recolección de información en catálogos de los diferentes fabricantes y libros de aparatos de elevación; previo al diseño, la autora realizó visitas a diferentes puertos deportivos de la zona para observar su funcionamiento, posteriormente el problema se a bordo de la siguiente forma:

- Cálculo de la estructura, la cuál se rigió bajo los parámetros consignados en el libro APARATOS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE de Larrode, Miravete y la normativa FEM.
- Estado de la carga.
- Clasificación del aparato.
- Solicitaciones sobre la estructura.
- Facilidad de mantenimiento.
- Seguridad.
- Implicaciones medioambientales.

Teniendo los antecedentes enunciados anteriormente, se tomarán como referentes para el desarrollo del proyecto denominado DISEÑO DE UNA GRÚA TIPO BANDERA PARA MOVIMIENTO Y POSICIONAMIENTO DE LÁMINAS DE ACERO, en donde se tendrán en cuenta las dificultades que se presentaron en los diseños anteriores para obtener el resultado esperado del proyecto.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, las tendencias muestran que las compañías buscan el máximo de eficiencia en todos los campos y en respuesta a sus intereses económicos, esto abarca obviamente a los procesos industriales y de producción, por tal razón cada vez se está requiriendo métodos de producción más “baratos” y que mantengan un buen ritmo. Como consecuencia de lo anterior, surge la idea del reemplazo –en nuestro caso- de los métodos tradicionales para el posicionamiento o reubicación de los materiales metálicos utilizados en la compañía, tales como la grúa y el montacargas, que realizando un debido balance resulta mas costoso la operación de estos vehículos que la utilización de otro tipo de dispositivos y que a la final en muchas ocasiones (como ya se nombro en el planteamiento del problema) algunas veces no se encuentran disponibles. Por tal motivo es muy importante para la compañía, encontrar un método alternativo que facilite y garantice el traslado de las láminas utilizadas que están en la zona de depósito hacia la bancada del pantógrafo. (Figuras 1 y 2)

Figura 1. Deposito de lámina



Fuente. Autor

Figura 2. Pantógrafo C.N.C.



Fuente. Autor

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Diseñar y simular una grúa bandera de 2000 Kgf de capacidad, para la manipulación y posicionamiento de láminas metálicas.

### **3.1.1 Objetivos específicos**

- Plantear una metodología del diseño orientada a la solución del problema.
- Establecer los parámetros de funcionamiento de la máquina teniendo en cuenta los requerimientos y prestaciones que debe cumplir para un eficiente desempeño en la línea de producción.
- Diseñar los subsistemas requeridos para el funcionamiento de la máquina.
- Elaborar la evaluación financiera (como anexo del documento final) prevista para la fabricación del equipo.



### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1 DISEÑO**

La industria necesita impetuosamente resolver problemas que surgen de manera espontánea y cotidianamente en el desarrollo de sus actividades, un alto porcentaje de las soluciones que se dan a nivel industrial son el resultado de la ingeniería, la cual posee una poderosa y eficiente herramienta llamada diseño, “diseñar (o idear) es formular un plan para satisfacer una necesidad. En principio, una necesidad que habrá de ser satisfecha puede estar bien determinada.”<sup>1</sup>

#### **3.2 DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

El diseño en la ingeniería es el proceso o la metodología que se lleva a cabo para la resolución de los diferentes problemas que se presentan a diario, utilizando como principal herramienta el conocimiento. Para nuestro caso debemos ser un poco mas específicos ya que nuestra necesidad requiere la aplicación del **diseño mecánico**, el cual es “el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica: piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos diversos. En su mayor parte, el diseño mecánico hace uso de las matemáticas, las ciencias de los materiales y las ciencias mecánicas aplicadas a la ingeniería.”<sup>2</sup>

