

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Programa de Tecnología en Mecánica

Proyecto Tecnológico

Tema:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE
DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”**

Previo a la obtención del título de:

Tecnólogo en Mecánica Industrial

Autor:

Cardona Lucitante Jaime Roberto

Tutor del proyecto

Ing. Mario Luces

Guayaquil- Ecuador

2009 - 2010

AGRADECIMIENTO

Al Programa de Becas ESPOL-REPSOL por darme la oportunidad de ampliar mis conocimientos y sobre todo por financiar el costo de mi estudio.

Mi Agradecimiento especial al Director del Proyecto ESPOL-REPSOL, Mba. Edwin Tamayo Acosta, por la confianza que me ha ofrecido a lo largo de estos años de preparación superior y sobre todo por las muchas horas de dedicación con la finalidad de motivarnos a crecer tanto en el ámbito académico como personal.

Al Ing. Mario Luces, tutor del proyecto de grado, por su inestimable ayuda y las horas de dedicación empleadas en el diseño y construcción del remolque.

DEDICATORIA

En primera instancia este trabajo dedico a Dios por darme las fuerzas necesarias para conseguir lo que me he propuesto y por ponerme personas sabias en el transcurso de mi vida.

De corazón agradezco a mis padres, Rito Cardona y Hermelinda Lucitante por su respaldo y ayuda incondicional, por su comprensión a lo largo de mi carrera estudiantil y sobre todo su amor, ya que sin el apoyo de ellos no habría culminado una etapa tan transcendental en mi vida.

Que Dios les bendiga siempre.

Jaime Cardona

A nuestros PROFESORES y DIRECTIVOS, guías y ejemplos a seguir por su abnegado esfuerzo en busca de una excelente pedagogía para nuestra preparación.

***“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”***

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Cristóbal Villacis
Coordinador del Programa de Especialización de Tecnología en Mecánica

Ing. Mario Luces
Tutor del proyecto

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este proyecto tecnológico de graduación, me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

Autor:

Jaime Cardona

RESUMEN

El Proyecto Tecnológico de Graduación “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA**”, surge de la necesidad de transportar artículos de la agricultura en el proyecto ESPOL-AMAZONIA convenio que mantiene la Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL con la amazonia.

El presente proyecto consiste diseñar y construir un remolque de dos ejes, tres puertas descubiertas y con articulación delantera, la misma que está diseñada para una capacidad de carga de 2 toneladas, diseñado con las estructuras metálicas seleccionadas de acuerdo a los cálculos breves realizados para la construcción que generalmente son materiales nuevos excepto el sistema de rodaje de la parte posterior del remolque ya que tiene adaptado una corana con capacidad de carga de 2 ,5 toneladas, la parte del rodaje delantero es construido con un tubo de acero de cedula 40 ya que por su diseño no permite adaptarle otra corona.

Para su implementación como diseño, se trabajó con los manuales de: De construcción de los materiales para realizar los respectivos cálculos de resistencia de materiales.

Este remolque está construido con perfiles UPN que son materiales laminados en caliente, este tipo de material fue seleccionado por la composición del propio material ya que tiene las características adecuadas para resistir cargas estáticas y dinámicas. Especialmente este material fue utilizado para la base del remolque.

La estructura del remolque tendrá un diseño especial en el eje delantero de las ruedas para que tenga la facilidad de girar 15° hacia la izquierda y la derecha con el fin de facilitar el transporte en el giro de las curvas de las vías de transporte.

La idea de la construcción del remolque surgió del Máster Edwin Tamayo que es el director del instituto de tecnologías de ESPOL quien tiene un convenio ESPOL-AMAZONIA en la provincia de Pastaza quienes realizan un proyecto de cultivo de plantas que están en peligro de extinción y para ello es la necesidad de construir un remolque para transportar productos agrícolas a las zonas de trabajo, como por ejemplo: plantas, abonos y herramientas necesarias para el desarrollo del trabajo.

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

CONTENIDO

CAPÍTULO I	13
1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	14
1.2 ANTECEDENTES	14
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.5 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	16
1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.....	16
1.7 JUSTIFICACION	16
1.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO.....	17
CAPÍTULO II	19
2.1 PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE (UPN)	19
2.2 ACERO LAMINADO EN CALIENTE.....	19
2.3 PERFIL UPN.....	19
2.4 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS LAMINADOS EN CALIENTE.	20
2.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO 1018.....	21
CAPÍTULO III.....	22
3.1 CONCEPTOS DE LOS ELEMENTOS Y MAQUINAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS	23
3.2 SISTEMA MIG	23
3.3 BENEFICIOS DEL SISTEMA MIG.....	24
3.4 DESCRIPCION DEL PROCESO DE SOLDADURA MIG.....	24
3.5 GASES DE PROTECCION INDURMIG.....	25
CAPÍTULO IV	26
4.1 EQUIPOS Y NORMAS DE SGURIDAD EN EL TALLER INDUSTRIAL	27
4.2 RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE SOLDADURA	27
4.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	27
4.4 EQUIPO DE SEGURIDAD MÍNIMO	28

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

CAPÍTULO V	30
5.1 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS	31
5.2 RODAMIENTOS	31
5.3 TIPOS DE RODAMIENTOS.....	31
5.4 SELECCIÓN DEL TAMAÑO DEL RODAMIENTO	32
5.5 CATALOGOS DE RODAMIENTOS	34
CAPÍTULO VI.....	35
6.1 TORNEADO CICLÍNDRICO Y CÓNICO	36
6.2 TORNEADO CILÍNDRICO	36
6.3 ESQUEMA DE ÁNGULOS DE LA HERRAMIENTA DE CORTE	37
6.4 TORNEADO CÓNICO.....	37
CAPÍTULO VII	39
7.1 PROCEDIMIENTO REALIZADO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO 40	
7.2 PRIMERA FASE.....	40
CONSULTA DE MEDIDAS ESTÁNDARES DE LOS REMOLQUES	40
7.3 SEGUNDA FASE.....	40
CÁLCULOS DE LA VIGA UPN.....	40
CALCULO DE RESISTENCIA DE MATERIALES.	50
7.4 TERCERA FASE	52
DIBUJO DE LA ESTRUCTURA EN EL SOFTWARE AUTODESK INVENTOR	52
7.5 CUARTA FASE	52
COTIZACIÓN DEL MATERIAL.....	52
COMPRA DEL MATERIAL.....	53
7.6 QUINTA FASE	53
CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA	53
CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA RÍGIDA.....	54
CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA ABATIBLE	57
7.7 SEXTA FASE.....	58
CÁLCULOS PARA DISEÑAR LOS TRENES DE RODAJE.....	58

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

D.C.L PARA LOS RODAMIENTOS	59
PLANTEAMIENTO DEL ENUNCIADO PARA EL RODAMIENTO 1	60
CÁLCULOS PARA EL SEGUNDO RODAMIENTO	61
FABRICAIÓN DE LAS PARTES DE LOS TRENES DE RODAJE.	62
ENSAMBLADO DE LOS TRENES DE RODAJE DELANTERO.	66
7.8 SEPTIMA FASE	68
PINTADO.	69
7.9 PRUEBA	70
CAPÍTULO VIII.....	71
8.1 PLANIFICACIÓN Y PLANOS DE DIBUJO.....	72
8.2 PLANEACIÓN Y CONTROL	72
8.3 CUADRO DE ACTIVIDADES	74
8.4 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN.....	77
CAPÍTULO IX.....	77
9.1 ESTIMACIÓN DE COSTOS	78
9.2 ESTRUCTURA DEL COSTO	78
9.3 COSTOS DIRECTOS.....	79
9.4 LISTADO TENTATIVO DE MATERIALES	79
9.5 MATERIA PRIMA.....	80
9.6 MANO DE OBRA DIRECTA	81
9.7 COSTOS GENERALES	82
9.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
9.9 ANEXOS.....	86
9.10 FOTOGRAFÍAS	75
9.11 DIAGRAMA DE GANT	88
9.12 BIBLIOGRAFÍA	94

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

INTRODUCCIÓN

Mi proyecto “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA” tiene como propósito académico la aplicación de todos los conocimientos y habilidades técnicas adquiridas a lo largo de mi formación académica. Entre los campos que se dará importancia es sobre la aplicación de la Resistencia de Materiales, Dibujo Técnico (Autodesk Inventor), Procesos de Manufactura, Electricidad y Mecánica Aplicada. Y como propósito fundamental aplicado a la práctica, es contar con un remolque que nos da las facilidades para trasladar maquinarias, herramientas y productos agrícolas a las zonas de trabajo y así disminuir el esfuerzo físico del hombre en el campo laboral.

El diseño y construcción del remolque tiene un costo de \$ 5181,32 el cual se detalla más adelante en el capítulo de estimación de costos; con una duración de tiempo de un mes para el diseño y tres meses para la construcción de la misma, el cual se detalla más adelante en el diagrama de Gantt.

Los materiales utilizado en la construcción de la estructura son Aceros SAE 1018 y A 36 y el acero A 37 que son perfiles laminados en caliente denominados UPN, para el construcción del mismo se ha seleccionado el material UPN 140 se ha seleccionado dicho material por la composición del mismo material ya que tiene las características adecuadas soportar cargas estáticas y dinámicas.

***“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”***

Dicho remolque será enviado la provincia de Pastaza donde se encuentra ubicado el Centro de Transferencia de Tecnología del convenio ESPOL – AMAZONÍA cuya labor principal es rescatar especies de plantas y peces que actualmente están en peligro de extinción. En éste lugar existe la necesidad de transportar maquinarias, herramientas de trabajo y desechos orgánicos que se utilizan para la cultivo de las plantas ya que con el mismo se reduce el esfuerzo físico del hombre y también se optimizan los recursos.

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.2 ANTECEDENTES

El proyecto se formó a pesar de la escasez de alumnos en el Programa de Tecnología Mecánica Industrial ya que se buscaba formar un equipo de trabajo, pero sin embargo me propuse como un reto realizar el diseño y construcción del remolque culminarlo exitosamente para que el remolque quede en buenas condiciones de uso y que realice de una forma eficiente el trabajo para el cual fue diseñado.

Para seleccionar el modelo de remolque más cercano a los requerimientos del cliente se ha recurrido al mercado en busca de un modelo apropiado para satisfacer las necesidades en los trabajos que se realizan en el convenio ESPOL – AMAZONÍA.

Se había encontrado modelos de remolque convencionales y por lo tanto no cumplían con los requerimientos para realizar dicho trabajo.

Entonces se procedió a buscar un nuevo modelo con un sistema de articulación en las ruedas delanteras que tenga la facilidad de girar para evitar el roce de las llantas delanteras en las curvas de las vías.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Director del Instituto de Tecnologías Mba. Edwin Tamayo me comento acerca del problema que tenían para realizar los trabajos en el convenio ESPOL – AMAZONÍA se presentaban ocasiones en los cuales tenían que transportar cargas de gran magnitud a la zona de trabajo y para solucionarlo lo transportaban los trabajadores o también se alquilaban medios de transporte para trasladar dicha carga y en ello se invertía muchos recursos humanos y tiempo. Entonces realizamos el respectivo análisis del problema y decidimos construir un remolque.

1.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

En primera instancia el tema fue construcción de un remolque, pero después de realizar el estudio del entorno en donde va a trabajar el remolque se realizó un diseño especial para dicho trabajo, en cuanto a la solución del problema se encontraron tres alternativas.

- Construcción de un remolque con un eje.
- Construcción de un remolque de dos ejes fijos.
- Construcción de un remolque de doble eje con articulación delantera.

De las tres alternativas mencionadas anteriormente se seleccionó la última ya que es un modelo de remolque que es diseñado para transportar cargas en vías muy estrechas y tiene la facilidad para girar en las curvas y reduce el radio de giro de todo el remolque.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

1.5 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

- Diseño y construcción de un remolque para un tractor marca Massey Ferguson

1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Realizar su respectivo diseño de construcción de estructuras metálicas aplicando normas y reglamentos correspondientes.
- Seleccionar los materiales de acuerdo a las cargas que va a soportar la estructura.
- Construir las partes del tren de rodaje en una máquina herramienta.

1.7 JUSTIFICACION

La materia “Proyecto tecnológico” me ha brindado la oportunidad de aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera universitaria, y también me ha enseñado que no todo se aprende en las aulas de clase, ya que es la práctica y la perseverancia la que hace que podamos lograr los objetivos profesionales.

En éste proyecto me he dado la oportunidad para adquirir nuevos conocimientos en cuanto a la aplicación y procesos de la soldadura MIG ya que esta máquina fue utilizada para desarrollar mi proyecto de grado.

***“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”***

1.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

Construcción de un remolque para un tractor Massey Ferguson de capacidad 2 toneladas.

Largo de caja: 3,5 m.

Ancho de caja: 1,80 m.

Peso: 6867 N

Capacidad de carga 19620N

Número de ejes: 2 ejes.

Puertas: 2 Puertas laterales, 1 puerta posterior.

Luces: Sistema eléctrico básico (posteriores y laterales)

Facilidad de articulación en las ruedas delanteras

CAPÍTULO II

PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE (UPN)

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

2.1 PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE (UPN)

2.2 ACERO LAMINADO EN CALIENTE

El proceso de laminado consiste en calentar previamente los lingotes de acero fundido a una temperatura que permita la deformación del lingote por un proceso de estiramiento que se produce en una cadena de rodillos a presión llamado tren de laminación.

Estos rodillos van conformando el perfil deseado hasta conseguir las medidas adecuadas. Las dimensiones del acero que se consigue no tienen tolerancias muy ajustadas y por eso muchas veces a los productos laminados hay que someterlos a fases de mecanizado para ajustar su tolerancia.

Acero realizado en caliente mediante láminas, cuya sección tiene la forma de U. Son conocidas como perfil UPN. Sus usos incluyen la fabricación de estructuras metálicas como vigas, viguetas, carrocerías, cerchas, canales, etc.

2.3 PERFIL UPN

Un perfil UPN es un tipo de producto laminado cuya sección tiene forma de U.

Las caras exteriores de las alas son perpendiculares al alma, y las interiores presentan una inclinación del 8% respecto a las exteriores, por lo que las alas tienen espesor decreciente hacia los extremos. La superficie interior de la unión entre el alma y las

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

alas es redondeada. Las alas tienen el borde exterior con arista viva y la superficie interior redondeada.

Se usan como soportes y pilares, soldando dos perfiles por el extremo de las alas, formando una especie de tubo de sección casi cuadrada, con momento de inercia muy semejante en sus dos ejes principales. Adicionalmente, en algunos casos permite el uso del espacio interior para realizar conducciones.

2.4 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS LAMINADOS EN CALIENTE.

- Límite elástico = 235,4 MPa
- $E = 206010 \text{ MPa}$
- $G = 79461 \text{ MPa}$



***“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”***

2.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO 1018

Resistencia a la Tracción = 447,3 MPa

Punto de Cedencia 378,7 MPa

Alargamiento en (0,05m) 28%.

Reducción del área 55%.

Esfuerzo máximo 440 MPa.

Módulo de elasticidad 205 GPa.

Porcentaje de carbono 0,15 - 20 %

CAPÍTULO III

CONCEPTOS DE LOS ELEMENTOS Y MAQUINAS HERRAMIENTAS
UTILIZADAS

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

3.1 CONCEPTOS DE LOS ELEMENTOS Y MAQUINAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS

3.2 SISTEMA MIG

Éste sistema está definido por la AWS como un proceso de soldadura al arco, donde la fusión se produce por calentamiento con un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo y la pieza, donde la protección de arco se obtiene de un gas suministrado en forma externa, el cual protege de la contaminación atmosférica y ayuda estabilizar el arco.

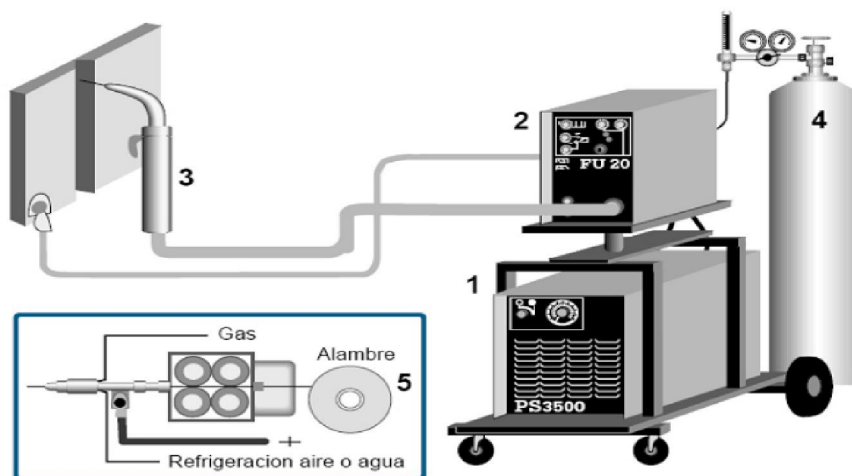


Figura 3.1 Diagrama esquemático del equipo MIG

1.-	Una máquina soldadora.
2.-	Un alimentador que controla el avance del alambre a la velocidad requerida.
3.-	Una pistola de soldar para dirigir directamente el alambre al área de soldadura.
4.-	Un gas protector para evitar la contaminación del baño de fusión.
5.-	Un carrete de alambre del tipo i diámetro especificado.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

3.3 BENEFICIOS DEL SISTEMA MIG

1.	No genera escoria.
2.	Alta velocidad de deposición.
3.	Alta eficiencia de deposición.
4.	Fácil de usar.
5.	Mínima salpicadura.
6.	Aplicable a altos rangos de espesores.
7.	Baja generación de humos.
8.	Es económica.
9.	La pistola y los cables de soldadura son ligeros haciendo más fácil su manipulación.
10.	Es uno de los más versátiles entre todos los sistemas de soldadura.
11.	Rapidez de deposición.
12.	Alto rendimiento.
13.	Posibilidad de automatización.

3.4 DESCRIPCION DEL PROCESO DE SOLDADURA MIG

La Sociedad Americana de Soldadura (AWS) define el proceso MIG como un proceso de soldadura al arco que produce coalescencia de metales al calentarlos con un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y la pieza a ser soldada. La protección se obtiene en forma completa de un gas suministrado en forma externa.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

En este proceso de soldadura se incorpora la alimentación automática de un electrodo consumible y continuo, ya que el equipo sostiene el control automático del arco. Los únicos controles manuales que el operador para la operación semiautomática son la posición de la pistola, la dirección y la velocidad de la soldadura.

El proceso MIG se utiliza para soldar todos los metales comercialmente importantes, tales como acero, cobre, aluminio y acero inoxidable. Permite soldar en cualquier posición y se emplea generalmente corriente continua electrodo positivo.

3.5 GASES DE PROTECCION INDURMIG

El gas de protección, dependiendo de sus propiedades físico – químicas, afecta al potencial de ionización y por tanto al voltaje de inicio del arco; a la tensión superficial y por ende el ángulo de mojado entre el metal fundido y el metal base; a la potencia térmica del arco transferido al metal base y a la conductividad térmica, lo que incide en la penetración del cordón. Los gases de protección más comúnmente empleados en soldadura MIG y sus propiedades, son entregados en la tabla 3.1

Una de las cualidades más sobresalientes de los gases es el hecho de que podemos realizar mezclas de dos o más componentes con gran facilidad, consiguiendo con esto una suma aproximada de sus propiedades particulares. Esto es en esencia lo que genera un enorme potencial de aplicaciones ya que preparando una mezcla adecuada podemos conseguir prácticamente las propiedades que deseemos para la unión soldada.

CAPÍTULO IV

EQUIPOS Y NORMAS DE SEGURIDAD EN EL TALLER INDUSTRIAL

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

4.1 EQUIPOS Y NORMAS DE SEGURIDAD EN EL TALLER INDUSTRIAL

4.2 RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE SOLDADURA

Antes de empezar cualquier operación de soldadura de arco, se debe hacer una inspección completa del soldador y de la zona donde se va a usar. Todos los objetos susceptibles de arder deben ser retirados del área de trabajo, y debe haber un extintor apropiado de PQS o de CO₂ a la mano, no sin antes recordar que en ocasiones puede tener manguera de espuma mecánica.

Los interruptores de las máquinas necesarias para el soldeo deben poderse desconectar rápida y fácilmente. La alimentación estará desconectada siempre que no se esté soldando, y contará con una toma de tierra

Los porta electrodos no deben usarse si tienen los cables sueltos y las tenazas o los aislantes dañados.

La operación de soldadura deberá llevarse a cabo en un lugar bien ventilado pero sin corrientes de aire que perjudiquen la estabilidad del arco. El techo del lugar donde se suelde tendrá que ser alto o disponer de un sistema de ventilación adecuado. Las naves o talleres grandes pueden tener corrientes no detectadas que deben bloquearse.

4.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

La radiación de un arco eléctrico es enormemente perjudicial para la retina y puede producir cataratas, pérdida parcial de visión, o incluso ceguera. Los ojos y la cara del

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

soldador deben estar protegidos con un casco de soldar homologado equipado con un visor filtrante de grado apropiado.

La ropa apropiada para trabajar con soldadura por arco debe ser holgada y cómoda, resistente a la temperatura y al fuego. Debe estar en buenas condiciones, sin agujeros ni remiendos y limpia de grasas y aceites

Deben evitarse por encima de todo las descargas eléctricas, que pueden ser mortales. Para ello, el equipo deberá estar convenientemente aislado (cables, tenazas, porta electrodos deben ir recubiertos de aislante), así como seco y libre de grasas y aceite. Los cables de soldadura deben permanecer alejados de los cables eléctricos, y el soldador separado del suelo; bien mediante un tapete de caucho, madera seca o mediante cualquier otro aislante eléctrico. Los electrodos nunca deben ser cambiados con las manos descubiertas o mojadas o con guantes mojado.

4.4 EQUIPO DE SEGURIDAD MÍNIMO

Para realizar cualquier tipo de soldadura eléctrica, el operario deberá contar con el equipo de protección necesario. Este cumple con la función de proteger al soldador de las chispas y el calor, y de la luz intensa producida durante el proceso de soldadura. Las reglas de seguridad que siempre deben ser cumplidas son las siguientes, a saber:

- Utilizar siempre máscara o casco con vidrios del grado de protección correcto.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

- Antes de comenzar a soldar, examinar si los lentes protectores del casco no posee grietas o fisuras.
- Utilizar siempre ropa resistente, junto con delantal de cuero o de- carne con protección de plomo. Cubrir el cuerpo y los brazos con ropas pesadas y totalmente abotonadas.
- Antes de comenzar a soldar, comprobar que las demás personas estén protegidas contra las radiaciones que se desprenderán por efecto del arco eléctrico.
- Utilizar una pantalla no reflectante para proteger a las personas que trabajan cerca de usted de los destellos luminosos. Nunca comience a soldar cerca de una persona que no esté protegida.
- Utilizar ropas de color oscuro, ya que las de color claro reflejará la luz del arco eléctrico.
- Nunca trabajar en un lugar húmedo o con agua, ya que se producirían descargas eléctricas a tierra a través del operario.
- Compruebe que la pieza y/o el banco de trabajo estén conectados eléctricamente a tierra.

CAPÍTULO V

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

5.1 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

5.2 RODAMIENTOS

Un rodamiento, también denominado rulemán, rolinera, rúleman, cojinete, balinera o balero (en México) o rodaje (en Perú) o caja de bolas (en Cuba) o también Bolillero en Argentina, es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

5.3 TIPOS DE RODAMIENTOS

- Rodamientos rígidos de bolas
- Rodamientos de agujas
- **Rodamientos de rodillos cónicos**
- Rodamientos de rodillos cilíndricos de empuje
- Rodamientos axiales de rodillos a rótula
- Rodamientos de bolas a rótula
- Rodamientos de rodillos cilíndricos
- Rodamientos de rodillos a rótula
- Rodamientos axiales de bolas de simple efecto
- Rodamientos de aguja de empuje

Para la selección de los rodamientos del tren de rodaje delantero se utilizó el catálogo SKF que es de una organización internacional industrial y comercial, que comprende de 180 compañías con más de 80 fábricas en más de 130 países.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

Cada tipo de rodamiento tiene propiedades características que lo hace particularmente adecuado para ciertas aplicaciones. Sin embargo, no es posible establecer reglas rígidas para la selección del tipo de rodamiento, pues para ello se han de considerar diversos factores:

- Espacio disponible.
- Magnitud de la carga.
- Dirección de la carga.
- Velocidad.

5.4 SELECCIÓN DEL TAMAÑO DEL RODAMIENTO

Capacidad de carga.

El tamaño del rodamiento para una determinada aplicación se selecciona en base a su capacidad de carga respecto a las cargas que ha de soportar y a los requisitos sobre duración y fiabilidad.

Se usa la capacidad de carga dinámica C para los cálculos en que intervienen rodamientos sometidos a esfuerzos dinámicos, es decir al seleccionar un rodamiento que gira sometido a carga.

Duración del rodamiento.

La duración del rodamiento se define como el número de revoluciones o de horas a una velocidad constante determinada.

Fórmula para la duración del rodamiento.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

La relación existente entre la duración nominal, la capacidad de carga y la carga aplicada al rodamiento, viene expresada por la ecuación.

$$L_{10} = (C/P)^p \quad \text{ó} \quad C/P = L_{10}^{1/p}$$

Donde:

L_{10} = Duración nominal en millones de revoluciones.

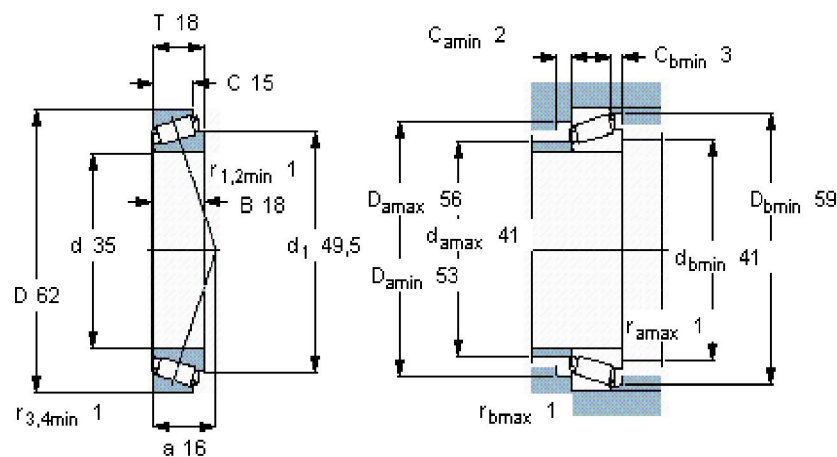
C = Capacidad de carga dinámica en N.