#### **3.3 LOS TÉRMINOS MECANISMO, MÁQUINA.**

En el objeto de la presente investigación se plantea el diseño de una máquina capaz de realizar una o varias tareas, indudablemente, en el proceso una herramienta que se convertirá en parte fundamental y que aportara bastante en el desarrollo del problema será el estudio y desarrollo de mecanismos. “Un mecanismo es una combinación de cuerpos rígidos o resistentes formados de tal manera y conectados de tal forma que se mueven uno sobre el otro con un movimiento relativo definido. Un ejemplo de ello es la manivela, la biela y el pistón de un motor de combustión interna”.<sup>3</sup>

Como ya se había mencionado con antelación, el resultado de esta investigación arrojará como resultado el diseño de una máquina. “Una máquina es un mecanismo o colección de mecanismos que transmiten fuerza desde la fuente de energía hasta la resistencia que se debe vencer.”<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> SHIGLEY, Joseph. Diseño en ingeniería mecánica. México. Editorial Calypso, 1986, p. 4.

<sup>2</sup> Ibid, p. 6.

<sup>3</sup> MABIE, Hamilton. Mecanismos y dinámica de maquinaria. México. Editorial Limusa, 1985, p. 28.

<sup>4</sup> Ibid, p. 28.

### **3.4 GRUA**

“Una grúa es una máquina de elevación de movimiento discontinuo destinado a elevar y distribuir cargas en el espacio suspendidas de un gancho.”<sup>5</sup>

Las grúas tipo bandera, son aquellas utilizadas para el traslado de cargas dentro de un área de trabajo definida y de un sitio a otro, generalmente pueden llegar a poseer una capacidad de carga de hasta 5000Kgf y su brazo llegar a medir hasta 6m de longitud.

### **3.5 HERRAMIENTAS DE DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADORA**

Las herramientas tradicionales continuaran siendo útiles en la elaboración de croquis y el trabajo de presentación poco detallado; sin embargo, un buen software de CAD puede crear virtualmente cualquier tipo de dibujo técnico. Los comandos de dibujo de circulo reemplazan el compás; los comandos para el trazo de líneas, la regla etc.

Un sistema CAD está formado por dispositivos de hardware empleados en combinación con software específico. El hardware de un sistema CAD consiste en dispositivos físicos empleados para dar soporte al software de CAD.

### **3.6 TEORÍA MECÁNICA DE MATERIALES**

Un factor muy importante que hará parte del proceso que se llevará a cabo es aquel que tiene que ver con las propiedades de los materiales de ingeniería, ya que de ello dependerán muchas cosas tales como: costos, métodos y procesos de fabricación, eficiencia, confiabilidad, vida esperada de la máquina entre otros.

Esto cobrará un protagonismo muy importante ya que de ello dependerá básicamente la materialización del proyecto (la cual no es el objetivo principal de esta investigación) y evitara fallas prematuras del equipo asignándole una alta confiabilidad en las labores que desarrollará.

### **3.7 ESFUERZOS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDOS**

Para la resolución de problemas en donde intervienen los diferentes tipos de esfuerzos, generalmente se parte de la hipótesis que “hay una distribución uniforme de esfuerzo”<sup>6</sup>. El resultado aparente al cual se puede llegar como objeto de tal hipótesis se le llama compresión pura, tensión pura o cortante puro, claro esta que esto depende del tipo de carga que se le aplique al cuerpo. El esfuerzo

---

<sup>5</sup> Wikipedia.(s.f.). Recuperado el 26 de noviembre de 2010 , de [http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa\\_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_(m%C3%A1quina))

<sup>6</sup> Op. Cit. p. 41.

es la intensidad de la fuerza que experimenta un cuerpo en una sección determinada de su área transversal. Definiéndose como sigue a continuación:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

En donde  $\sigma$  es el esfuerzo, F la fuerza y A corresponde al área.

### 3.8 ESFUERZO CORTANTE

El esfuerzo cortante es un término con el cual debemos familiarizarnos de manera inmediata ya que su uso será parte de la cotidianidad en el desarrollo de esta investigación.

Se procederá entonces a explicar como las diversas fuerzas aplicadas a una viga llegan a producir fuerza cortante y momento flexionante internos.

En el siguiente esquema se muestra una viga; posteriormente se aplican fuerzas a ella (Figura 2) y, debido a estas cargas, la viga sufre una deformación. Es necesario saber que ocurre internamente en la viga y para esto es imprescindible realizar un corte en una sección C (Figura 4).

Figura 3. Viga sometida a cargas

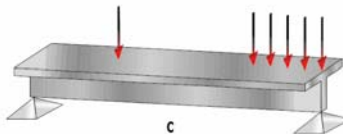
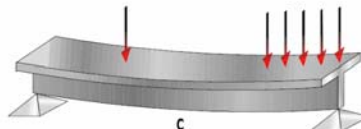


Figura 4. Flexión de la viga debido a cargas



Se requiere realizar el diagrama de cuerpo libre y encontrar las reacciones; la viga se divide en dos partes para estudiar que ocurre en el corte (Figura 5). Se realiza un cambio de perspectiva para interpretar un poco mejor la visión de las acciones internas (Figura 6) que equilibran al cuerpo con las fuerzas externas aplicadas y, entonces, visualmente se evidencian las acciones de las fuerzas V y M. Posteriormente se dibujan los esfuerzos que causan la flexión en la viga (Figura 7).

Figura 5. Corte en la viga

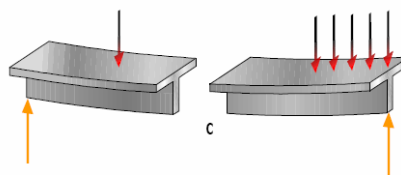


Figura 6. Surgen las fuerzas que equilibran al elemento

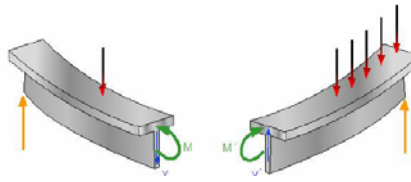
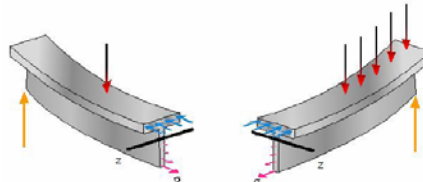


Figura 7. Esfuerzos producidos por el momento flexionante

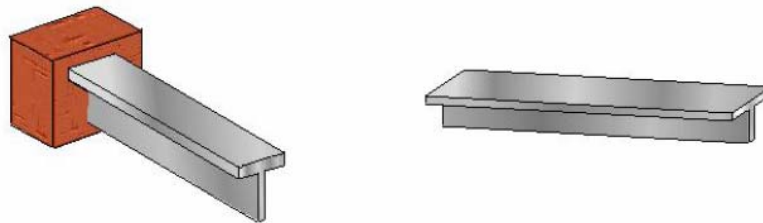


### 3.8.1 CONVENCION DE SIGNOS

Para analizar vigas sometidas a cargas se ha adoptado una convención de signos para que los cortantes y momentos estudiados tengan significado por lo cual se explicara en que caso deberá considerarse que un momento sea positivo o negativo.

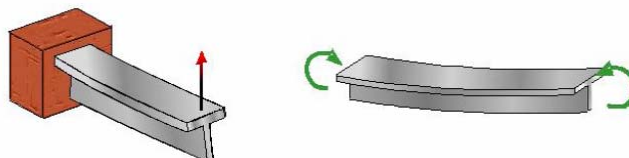
En la figura 8 se exponen dos vigas sin ningún tipo de carga.

Figura 8. Vigas libres de carga



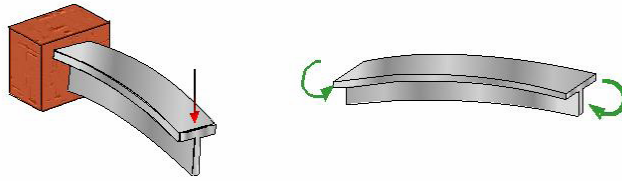
Luego de esto, a cada una se le aplican fuerzas externas diferentes, una fuerza vertical a la primera viga y a la segunda momentos. Con esto se observa una deformación "cóncava" de las vigas como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Flexión positiva



Posteriormente, se invierte el sentido de las fuerzas aplicadas y la deformación de las vigas ahora es "convexa" (Figura 10).