P = Carga dinámica equivalente sobre el rodamiento en N. (Ver tabla 1 y 2)

p = Exponente de la fórmula de la duración siendo:

$p=3$ para rodamiento de bolas.

$p=10/3$ para rodamientos de rodillos.



“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

5.5 CATALOGOS DE RODAMIENTOS

Rodamientos de rodillos cónicos, de una hilera									
Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	T	C	C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm	kg	* - Rodamiento SKF Explorer	
41,275	82,55	26,543	73,7	91,5	10,6	6000	9000	0,62	M 802048/011/QCL7C
41,275	87,312	30,162	102	132	15	6000	8500	0,85	3585/3525/Q
44,45	95,25	30,958	101	122	14	4800	7000	1,00	HM 903249/2/210/2/Q
44,45	95,25	30,958	101	122	14	4800	7000	1,00	HM 903249/W/210/QCL7C
44,45	104,775	36,512	145	204	22,4	4500	6700	1,50	HM 807040/010/QCL7C
44,45	107,95	36,512	151	190	22,8	4800	7000	1,70	535/532 X
44,45	111,125	38,1	151	190	22,8	4800	7000	1,85	535/532 A
45	75	20	58,3	80	8,8	6300	8500	0,34	32009 X/Q
45	80	26	96,5	114	12,9	6700	8000	0,56	33109/Q
45	85	20,638	70,4	81,5	9,3	6000	8500	0,50	358 X/354 X/Q
45	85	20,75	66	76,5	8,85	6000	8000	0,48	30209 J2/Q
45	85	24,75	91,5	98	11	6300	8000	0,58	32209 J2/Q
45	85	32	108	143	16,3	5300	7500	0,82	33209/Q
45	90	24,75	82,5	104	12,2	5300	8000	0,65	32210/45 BJ2/QVB022

Tabla 5.1 Catálogo de rodamientos

Rodamientos de rodillos cónicos, de una hilera									
Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	T	C	C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm	kg	* - Rodamiento SKF Explorer	
35	62	18	37,4	49	5,2	8000	11000	0,22	32007 J2/Q
35	62	18	42,9	54	5,85	8500	11000	0,22	32007 X/Q
35	72	18,25	51,2	56	6,1	7000	9500	0,32	30207 J2/Q
35	72	24,25	66	78	8,5	7000	9500	0,43	32207 J2/Q
35	72	28	84,2	106	11,8	6300	9500	0,56	33207/Q
35	80	22,75	72,1	73,5	8,3	6700	9000	0,52	30307 J2/Q
35	80	22,75	72,1	73,5	8,3	6700	9000	0,52	30307 RJ2/Q
35	80	22,75	61,6	67	7,8	6000	8500	0,52	31307 J2/Q
35	80	32,75	93,5	114	13,2	6000	8500	0,80	32307 BJ2/Q
35	80	32,75	95,2	106	12,2	6300	9000	0,73	32307 J2/Q

Tabla 5.2 Catálogo de rodamientos

CAPÍTULO VI

TORNEADO CICLINDRICO Y CÓNICO

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

6.1 TORNEADO CICLÍNDRICO Y CÓNICO

6.2 TORNEADO CILÍNDRICO

Maquinado es un proceso utilizado para dar forma y dimensiones específicas a una pieza, mediante la elaboración de material, utilizando una herramienta de corte, que puede ser mono cortante o multicortante.

En el proceso de torneado podemos realizar diferentes geometrías, según sean requeridas, es necesario elegir los parámetros de corte adecuados para el buen desempeño de la herramienta de corte y para obtener dimensiones exactas, podemos obtener piezas con muy buen acabado superficial y con dimensiones complicadas, es por eso que podemos realizar desde un cilindro hasta un roscado.

Todas las operaciones implican diferentes parámetros de corte para poder controlar las diferentes geometrías que se requieren.

La formación de la viruta dependerá que la dureza de la herramienta sea mayor a la de la pieza, de la profundidad de corte, avance y fuerza. La viruta que se obtenga del torneado, tendrá un mayor espesor a la profundidad de corte, mayor dureza a la de la pieza, además de que el lado de contacto con la herramienta de corte presentará un aspecto pulido, mientras que el otro lado sea rugoso por el proceso de corte.

Cuando la herramienta incide en la pieza a trabajar, se deben de regular los ángulos de ataque, esto es para que cuando sea el arranque de material, la energía para

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

producir viruta pueda vencer tanto la fuerza de corte y la fuerza de rozamiento, además de que según sean los ángulos del maquinado será el desalojo de la viruta.

6.3 ESQUEMA DE ÁNGULOS DE LA HERRAMIENTA DE CORTE

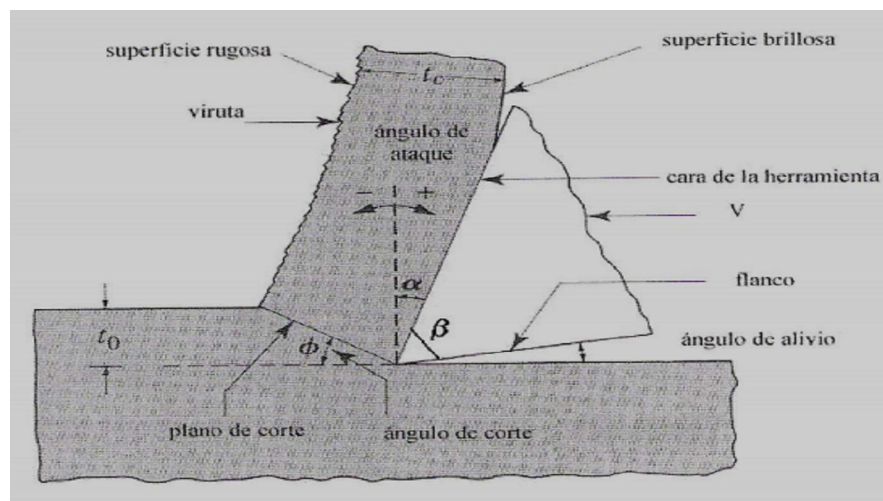


Figura 6.1 Ángulos de la herramienta de corte

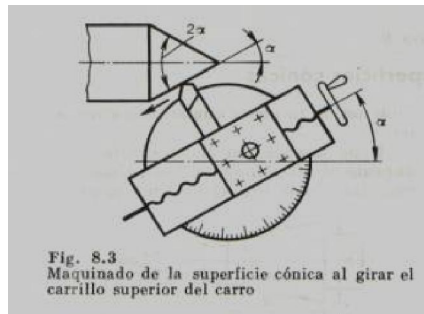
6.4 TORNEADO CÓNICO

El maquinado de piezas con superficies cónicas está ligado a la formación del cono, para el cual son características las dimensiones siguientes: (fig. 8.1): Los diámetros menor (d) y mayor (D) y la distancia (l) entre los planos, en los cuales se encuentran circunferencias con diámetros D y d . El ángulo α que como se indica es llamado ángulo de inclinación del cono y el ángulo 2α , ángulo del cono.

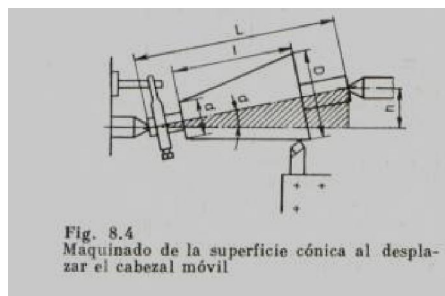
Las superficies cónicas con inclinaciones grandes pueden mecanizarse girando el carrillo superior del carro con el portaherramientas (fig. 8.3) a un ángulo α igual al de

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

inclinación del cono que se elabora. El avance de la cuchilla se opera a mano (mediante la manivela de desplazamiento del carrillo superior), lo cual es un defecto de este procedimiento, puesto que la irregularidad del avance manual conduce al aumento de la rugosidad en la superficie labrada. De acuerdo con el procedimiento indicado se mecanizan las superficies cónicas, cuya longitud es conmensurable con la de la carrera del carrillo superior.



Las superficies cónicas de grandes longitudes con $\alpha = 8 \dots 10^\circ$ pueden ser maquinadas desplazando el cabezal móvil (fig. 8.4) a una magnitud $h = L \cdot \sin \alpha$. Si los ángulos son pequeños, $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$ y $h \approx L (D-d)/2l$. Si $L=l$, entonces $h = (D-d)/2$.



CAPÍTULO VII

PROCEDIMIENTO REALIZADO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

7.1 PROCEDIMIENTO REALIZADO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Para la realización técnica del Proyecto-Tecnológico de Graduación, establecí el proyecto en fases, las cuales se detallan a continuación. Además la realización del proyecto está descrita en el cronograma adjunto representado en el Diagrama de Gantt

7.2 PRIMERA FASE

CONSULTA DE MEDIDAS ESTÁNDARES DE LOS REMOLQUES

De acuerdo de las investigaciones que se ha realizado en la Web, libros y en la comisión de tránsito del Guayas no hay ningún reglamento donde estipule las medidas estándares de los remolques.

Para la fijación de las dimensiones físicas del remolque se tomo las dimensiones de un remolque que se encontró en el mercado.