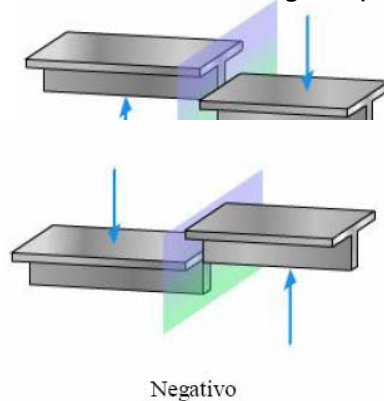
Figura 10. Flexión negativa



En la siguiente figura, se podrá apreciar la convención de signos usada para la fuerza cortante, tendremos la animación de una viga libre de cargas a la cual se le hace un corte por la mitad.

Se le aplican cargas a la viga, a ambos lados del corte, y la viga se corta. Dependiendo del sentido de las cargas aplicadas, la viga se corta de dos diferentes maneras. En la figura 11 se podrá apreciar con cuales cargas se obtiene un corte positivo y con cuales el corte negativo.

Figura 11. Convención de signos para cortante



### 3.9 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Es de vital importancia para el óptimo desempeño de ésta máquina, llevar a cabo una muy buena selección de los rodamientos a utilizar ya que se requiere que el elemento no demande un mantenimiento en periodos de tiempo demasiados cortos y mucho menos un reemplazo inesperado.

Para la selección del cojinete es importante analizar detalladamente en conjunto integro, nos referimos entonces no solo al cojinete si no que es necesario involucrar el eje y el soporte. No menos importante es que en la disposición se contemplen obturaciones que permitan una óptima lubricación y que adicionalmente este protegido contra la corrosión, para poder satisfacer y cumplir con los anteriores requerimientos, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para la selección del cojinete:

- Determinar el tamaño adecuado.
- Determinar el rodamiento adecuado.
- La forma y el diseño de los demás componentes de la disposición deben ser adecuados.
- Los ajustes y el juego interno deben ser apropiados.
- Tener en cuenta los métodos de montaje y desmontaje.

Tener en cuenta las recomendaciones anteriormente mencionada, aportaran a que se tenga una buena fiabilidad del rodamiento seleccionado y permitirá que se encuentre en los rangos de vida nominal esperados.

#### **4. METODOLOGIA**

El desarrollo del proyecto en la etapa investigativa y de diseño estará compuesta por las siguientes fases:

Fase 1: Recolección de la información.

- Exploración: se realizará una fase de documentación en donde se analizarán muy bien los requerimientos que debe cumplir la máquina tales como capacidad de carga, radio de giro, área de trabajo a cubrir, espacio disponible y diseño óptimo que contribuya a la viabilidad de su futura fabricación en la empresa. Adicionalmente, se estudiaran los antecedentes en cuanto al manejo que se le ha dado al problema en la empresa como también los antecedentes propios de la máquina a diseñar.

Fase 2: Diseño.

- Elaboración de cálculos: se tendrán en cuenta cada una de las variables que influyen en el diseño de equipos para movimiento de materiales bajo los parámetros de la normatividad vigente. Se realizarán análisis de tipo estático y dinámico con la ayuda adicional de bosquejos preliminares.
- Dimensionamiento: Corresponde a la elaboración de los planos y listado de materiales de cada uno de los subsistemas a diseñar.
- Simulación: En esta etapa de la fase 2, se recreará el funcionamiento del equipo en el software elegido, con condiciones de trabajo lo más similares posibles a las que se puede encontrar en la realidad, para comprobar la veracidad de los cálculos realizados y legitimizar el diseño en caso de su futura fabricación.

Fase 3: Presentación de la propuesta.