7.3 SEGUNDA FASE

CÁLCULOS DE LA VIGA UPN

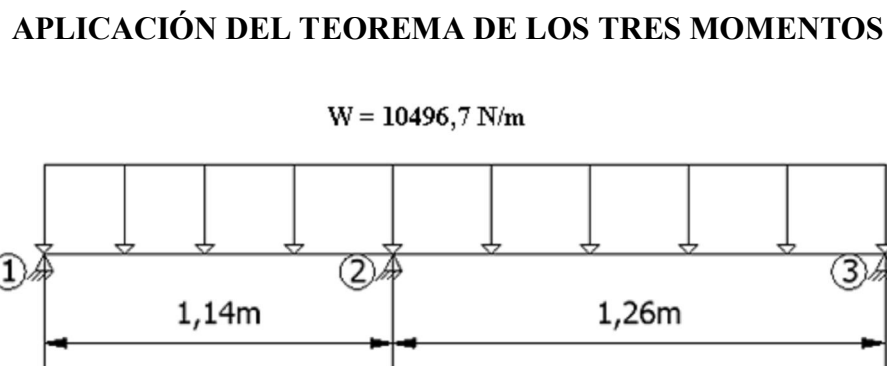


Fig. 7.1 Carga distribuida en la viga

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

ANÁLISIS SECCIÓN 1 A 2

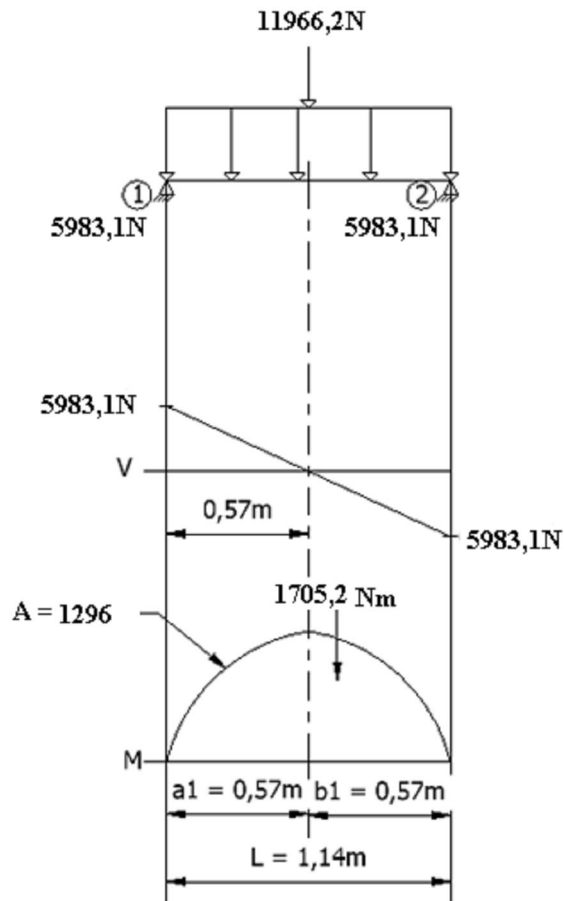


Fig. 7.2 Diagrama de cuerpo libre sección 1-2

$$M = \frac{b \cdot h}{2}$$

$$M = \frac{(0,57m)(5983,1N)}{2}$$

$$M = 1705,17 \text{ N.m}$$

$$A_1 = \frac{2}{3} ab$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

$$A_1 = \left(\frac{2}{3} (1705,17)(0,57m) \right) * 2$$

$$A_1 = 1296m^2$$

ANALISIS SECCIÓN 2 A 3

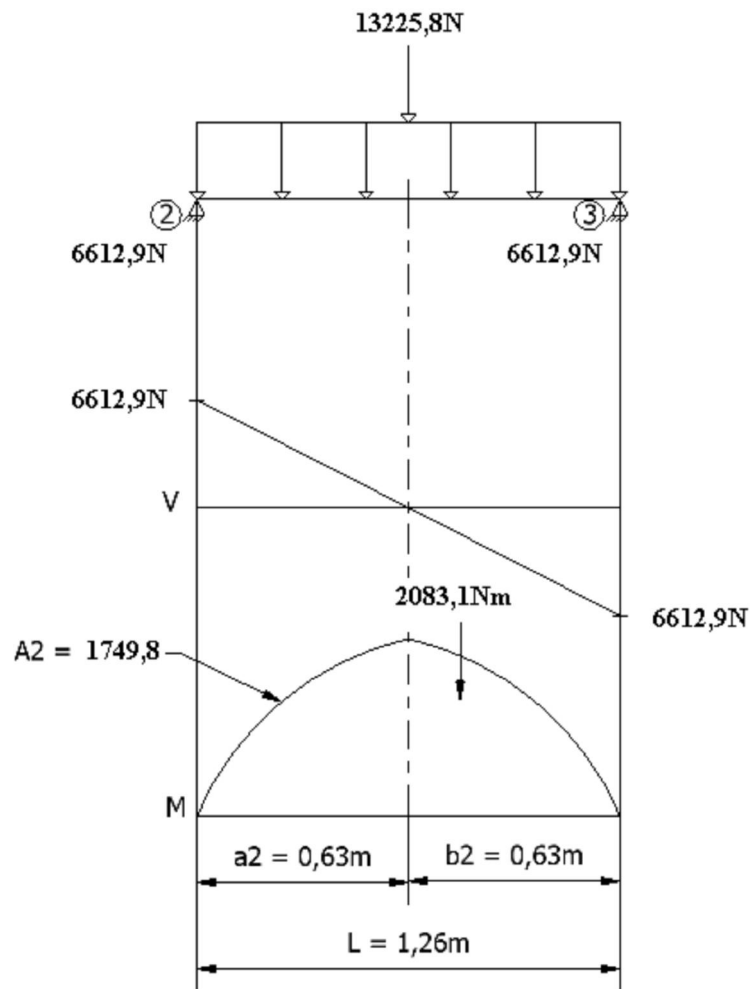


Fig. 7.3 Diagrama de cuerpo libre sección 2-3

$$M = \frac{b \cdot h}{2}$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

$$M = \frac{(0,63m)(6612,9N)}{2}$$

$$M = 2083,1Nm$$

$$A_1 = \frac{2}{3}ab$$

$$A_2 = \left(\frac{2}{3} (2083,1Nm)(0,63m) \right) * 2$$

$$A_2 = 1749,8m^2$$

TEOREMA DE LOS TRES MOMENTOS

$$M_1 L_1 + 2M_2(L_1 + L_2) + M_3 L_2 = -\frac{6A_1 a_1}{L_1} - \frac{6A_2 b_2}{L_2}$$

$$\begin{aligned} M_1 (1,14) + 2M_2(1,14 + 1,26) + M_3(1,26) \\ = -\frac{6(1296)(0,57)}{1,14} - \frac{6(1749,8)(0,63)}{1,26} \end{aligned}$$

$$1,14M_1 + 4,8M_2 + 1,26M_3 = -9137,4$$

Si M_1 y M_3 son igual a 0, resolviendo la ecuación despejamos M_2

$$1,14(0) + 4,8M_2 + 1,26(0) = -9137,4$$

$$M_2 = -\frac{9137,4}{4,8}$$

$$M_2 = -1903,6 Nm$$

Con el valor de los momentos calculados, sustituimos en las ecuaciones de fuerza, calculando las fuerzas en los tramos con los valores encontrados para obtener las reacciones reales de los apoyos.

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

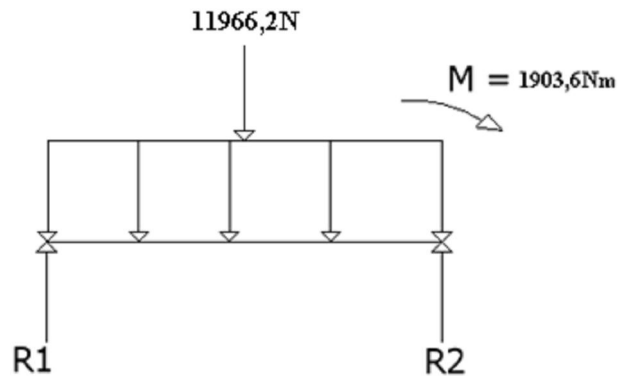


Fig. 7.4 Diagrama de Fuerzas cortantes 1-2

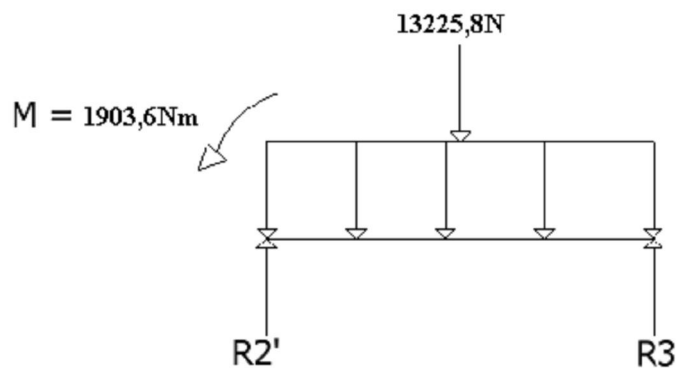
$$F = F_{ext.}$$

$$-1903,6Nm = -11966,2N(0,57m) + R1(1,14m)$$

$$R1 = \frac{-1903,6Nm + 11966,2N(0,57m)}{1,14}$$

$$R1 = 4313,3 N$$

$$R2 = 7652,9N$$



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

Fig. 7.5 Diagrama de Fuerzas cortantes 2-3

$$M = M_{ext.}$$

$$-1903,6Nm = -13225,8N(0,63m) + R3(1,26m)$$

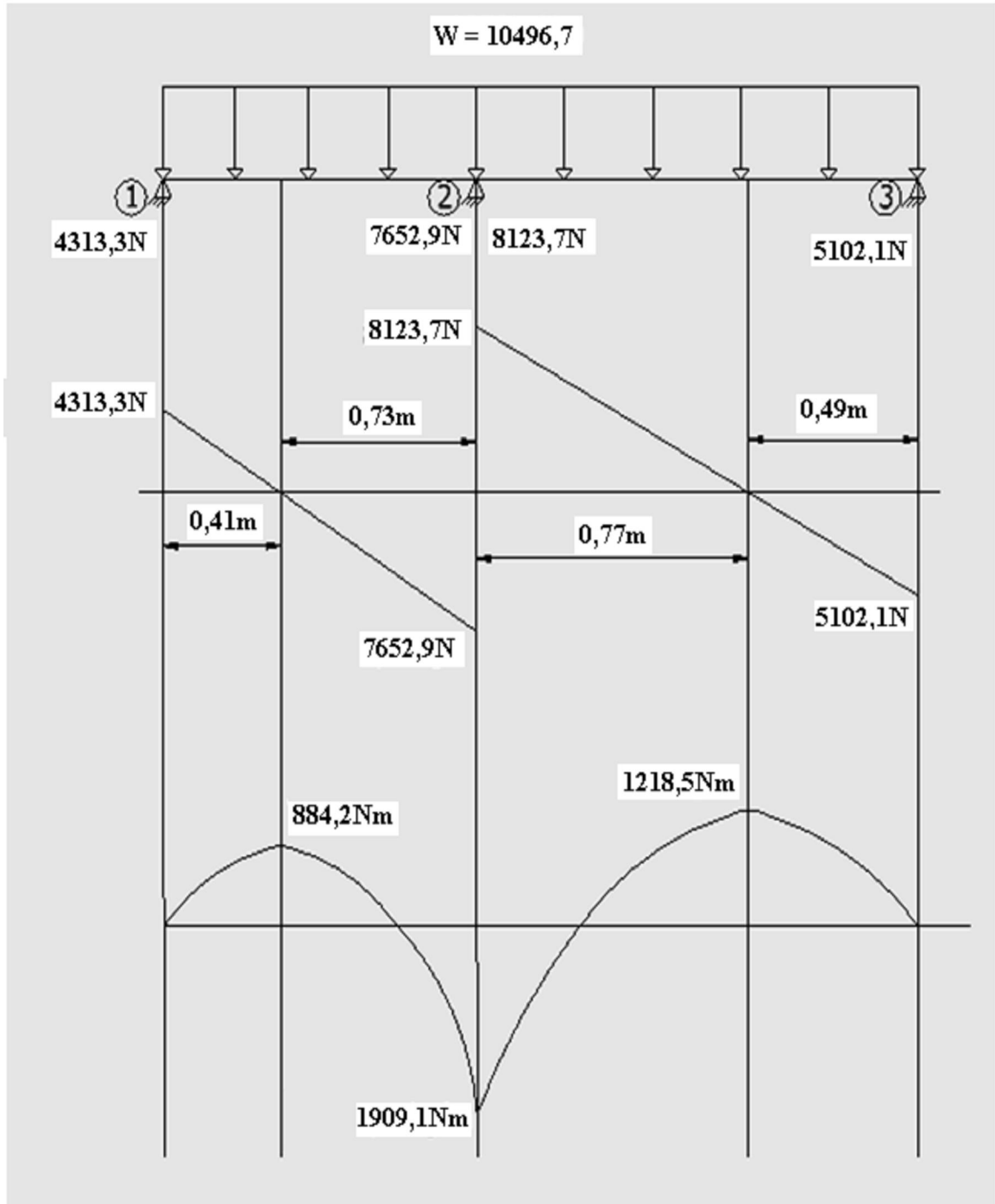
$$R3 = \frac{-1903,6Nm + 13225,8N(0,63m)}{1,26}$$

$$R3 = 5102,1 N$$

$$R2' = 8123,7 N$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

TABLA GENERAL DE LOS CÁLCULOS



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

Figura 7.6 Diagrama de fuerzas cortantes y Momentos

SIMBOLOGÍA

W_x = Módulo resistente de la sección respecto al eje x – x

W_y = Módulo resistente de la sección respecto al eje y – y

I_{xx} = Momento de inercia de la sección respecto al eje x – x

σ_F = Esfuerzo admisible del material

A = Área de la sección

L = Longitud de la viga entre apoyos

Mf = Momento flector de la viga

$$W_y = 8,64 \times 10^{-5} m^3$$

$$I_y = 6,04 \times 10^{-5} m^4$$

$$\sigma_F = 235,4 MPa$$

$$A = 2,04 \times 10^{-3} m^2$$

$$Mf = 1909,1 Nm$$

$$\sigma_F = \frac{Mf}{W_y}$$

$$W_y = \frac{Mf}{\sigma_F}$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

$$W_y = \frac{1909,1Nm}{235,4 MPa}$$

$$W_y = 8,11 \times 10^{-6} m^3$$

ANÁLISIS DE LA VIGA TRANSVERSAL

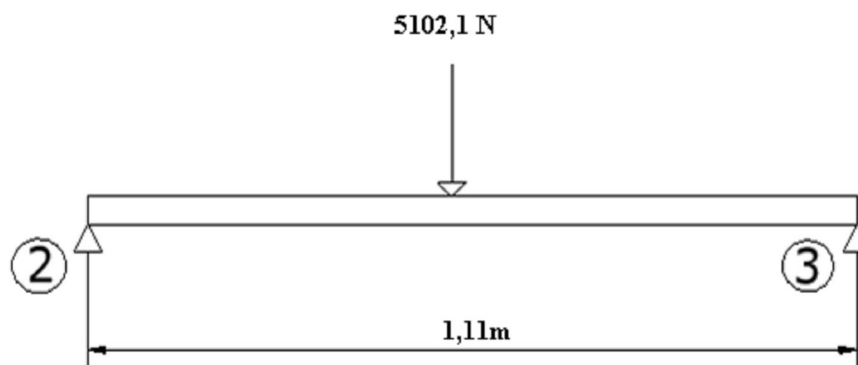


Fig. 7.7 Diagrama de cuerpo libre de la viga transversal

DATOS

$$R_3 = 5102,1 N$$

$$W_y = 1,48 \times 10^{-5} m^3$$

$$I_y = 6,27 \times 10^{-5} m^4$$

$$\sigma_F = 235,4 MPa$$

$$A = 2,04 \times 10^3 m^2$$

$$L = 1,11m$$

$$M_f = \frac{F \cdot L}{4}$$

$$M_f = \frac{(5102,1N)(1,11m)}{4}$$

$$M_f = 1415,8Nm$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

$$\sigma_F = \frac{Mf}{W_y}$$

$$W_y = \frac{Mf}{\sigma_t}$$

$$W_y = \frac{1415,8Nm}{235,4 MPa}$$

$$W_y = 6,01m^3$$

$$Y_{ad} = \frac{L}{500}$$

$$Y_{ad} = \frac{1,11m}{500} = 2,22 \cdot 10^{-3}m$$

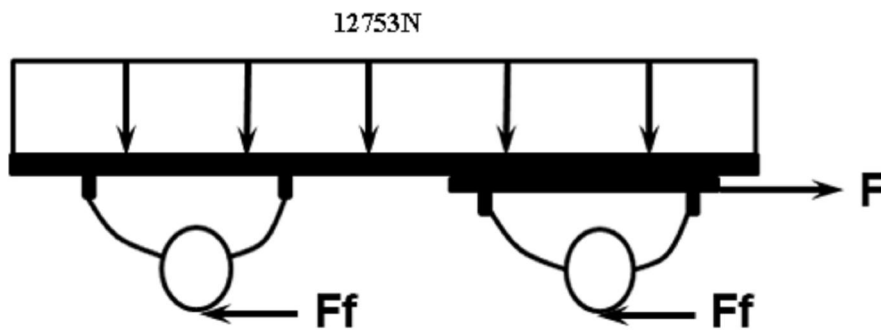
$$Y_{m\acute{a}x} = \frac{F L^3}{48 EI}$$

$$Y_{m\acute{a}x} = \frac{(1415,8Nm) (1,11m)^3}{48 (2,1 \cdot 10^6) (6,27 \cdot 10^{-5}m^4)}$$

$$Y_{m\acute{a}x} = 0,31m$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

CALCULO DE RESISTENCIA DE MATERIALES.



$$\Sigma F_x = 0$$

$$F - 2Ff = 0$$

$$F = 2Ff$$

$$Ff = \mu \cdot N$$

$$F = (2)(0,6)(12753N)$$

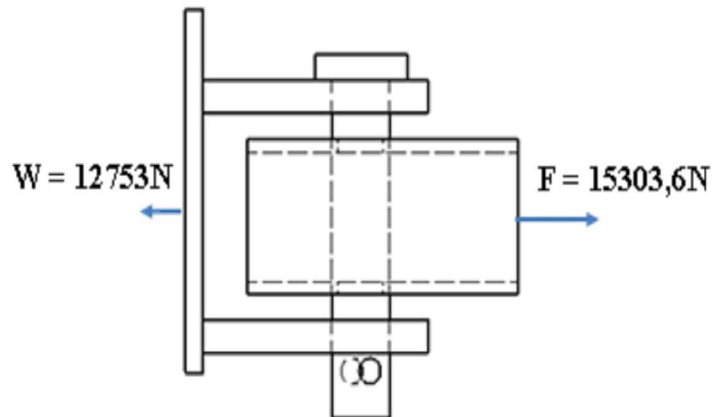
$$F = 15303,6N$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$W - N = 0$$

$$W = N$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**



Mat. Acero 1018

$$\theta_{eje} = \frac{3}{4}'' = 0,019m$$

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

$$\tau = \frac{F}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}$$

$$\tau = \frac{15303,6N}{\frac{1}{4}\pi(0,019m)^2}$$

$$\tau = 53975,48Pa$$

Resistencia a la Tracción = (447,4 MPa)

Si comparamos el valor obtenido de los cálculos según las dimensiones del pasador la resistencia a la tracción que realiza el pasador para mover el remolque es menor a la resistencia de tracción del material, entonces se concluye que el diámetro del pasador es adecuado para el trabajo seleccionado.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

Para la fabricación de los pasadores se realizaron los cálculos con la carga máxima del remolque dividida para dos con la finalidad de encontrar la resistencia a la tracción de un solo pasador.

7.4 TERCERA FASE

DIBUJO DE LA ESTRUCTURA EN EL SOFTWARE AUTODESK

INVENTOR

Se realizó el respectivo diseño utilizando el software Autodesk Inventor antes de realizar la compra del material, ya que es muy importante tener el dibujo en conjunto para definir la cantidad de material que se va a requerir para construir el remolque, se dibujó el remolque para proceder a proyectar los planos de cada estructura del remolque.

Es el primer paso que se debe realizar en un diseño previo a construir algún sistema mecánico ya que el software para diseño, nos permite comprender de una manera más sencilla la construcción de cualquier proyecto y nos facilita el desarrollo del proyecto con los planos y especificaciones realizados en el software Autodesk Inventor.

El mismo diseño también es muy importante porque nos sirve para realizar los cálculos de resistencia de materiales.

7.5 CUARTA FASE

COTIZACIÓN DEL MATERIAL.

La cotización del material se lo realizo en varias ferreterías porque no se encontraba todo el material necesario en una sola ferretería, y era muy importante realizar las

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

cotizaciones para solicitar el dinero ya que el Centro de Transferencia de Tecnologías nos exigen las cotizaciones para facilitarnos el dinero y poder adquirir el material necesario para la construcción de dicho proyecto.

COMPRA DEL MATERIAL.

La compra del material se realizo en varias rutinas ya que no era muy importante la adquisición de todos los materiales el mismo día.

El costo total de la construcción del remolque fue financiado por el Centro De Transferencia de Tecnologías. Que es un proyecto desarrollado para cubrir las necesidades de las actividades y proyectos que se realizan para los beneficios de la institución, el cual éste proyecto será enviado a la Amazonía después de realizar la sustentación de mi proyecto de graduación.

7.6 QUINTA FASE

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA

En la construcción de la estructura del remolque se lo realizó de la siguiente forma:

Se dividió la estructura en dos grandes partes ya que la explicación del desarrollo del proyecto sería muy extensa en un solo tema, la primera parte se le denomina como la estructura rígida que corresponde el chasis del remolque con la estructura pequeña articulada.

La segunda parte es la construcción de la estructura abatible lo que corresponde al cajón del remolque.

A continuación se detalla el desarrollo de las dos estructuras.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA RÍGIDA

Para la construcción de la estructura rígida del remolque se realizó de la siguiente manera.

- Trazado de las vigas UPN 140.
- Corte de las vigas.
- Pulido de las superficies rugosas de las vigas.
- Soldado por puntos.
- Verificación de las dimensiones.
- Soldado por cordones.
- Pulido de las escorias de la soldadura.

Los puntos anotados anteriormente son los procedimientos básicos que se ha realizado para construir las dos estructuras rígidas del remolque como se muestra en la figura 7.1

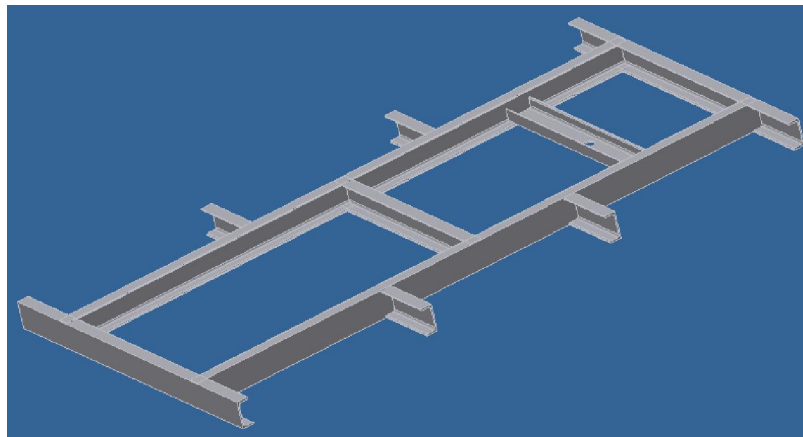


Figura 7.8 Chasis cuadrante fijo.

Pa realizar el respectivo acople de las dos estructuras se procedió a fabricar los accesorios del sistema de articulación de las ruedas delanteras los cuales corresponden:

- Tortas.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

- Eje (pasador).
- Resorte.

En cuanto al diseño de las dos tortas se procedió a realizar unas canales radiales y axiales como se muestra en la figura 7.2 para que se comuniquen entre ellas y se pueda transportar la grasa con mayor facilidad el cual es inyectado por medio de un grasero de 1/4” que se encuentra acoplado en una de las dos tortas para disminuir la fricción entre las dos tortas al momento de girar la base giratoria del remolque.



Figura 7.9 Torta del chasis fijo.

El pasador es construido de un material SAE 1018 con un diámetro de 3 1/2”, se considero acoplar un eje del diámetro especificado ya el eje debe soportar cargas de gran magnitud.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

El resorte es adaptado de un pistón que se lo utilizaba en el taller industrial en una prensa hidráulica, como la prensa estaba en mantenimiento se me facilito utilizar dicho resorte para el ensamblado cuyas dimensiones son ½” de diámetro.

Después de obtener las dos estructuras que corresponde a la base fija y la base giratoria y sus accesorios necesarios para el ensamble se procedió a ensamblar las dos estructuras como se muestra en la figura 7.3 y 7.4

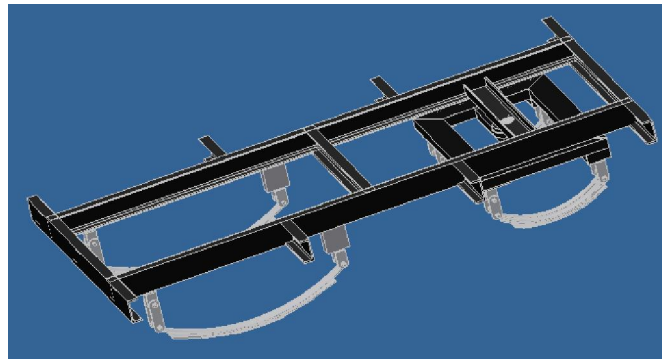


Figura 7.10 Ensamblado del chasis fijo y el giratorio.

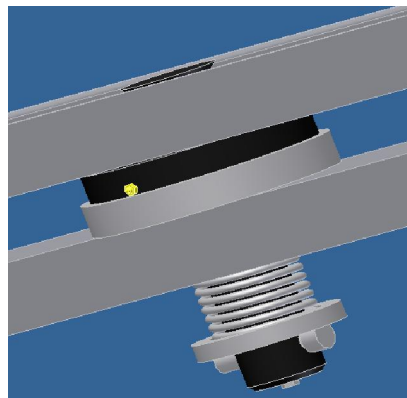


Figura 7.11 Detalle del ensamble.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA ABATIBLE

La construcción de la estructura abatible que corresponde al cajón del remolque se lo realizó de la siguiente manera:

El trazado de los tubos de acero estructural con las medidas correspondientes para construir la base del cajón, las especificaciones técnicas del material ver en la tabla de presupuestos.

Luego se procedió al trazado y corte de las planchas corrugadas para el asiento del cajón.

El corte de éste material se lo realizó en el taller “Mecánica Industrial Jaime Loor” ya que en el taller industrial del programa de tecnologías no cuenta con una cortadora de planchas de estas dimensiones.

También se realizó el trazado y corte de las planchas galvanizadas en el taller mencionado anterior mente ya que no contamos con una cortadora y dobladora de planchas en el taller de mecánica industrial del PROTMEC.

Con respecto a las planchas galvanizadas se realizó unos dobles especiales como se muestra en la figura 7.5 por efectos de resistencia del mismo por supuesto también para la estética del diseño, en cuanto a la resistencia de la plancha galvanizada el dobles de la plancha se hace más resistente ante cualquier golpe que se pueda dar en las puertas del balde.

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

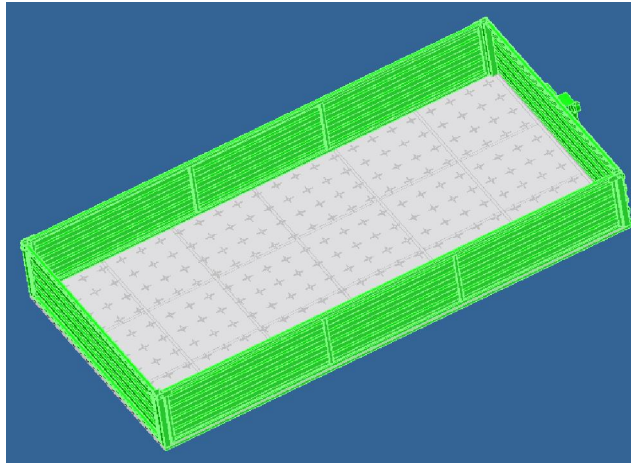


Figura 7.12 bale.

7.7 SEXTA FASE

CÁLCULOS PARA DISEÑAR LOS TRENES DE RODAJE.

NOMENCLATURA

R4 = Reacción de la estructura calculada

Fr = Fuerza radial

V = Velocidad

Dr = Diámetro de la rueda

Pr = Perímetro de la rueda

N = Número de revoluciones

DATOS

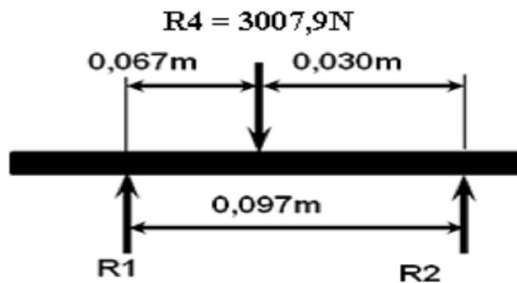
$$R4 = \frac{R3 + W1}{2}$$

$$R4 = \frac{5102,1 N + 913,6N}{2}$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

$$R4 = 3007,9 N$$

D.C.L PARA LOS RODAMIENTOS



$$\leftarrow \Sigma M_{Fr1} = 0$$

$$Fr2(0,097m) - R4(0,067m) = 0$$

$$Fr2 = \frac{(3007,9N)(0,030m)}{0,097m}$$

$$Fr2 = 930,3N$$

$$\uparrow \Sigma F_Y = 0$$

$$Fr1 - 3007,9N + Fr2 = 0$$

$$Fr1 = 3007,9N - 930,3N$$

$$Fr1 = 2077,6N$$

$$V = 80 \text{ Km/h}$$

$$V = 80 \text{ Km/h} \times \frac{1000m}{1Km} \times \frac{1Kgf}{9,81N} = 1333,333m/min$$

$$Dr = 0,69m$$

$$Pr = \pi x Dr$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

$$Pr = 3,1415 \times 0,69m$$

$$Pr = 2,168m$$

$$N = \frac{V}{Pr}$$

$$N = \frac{133.333m/mtn}{2,168m}$$

$$N = 615rpm$$

PLANTEAMIENTO DEL ENUNCIADO PARA EL RODAMIENTO 1

Se trata de escoger un rodamiento de rodillo cónico que soportará una carga radial

$Fr1 = 2077,6$ N y una carga axial $Fa1 = 1662,1$ N. La velocidad es de 615 rpm y la

duración nominal debe alcanzar las 20000 horas de funcionamiento.