- Finalmente se realizará la presentación final de la propuesta ante la gerencia de ASTECNIA S.A. en donde se justificará la fabricación de la máquina respaldado por un informe de evaluación financiera y de acuerdo a un cronograma estimado de fabricación elaborado en Proyecto.

### 5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Relación de actividades a realizar en función del tiempo (meses), en el periodo de ejecución del proyecto.

| Actividad  | Meses/semanas |       |       |       |       |       |
|--|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | Mes 1         | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 |
| Documentacion y recoleccion de informacion previa a la etapa de diseño | ■             |       |       |       |       |       |
| Verificacion del espacio disponible                                    | ■             |       |       |       |       |       |
| Investigacion y analisis del funcionamiento de dispositivos similares  | ■             | ■     |       |       |       |       |
| Realizacion de bosquejos, determinacion de cargas y grados de libertad |               | ■     | ■     |       |       |       |
| Elaboracion de calculos  |               | ■     | ■     |       |       |       |
| Elaboracion de planos y listados de materiales                         |               |       | ■     | ■     |       |       |
| Primer informe de avance   |               |       | ■     |       |       |       |
| Correcciones   |               |       |       | ■     |       |       |
| Calculo de los costos  |               |       |       | ■     |       |       |
| Elaboracion de los planos  |               |       |       | ■     | ■     |       |
| Segundo informe de avance  |               |       |       |       | ■     |       |
| Elaboracion del dispositivo con cargas simuladas en COSMOS             |               |       |       |       | ■     | ■     |
| Simulacion del funcionamiento en INVENTOR                              |               |       |       |       |       | ■     |
| Elaboracion del informe final  |               |       |       |       |       | ■     |

### 6. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En el siguiente cuadro se relacionan los gastos que intervienen en el desarrollo del proyecto.

| Presupuesto General Proyecto      |                     |                         |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|
| <b>Duracion estimada en meses</b> | 6                   |                         |
| <b>Semanas</b>                    | 26                  |                         |
| Descripción                       | Costo asociado      | Fuentes de financiaci3n |
| <b>Recurso Humano Asociado</b>    | \$ 6.370.000        |                         |
| 1 Autores del proyecto            | \$ 4.680.000        | Personal                |
| 1 Director o tutor                | \$ 650.000          | Institucional           |
| 1 Apoyo tecnico                   | \$ -                |                         |
| 1 Apoyo administrativo            | \$ 1.040.000        | Empresarial             |
| 1 Asesor                          | \$ -                |                         |
| <b>Software o equipo de apoyo</b> | \$ -                | Empresarial             |
| <b>Gastos Generales</b>           | \$ 1.742.500        | Empresarial             |
| <b>Diseño muestra</b>             | \$ -                | Personal                |
| <b>Condiciones especificas</b>    | \$ -                | Empresarial             |
| <b>Subtotal</b>                   | \$ 8.112.500        |                         |
| 5% Imprevistos                    | \$ 405.625          |                         |
| <b>Total presupuestado</b>        | \$ <b>8.518.125</b> |                         |

## 7. BLIOGRAFIA

SHIGLEY, Joseh E. Diseño en ingenieria mecanica. 1985, Cuarta edicion. Mexico.

CASILLAS, A.L. Maquinas. 1997, Edicion 36. España.

BEER, Ferdinand. RUSSELL Johnston. Mecanica de materiales. 1985, Primera edicion. Mexico.

HUANG, T.C. Mecanica para ingenieros.

MABIE, Hamilton. Mecanismos y dinámica de maquinaria. México. Editorial Limusa, 1985.

AISC (American Institute of Steel Construction. Manual of Steel Construction Allowable Stress Design). 1989, Novena edición. United States of America.

AISC (American Institute of Steel Construction. Manual of Steel Construction Load and Resistance Factor Design). 1986, Primera edición. United States of America.

BAUMEISTER, Theodore. Manual del ingeniero mecánico vol I, II y III. 1984, Segunda edición. México.

ARGUELLES, Ramon. La estructura metálica de hoy. 1978, Segunda edición. España.

LOTHERS, John. Diseño de estructuras de acero. 1961, Segunda edición. México.