SOLUCIÓN

$$Fr1 = 2077,6 N$$

$$Fa1 = Fr1 \times 80\%$$

$$Fa1 = 2077,6N \times 80\%$$

$$Fa1 = 1662,1N$$

$$\frac{Fa1}{Fr1} = \frac{1662,1N}{2077,6 N} = 0,80$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

$$x = 1$$

$$y = 0,73$$

$$F = (1)(2077,6 N) + (0,73)(1662,1N)$$

$$F = 3291 N$$

$$\frac{C}{F} = 7,30 \text{ (Ver catálogo)}$$

El rodamiento debe tener una capacidad de base mínima de 7,30

$$F = 7,30 \times 3291N$$

$$F = 24024,3$$

El valor de F es lo que tiene que soportar un rodamiento 1.

CÁLCULOS PARA EL RODAMIENTO 2

SOLUCIÓN

$$Fr2 = 930,3N$$

$$Fa2 = Fr2 \times 80\%$$

$$Fa2 = 930,3N \times 80\%$$

$$Fa2 = 744,24N$$

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

$$\frac{Fa2}{Fr2} = \frac{744,24N}{930,3N} = 0,80$$

$$x = 1$$

$$y = 0,73$$

$$F = (1)(930,3N) + (0,73)(744,24N)$$

$$F = 1473,6N$$

$$\frac{C}{F} = 7,30 \text{ (Ver catálogo)}$$

El rodamiento debe tener una capacidad de base mínima de 7,30

$$F = 7,30 \times 1473,6N$$

$$F = 10757,2N$$

El valor de F es la carga que va a soportar el rodamiento 2.

FABRICAIÓN DE LAS PARTES DE LOS TRENES DE RODAJE.

Se realizaron los respectivos cálculos para el proceso de fabricación de las puntas de las ruedas delanteras.

Cálculos para el proceso de manufactura para la punta de eje

Velocidad de corte:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

Para herramientas de acero rápido y material de la pieza de acero 1018, que es lo utilizado en la práctica el valor de la velocidad de corte está entre 15 m/min - 30 m/min

A partir de la velocidad de corte seleccionada se calculó la frecuencia rotacional mediante la siguiente ecuación:

$$V_c * 1000 = \pi * D * N$$

Vc: Velocidad de corte en m/min

D: Diámetro de la pieza en mm.

N: Frecuencia rotacional de la pieza en rpm (revoluciones por minuto)

Con la ecuación anotada anteriormente ajustamos las rpm en el torno.

DATOS

Mat: Acero 1018

$$\theta_{eje} = 3'' = 76,2mm$$

$$V_c * 1000 = \pi * D * N$$

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D}$$

$$N = \frac{30 \text{ m/min} * 1000}{\pi * 76,2mm}$$

$$N = 125,32 \text{ rpm}$$

En el **desbaste** lo que se requiere es remover la mayor cantidad de material por unidad de tiempo y depende de la potencia disponible en la máquina.

Avance:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

Se define como la distancia recorrida por la herramienta respecto a la pieza por cada ciclo. Se denota con la letra a .

La selección del avance depende del acabado superficial requerido, siendo mayor en operaciones de desbaste que en operaciones de acabado.

- En operaciones de **desbaste** oscila entre 0,1 mm – 0,5 mm.
- En operaciones de **acabado** se ubica entre 0,05 mm – 0,1 mm

La velocidad de avance se calcula con la siguiente ecuación:

Se define como el producto del avance por la frecuencia rotacional. Se denota por V_a . Sus unidades son mm/min.

$$V_a = a * N$$

DONDE:

a = Avance en mm.

N = Frecuencia rotacional en rpm.

V_a = Velocidad de avance.

$$V_a = 0,5mm * 125 rpm$$

$$V_a = 62,5 mm/min$$

Profundidad de corte:

Se define como la distancia radial de penetración de la herramienta en la pieza. se denota con las letras a_p .

Sus valores dependen de la longitud del filo de la herramienta y la cantidad de material a remover.

Los valores más usuales utilizados en el taller están entre 2 mm - 5mm

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

Volumen de metal removido por unidad de tiempo:

Se denota con las letras Z_w y nos da una idea de la velocidad de remoción en una operación dada, se expresa en mm^3/min

Se calcula como el producto de la velocidad de corte, el avance y la profundidad de corte.

$$Z_w = V_c * a * a_p$$

$$Z_w = 30\text{m}/\text{min} * 0,5\text{mm} * 2\text{mm}$$

$$Z_w = 30\text{mm}^3/\text{min}$$

Luego de haber realizado el torneado cilíndrico se procedió a realizar el torneado cónico y para ello se ha realizado los siguientes cálculos.

DATOS

$$D = 45\text{mm}$$

$$d = 35\text{mm}$$

$$L = 67\text{mm}$$

$$h = \frac{D - d}{2}$$

$$h = \frac{45\text{mm} - 35\text{mm}}{2}$$

$$h = 5\text{mm}$$

$$\text{tang. } \alpha = \frac{5}{67^\circ}$$

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

$$\alpha = \text{tang}^{-1}\left(\frac{5}{67}\right)$$

$$\alpha = 4,2^\circ$$

El diseño de las puntas de eje se seleccionó el modelo general de las puntas de eje de cualquier vehículo como se muestra en la figura

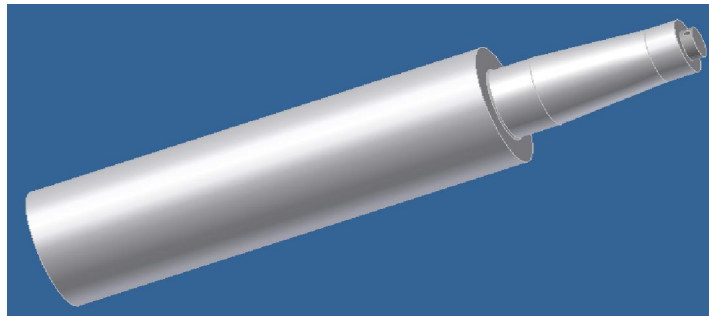


Figura 7.13 Punta de eje.

ENSAMBLADO DE LOS TRENES DE RODAJE DELANTERO.

Para el ensamblado de las dos puntas de eje se realizó el siguiente procedimiento:

- Perforado de los dos extremos del tubo.
- Montado de dos ejes en cada extremo del tubo.
- Soldado de las puntas de eje en cada extremo del tubo con soldadura por puntos de relleno.
- Montado de retenedores.
- Montado de rodamientos en cada extremo de las puntas.
- Acoplado de las dos manzanas de cada extremo.
- Engrasado de las puntas de eje.
- Colocado y ajustado de las tuercas de las puntas.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

- Colocado de los protectores de grasa en las puntas.
- Montado del conjunto de tren de rodaje en el remolque.

Este proceso de fabricación se realizó únicamente para el tren de rodaje delantero ya que no fue posible adaptarle una corona de un vehículo, el ensamblado del tren de rodaje se muestra en la figura 7.7

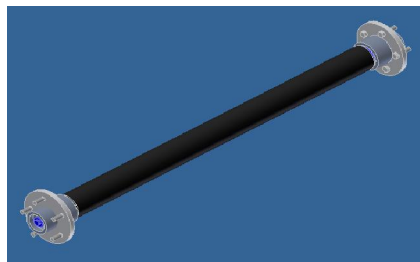


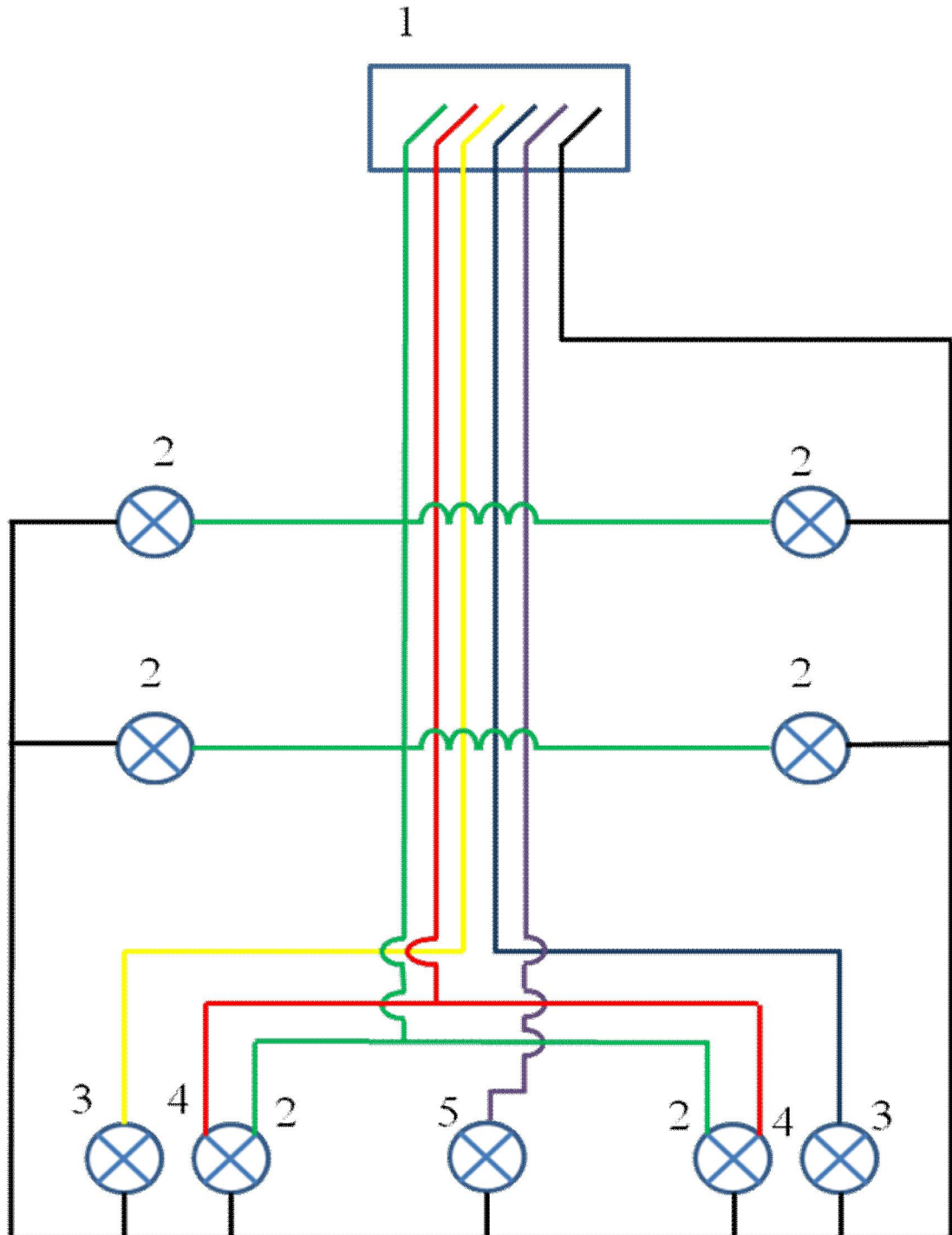
Figura 7.14 Ensamblado del tren de rodaje delantero.

Para el tren de rodaje posterior se adaptó una corona de una Toyota Stout 2200 con capacidad de carga de 2,5 toneladas.

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

7.8 SEPTIMA FASE

DIAGRAMA
ELÉCTRICO



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

LEYENDA	
NUMERACIÓN	NOMBRE
1	Socket de seis puntos.
2	Guías
3	Luces direccionales.
4	Luces de freno.
5	Luz de retro.

PINTADO.

Previo al pintado se procedió aplicar el desoxidante y fosfatisante en toda la estructura ya que dicho químico permite remover el óxido de la estructura, y también permite que el fondo de pintura se adhiera al material con el fin de que el pintado tenga mayor duración.

Para el pintado del chasis del remolque se ha realizado con una capa de fondo color gris y dos capas de pintura esmalte color negro que se utilizó para el acabado, este proceso se lo realizó únicamente en el chasis del remolque ya que no se puede realizar el mismo procedimiento para el pintado del cajón el mismo que se ha construido las puerta con material galvanizado.

En el proceso de pintado del balde se utilizó un fondo especial con las características necesarias para que pueda adherir al material, ya que las puertas del balde son construidas con planchas galvanizadas.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

Se adquirió el fondo de pintura color gris especialmente para materiales galvanizados y se procedió a pintar el balde, en el pintado del fondo se realizo dos capas, después de pasarle las dos capas de pintura de fondo se procedió a preparar la pintura color verde esmalte.

Para obtener un buen acabado en las pinturas es recomendable preparar con una cantidad adecuada de diluyente ya que de la preparación de la pintura depende el brillo y la presentación del mismo.

7.9 PRUEBA

Los objetivos propuestos en este proyecto se insertan dentro de las actividades de investigación, diseño, inspección, y montaje; llevadas a cabo por el ejecutor de este proyecto, estas involucran fundamentalmente las tareas que se desarrollaron en el tiempo establecido por el PROTMEC, tiempo en el cual se ha realizado forma progresiva y se desarrolló hasta culminar. Se realizó la respectiva prueba del remolque y no presento ningún inconveniente en cuanto al diseño de la estructura.

CAPÍTULO VIII

PLANIFICACIÓN Y PLANOS DE DIBUJO

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

8.1 PLANIFICACIÓN Y PLANOS DE DIBUJO

8.2 PLANEACIÓN Y CONTROL

Proyecto.- Es una combinación de actividades interrelacionas entre si y que deben ejecutarse observando cierto orden a efectos de cumplir con el objeto para el cual se concibió dicho proyecto.

Actividad.- Entendemos ´por tal una tarea que requiere tiempo y recursos para la ejecución.

Fases del proyecto:

Todo proyecto tiene tres etapas principales:

- Planeación
- Programación, y
- Control

Pasemos luego a una ligera revisión de conceptos.

Planeación.- La primera fase de un proyecto, consiste en el enunciado de cada una de las actividades que lo componen, el análisis de las mismas, poniendo especial cuidado en lo que se refiere a la secuencia y su representación gráfica mediante la red o diagrama de flechas.

Para facilitar el enunciado de las actividades de un proyecto, se procede de la siguiente manera:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

Dividir al proyecto en actividades con características comunes, o sea en actividades principales.

- a) A estas actividades principales, a su vez dividir las en otras actividades más elementales y así sucesivamente, hasta lograr un listado de todas las actividades que componen un proyecto.

Programación.- consiste en definir y establecer las duraciones de cada una de las actividades componentes de un proyecto. Habiendo definido las duraciones de las actividades, estaremos en condiciones de establecer la duración total de la ejecución de un proyecto.

Control.- Éste control, aplicable a las técnicas de camino crítico, consiste en la utilización de los diagramas de flechas así como de los horarios de las actividades a efectos de realizar reportes referentes al avance de los proyectos. Se puede resumir de una manera más general como la evaluación o comparación de lo programado con lo ejecutado a determinado momento.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

8.3 CUADRO DE ACTIVIDADES

NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE	75 días	01/02/2010	08/06/2010
CONSULTA DE MEDIDAS ESTANDAR DE LOS REMOLQUES	6 días	01/02/2010	10/02/2010
<i>Investigación en leyes de transito</i>	<i>3 días</i>	<i>01/02/2010</i>	<i>05/02/2010</i>
<i>Investigación de los fabricantes en estructuras similares</i>	<i>3 días</i>	<i>05/02/2010</i>	<i>10/02/2010</i>
CALCULOS DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES	10 días	10/02/2010	27/02/2010
<i>Realizar cálculos</i>	<i>10 días</i>	<i>10/02/2010</i>	<i>27/02/2010</i>
DISEÑO DE ESTRUCTURA	15 días	27/02/2010	25/03/2010
<i>Dibujar en el software Autodesk Inventor</i>	<i>12 días</i>	<i>27/02/2010</i>	<i>19/03/2010</i>
<i>Diseñar de tal forma que sea viable y fácil de usarlo</i>	<i>3 días</i>	<i>19/03/2010</i>	<i>25/03/2010</i>
COMPRA DEL MATERIAL	6 días	25/03/2010	03/04/2010
<i>Cotización</i>	<i>3 días</i>	<i>25/03/2010</i>	<i>30/03/2010</i>
<i>Compra</i>	<i>3 días</i>	<i>30/03/2010</i>	<i>03/04/2010</i>
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA	15 días	03/04/2010	29/04/2010
<i>Construcción de la estructura rígida</i>	<i>10 días</i>	<i>03/04/2010</i>	<i>21/04/2010</i>
<i>Construcción de la estructura abatible</i>	<i>5 días</i>	<i>21/04/2010</i>	<i>29/04/2010</i>
CALCULOS PARA DISEÑAR LOS TRENES DE RODAJE	8 días	29/04/2010	13/05/2010
<i>Selección de ejes</i>	<i>3 días</i>	<i>29/04/2010</i>	<i>04/05/2010</i>

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
 ARTICULACIÓN DELANTERA”**

<i>Selección de ballestas</i>	<i>2 días</i>	<i>05/05/2010</i>	<i>07/05/2010</i>
<i>Selección de ruedas</i>	<i>1 día</i>	<i>07/05/2010</i>	<i>10/05/2010</i>
<i>Selección de rodamientos</i>	<i>2 días</i>	<i>10/05/2010</i>	<i>13/05/2010</i>
FABRICACION DE LAS PARTES DE LOS TRENES DE RODAJE	7 días	13/05/2010	25/05/2010
<i>Fabricar piezas que constituyen el tren de rodajes</i>	<i>7 días</i>	<i>13/05/2010</i>	<i>25/05/2010</i>
ENSAMBLADO DE LOS TRENES DE RODAJE	3 días	25/05/2010	29/05/2010
<i>Montado del eje</i>	<i>1 día</i>	<i>25/05/2010</i>	<i>26/05/2010</i>
<i>Acople de los rodamientos</i>	<i>1 día</i>	<i>26/05/2010</i>	<i>28/05/2010</i>
<i>Montado de las ruedas</i>	<i>1 día</i>	<i>28/05/2010</i>	<i>29/05/2010</i>
PINTADO	3 días	29/05/2010	04/06/2010
<i>Pintado de estructuras rígidas</i>	<i>1 día</i>	<i>29/05/2010</i>	<i>01/06/2010</i>
<i>Pintado de estructuras abatibles</i>	<i>1 día</i>	<i>01/06/2010</i>	<i>02/06/2010</i>
<i>Pintado de los trenes de rodaje</i>	<i>1 día</i>	<i>02/06/2010</i>	<i>04/06/2010</i>
PRUEBA	2 días	04/06/2010	08/06/2010
<i>Realizar la prueba de estructura</i>	<i>1 día</i>	<i>04/06/2010</i>	<i>05/06/2010</i>
<i>Corregir las fallas en caso de haberlas</i>	<i>1 día</i>	<i>05/06/2010</i>	<i>08/06/2010</i>

8.4 PLANOS DE CONSTRUCCIÒN

CAPÍTULO IX

ESTIMACIÓN DE COSTOS

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

9.1 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Contabilidad de costo, en el sentido más general de la palabra es cualquier procedimiento diseñado para calcular lo que cuesta “hacer algo”. Sin embargo, el campo donde la contabilidad de costo se ha desarrollado más ampliamente ha sido en la determinación en el costo de fabricación de los productos de las empresas industriales. Por esta razón cuando se habla de contabilidad de costo sin especificar su tipo, se entiende que se trata de contabilidad de costo de manufactura y es a este campo específico al cual está dedicado el presente proyecto.

9.2 ESTRUCTURA DEL COSTO

Aquí explicaremos minuciosamente la estructura del costo, la cual está conformada por:

- a) Costos directos.
 - Mano de obra directa.
 - Materia prima.
- b) Gastos generales
 - Utilización de maquinaria.
 - Utilización de herramientas.
 - Energía eléctrica.
 - Gastos misceláneos.

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
 ARTICULACIÓN DELANTERA”**

9.3 COSTOS DIRECTOS

9.4 LISTADO TENTATIVO DE MATERIALES

LISTADO MATERIALES						
#	CANT.		DESCRIPCION	DIMENSIONES	PRECIO	SUBTOTAL
1	10		Canal	100x50x6mm	55,78	557,8
2	6		Tubo cuadrado	10x5x3mm	58,55	351,3
3	3		Plancha corrugada	1/8" X 3mm	94,12	188,24
4	3		plancha galvanizada	1/16"	35,96	71,92
5	3		Platina	50x3mm	7,26	21,78
6	1		tubo redondo	75x4x6000mm	24,45	24,45
7	8		Rodamientos		15	120
8	4		Ballestas	Toyota stock 2200	97,27	389,08
9	24		Pernos		0,7	16,8
10	2		Ángulos	50x50x4mm	18,53	37,06
11	3	pares	Bisagras	5/8"	1,25	3,75
12	3	kg.	Electrodo 6011	6011 1/8	3,42	10,26
13	2	Kg.	Electrodo 6013	6013 1/8	4,35	8,7
14	4		Neumáticos	LT 215/75 R 14	80	320
15	2		discos de pulir		3	6
16	2		discos de corte		3	6
17	4		Aros	R 14	45	180
18	1	galón	pintura esmalte negro		10,89	10,89
19	2	galón	pintura esmalte verde brillante		12,09	24,18
20	2		plancha 1/2"	40x40	35	70
21	2	galón	diluyente		5,2525	10,505
					total	2428,7114

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
 ARTICULACIÓN DELANTERA”**

9.5 MATERIA PRIMA

#	CANT.	DESCRIPCIÓN	V. UNIT.	V.
1	2	Litros pintura fondo color gris	6,50	23,10
2	1	Litros pintura de fondo para galvanizado	6,50	6,50
3	2	Galones diluyente	5,90	11,10
4	2	Libras Wype	4,60	9,20
5	4	UPN 140	149,72	598,88
6	3	discos de pulir 7"x6mmx22,2mm	2,20	6,60
7	4	discos de corte 7"x2,5mmx22,2mm	1,19	24,20
8	44	Pernos con arandelas planas 8mm x 2"	0,20	8,80
9	44	Arandelas de presión	0,05	2,20
10	44	tuercas M8x1,25	0,20	8,80
11	44	Arandelas de presión para diámetro 8 mm	0,05	2,20
12	4	Tortas de 25,4 x 200mm	15,94	63,76
13	2	Oxígeno 6 m ³	20,97	41,94
14	1	Recortes plancha 8 mm de espesor	47,50	47,50
15	2	Acetileno 6,5 m ³	67,64	135,28
16	8	Tubo cuadrado 30x30x2mm	13,39	107,12
17	1	Tubo cuadrado 50x50x2mm	21,17	21,17
18	3	Plancha corrugada 1/8" X 3mm	109,50	328,50
19	4	discos de pulir	1,20	4,80
20	2	discos de corte	1,00	1,00
21	1	Galón pintura esmalte negro	14,73	14,73
22	2	Galones pintura esmalte verde brillante	12,32	24,64
23	2	Galones diluyente	5,89	11,78
24	1	Galón de desengrasante	9,00	9,00
25	8	Cauchos 30 mm	0,70	5,60
26	8	Cauchos 27 mm	0,60	4,80
27	8	Pernos 14x 110mm con tuerca y anillo plano	1,35	10,80
28	4	conjunto de ballestas remolque inabronco	106,60	426,40
29	2	Conjuntos de ballestas Toyota 2200	175,38	350,76
30	1	Corona Toyota 2200	336,00	336,00
31	4	Llantas	89,00	236
32	4	Abrazaderas posterior 9/16"	6,80	27,20
33	8	Abrazaderas delanteras 9/16"	4,75	38,00
34	1	Tubo vapor de 3" x 5,85m	100,64	100,64

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
 ARTICULACIÓN DELANTERA”**

35		Acero de transmisión de 1" x 1m	16,20	16,20
36		Acero de transmisión de 3" x 31"	51,15	51,15
37		Acero de transmisión de 4" x 31"	116,38	116,38
38	2	Rodamientos 32007J2/A	10,50	21,00
39	2	Rodamientos 33109	18,80	37,60
40	2	retenedores 58660-5	3,50	7,00
41	3	Plancha corrugada (corte) 1/8" x3mm	64,41	193,24
42	4	Plancha galvanizada (corte y dobles) 1/16"	54,63	218,53
43	1	Retenedor	6,72	6,72
44		Pernos, cables, soket, guías		30,02
		Terminales , luces,		65,93
			Sub. total	3357,16
			I.V.A 12%	402,86
			TOTAL	3760,02

9.6 MANO DE OBRA DIRECTA

A continuación se da a conocer el número de horas laboradas que se utilizó para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Para el análisis de costo de la mano de obra se ha tomado en cuenta el número de horas total utilizada de la maquinaria para dividirlo con el sueldo básico que es lo que ganan los operadores de cada máquina.

El nuero de horas utilizadas de la maquinaria es de 150 horas entonces:

$$\neq \text{ de días } \frac{150 \text{ h}}{8\text{h/d}} = 19 \text{ días}$$

Se ha trabajado con la maquinaria durante 1 meses por lo tanto se debería pagar la mano de obra \$ 220 dólares americanos que corresponde de 1 mes de trabajo.

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

Máquina	# de operario	Horas	Costo Total
Soldadura MIG	1	150 que corresponde a 1 mes de	\$240,00
Taladro de pedestal	1		
Soldadora eléctrica	1		
Torno	1		
Amoladora	1		
compresor	1		
Autógena	1		
Sierra alternativa	1		
		Total	\$ 240,00

Estos valores fueron establecidos por intermedio de consultas a personal que trabaja en el área técnica, el valor del costo esta dado en dólares americanos.

9.7 COSTOS GENERALES

En la ejecución del proyecto se utilizaron las siguientes máquinas herramientas.

1. Soldadora MIG
2. Taladro de pedestal
3. Soldadora eléctrica
4. Torno
5. Amoladora
6. Compresor de aire
7. Autógena
8. Posteriormente se realizaron los cálculos de los tiempos tipos de fabricación para cada pieza.

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

COSTO POR UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA

Maquina	# de Maquina	Tiempo (horas)	Costo/Hora	Costo Total
Soldadura MIG	1	20	\$ 5,00	\$ 100,00
Taladro de pedestal	1	10	\$ 3,00	\$ 30,00
Soldadora eléctrica	1	5	\$ 3,00	\$ 15,00
Torno	1	20	\$ 20,00	\$ 400,00
Amoladora	1	70	\$ 0,30	\$ 21,30
compresor	1	4	\$ 1,00	\$ 4,00
Autógena	1	15	\$ 4,00	\$ 60,00
Sierra alternativa	1	6	\$ 3,00	\$ 18,00
			Total	\$ 666,30

COSTO DE ENERGÍA

El número de horas laborables en el proyecto fue de 150 horas máquina a razón de 0,50kw/h.

Total de costo de energía.....\$ 75,00

COSTOS MISCELANEOS

Informe escrito y planos \$ 100,00

Costo total misceláneos..... \$ 100,00

COSTO DEL PROYECTO

COSTOS DIRECTOS

Materia Prima \$ 3760,02

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

Costo de mano de obra	\$ 240,00
Costo del diseño	\$ 300,00
Total costos directos	\$ 4300,02

COSTOS GENERALES

Costo por utilización de maquinaria	\$ 666,30
Costo de energía	\$ 75,00
Costo por herramientas	\$ 40,00
Costos misceláneos	\$ 100,00
Total costos generales	\$ 881,30
Costo total del proyecto	\$ 5181,32

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

9.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se cumplió el objetivo luego de haber hecho el diseño y construcción del remolque respectivo, al momento de realizar los planos de construcción se tomó en cuenta factores tales como las dimensiones de su estructura, así como espesores de materiales a ser utilizados y tipos de soldaduras.
- El diagrama eléctrico para adaptar luces guías y de ruta, luz de retro, luz stop y direccionales, sigue las especificaciones estandarizadas para vehículos rodantes de este tipo, para que el remolque pueda circular con seguridad en las vías de transporte público ya que son requisitos indispensables para su movilización.
- Las puntas de eje del remolque se construyeron sobre la experiencia de tomar medidas de puntas de ejes de camionetas con esta capacidad de carga, de manera de poder realizar el diseño con base a estas y a los rodamientos que se requería para adaptar al tren de rodaje para dichas cargas.
- Se adaptó una corona de capacidad 2,5 toneladas en el tren de rodaje posterior.
Para la fabricación de
- Fue necesario poner en práctica los conocimientos de la materia de dibujo técnico, mecánico y dibujo digitalizado para realizar el diseño de las estructuras aunque estos conocimientos no fueron suficientes tuve que también poner en práctica los conocimientos adquiridos en los cursos de Autodesk Inventor 2D y 3D.

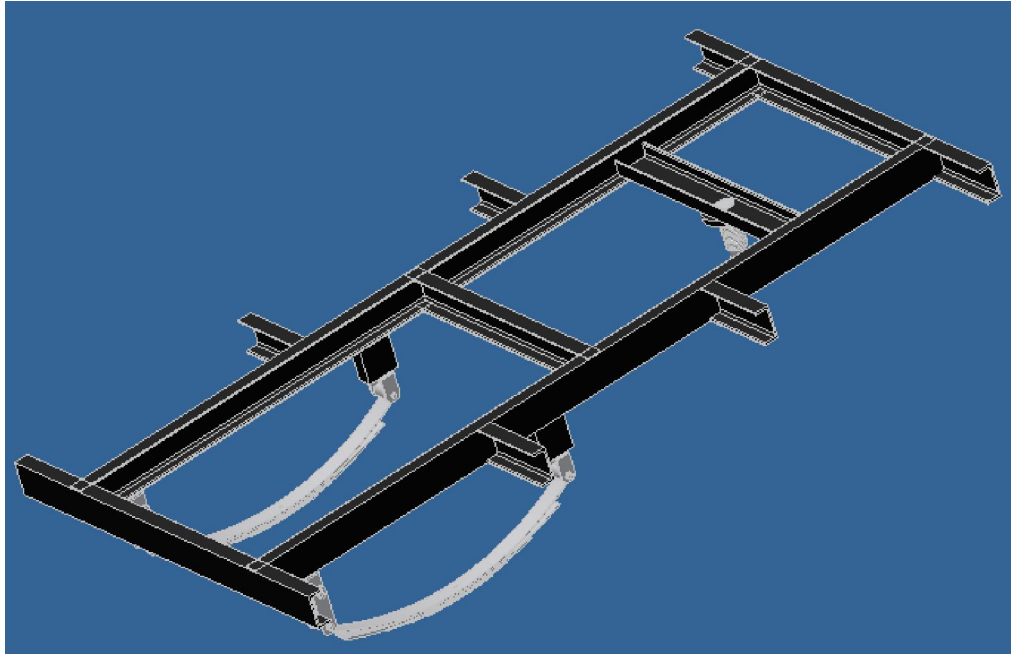
“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON ARTICULACIÓN DELANTERA”

- Para realizar los cálculos de resistencia de materiales se investigó un tema nuevo ya que en el pensum de resistencia de materiales que se recibió no era suficiente para realizar los cálculos de dicha estructura, el tema de investigación adquirido fue el teorema de los tres momentos ya que con éste tema se podía realizar el análisis de las vigas que tienen más de dos apoyos.
- Se adquirió nuevos conocimientos en cuanto a los procesos de manufactura ya que se aplicó dicha materia para la fabricación de las puntas de eje y la aplicación de los ajustes y tolerancias en dicho trabajo.

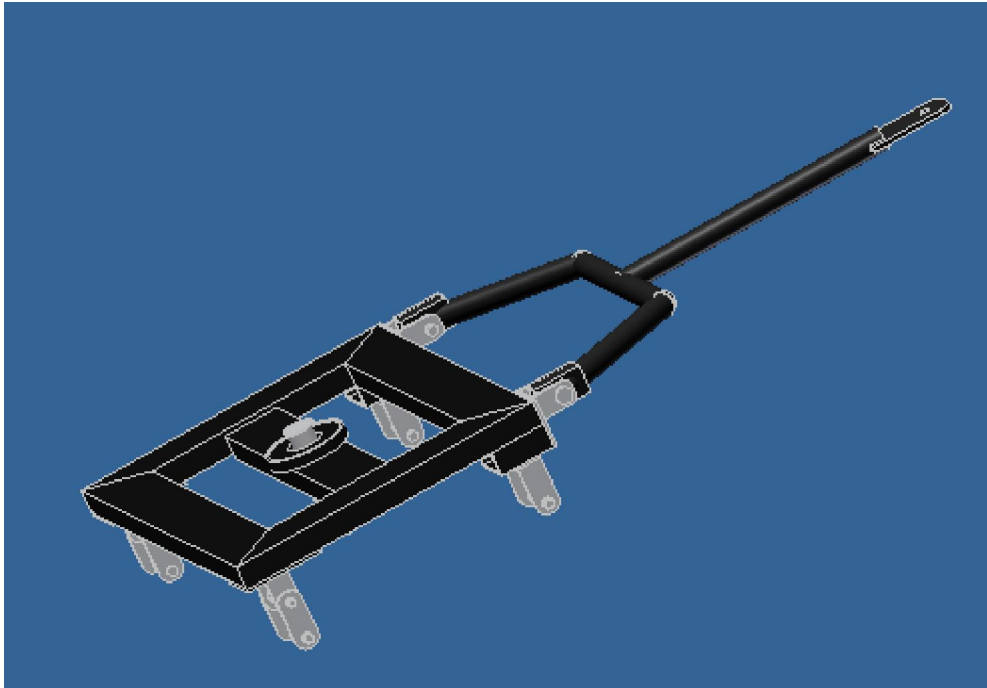
Recomendaciones

- Se recomienda que la carga máxima del remolque no exceda los 19600 N porque las ballestas son adaptadas de una camioneta Toyota Stout 2200 y la capacidad de carga de las ballestas es de 24525 N.
- Se recomienda realizar un mantenimiento periódico a las puntas de eje y a la corona.
- Se recomienda ampliar más las nociones de resistencia de materiales por parte de los profesores para realizar los cálculos de resistencia de materiales al momento de construir estructuras similares.
- Se recomienda implementar una materia de diseño mecánico en el pensum de la carrera como también el programa Autodesk Inventor.

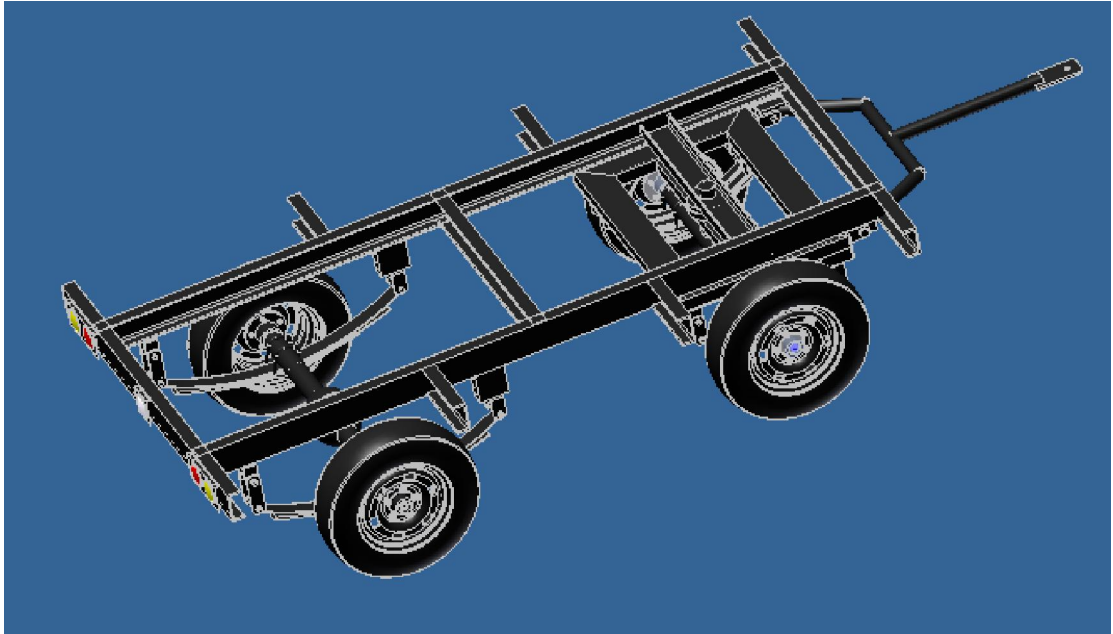
9.9 ANEXOS



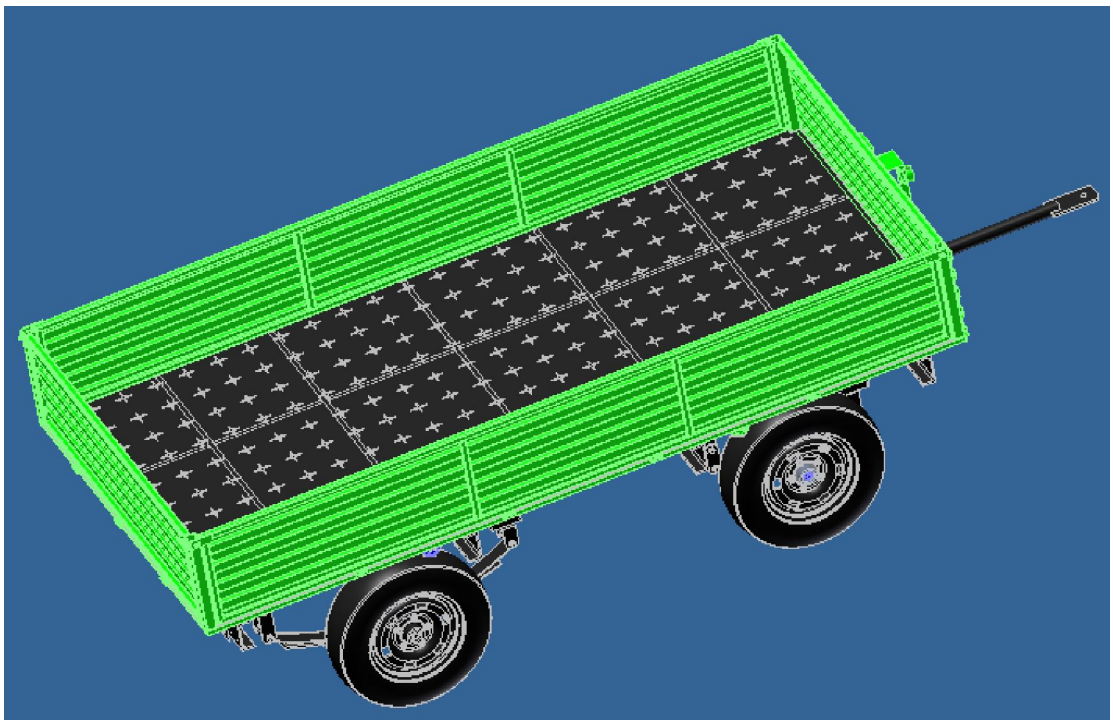
Anexo 1



Anexo 2



Anexo 3



Anexo 4

9.10 FOTOGRAFÍAS





9.11 DIAGRAMA DE GANTT

9.12 BIBLIOGRAFÍA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE DE DOBLE EJE CON
ARTICULACIÓN DELANTERA”**

CASILLAS

Ángel Casillas

MECÁNICA DE MATERIALES

Fitzgerald

FOLLETO DE DIBUJO

Tnlg. Fernando Ángel

MONOGRAFÍA

Sustentantes

Miguel Bueno

Jairon Francisco

Alexander Vallejo

<http://www.docstoc.com/docs/17222644/Teorema-de-los-Tres-Momentos>

Catálogo general de rodamientos SKF

Autor: Comodoro

Descarga ofrecida por: www.prevention-world.com