

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



TRABAJO DE GRADO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA

TEMA:

“MÁQUINA AUTOMÁTICA TENEDORA DE TELA PARA TALLERES
TEXTILES ARTESANALES”

AUTOR:

LUIS EDUARDO MALES LEMA

DIRECTOR:

ING. CARLOS VILLARREAL

IBARRA, 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de grado “**MÁQUINA AUTOMÁTICA TENDEDORA DE TELA PARA TALLERES TEXTILES ARTESANALES**”, fue desarrollado por el egresado Luis Eduardo Males Lema, bajo mi supervisión, por lo cual certifico a la verdad.

Ing. Villarreal Bolaños Carlos Alfonso

DIRECTOR

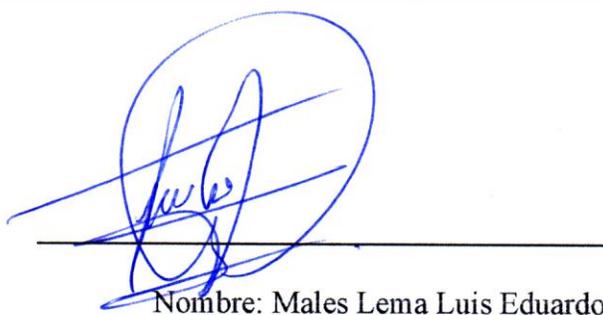


UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Males Lema Luis Eduardo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado calificación profesional; y certificar la verdad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Nombre: Males Lema Luis Eduardo

Cedula: 100296025-8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100296025-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Males Lema Luis Eduardo		
DIRECCIÓN:	Modesto Jaramillo y Salinas Esq.		
EMAIL:	luiseduardomales@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0995466574

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Máquina Automática Tenedora de Tela para Talleres Textiles Artesanales
AUTOR (ES):	Males Lema Luis Eduardo
FECHA:	11 de julio de 2016
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Alfonso Villarreal Bolaños

Firma:

Nombre: Males Lema Luis Eduardo

Cedula: 100296025-8

Ibarra, 11 de Julio de 2016

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

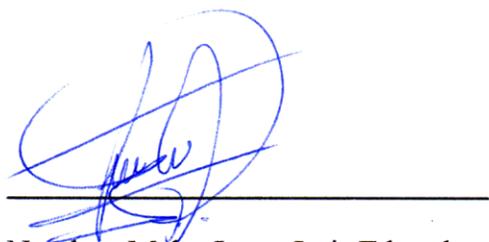
Yo, Males Lema Luis Eduardo, con cédula de identidad Nro. 100296025-8, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de julio de 2016.

EL AUTOR:



Nombre: Males Lema Luis Eduardo

CI: 100296025-8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Males Lema Luis Eduardo, con cédula de identidad Nro. 100296025-8, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: “MÁQUINA AUTOMÁTICA TENDEDORA DE TELA PARA TALLERES TEXTILES ARTESANALES”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 11 días del mes de Julio de 2016.

Nombre: Males Lema Luis Eduardo

Cédula: 100296025-8

DEDICATORIA

A mi esposa, Nancy que con su amor y apoyo, ha hecho posible que pueda cumplir un objetivo más de mi vida.

A mis hijos Nicolas e Illari que son mi motivación y los que me impulsan cada día a superarme.

A mi madre por su amor y sus todos esfuerzos.

A mi padre por su apoyo.

A mis hermanos que nunca dudaron que realizaría este proyecto.

A mis abuelitos por su ejemplo y tenacidad.

Con amor a ellos.

Luis Eduardo Males Lema

AGRADECIMIENTO

A Dios que me da la oportunidad de realizar uno de los proyectos más importantes de mi vida.

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Carlos Villarreal y Abg. María Angélica Espinosa.

Luis Eduardo Males Lema

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
PRESENTACIÓN.....	xvii
Capítulo I	1
Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivo general.....	2
1.2.1. Objetivos Específicos.....	2
1.2. Alcance	2
1.3. Justificación	3
Fundamento teórico	4
1.4. Antecedentes	4
1.5. Especificaciones generales.....	8
1.6. Proceso de tendido	10
1.6.1. Formas de tendido.....	10
1.6.1.1. Tendido con corte en cada capa.....	10
1.6.1.2. Tendido en zig-zag.....	11
1.7. Tipos de máquinas tendedoras de tela	12
1.7.1. Carro tendedor manual.....	12
1.7.2. Carro tendedor automático.....	13
Capítulo II.....	15
Arquitectura del sistema	15
2.1. Descripción general de los procesos	15
2.1.1. Descripción general de tendido.....	15
2.1.2. Descripción de las tareas a realizar por la máquina.....	15

2.2. Requisitos del sistema.....	16
2.2.1. Maquinaria de extendido.....	16
2.2.1.1. Mesa de extendido.	17
2.2.1.2. Carro extendedor.....	17
2.2.1.3. Ganchos de sujeción.	18
2.2.2. Alternativas de diseño.....	19
2.2.2.1. Alternativa de diseño 1	20
2.2.2.2. Alternativa de diseño 2	21
2.2.2.3. Selección de la alternativa de diseño.	22
2.2.3. Selección de elementos constitutivos.....	23
2.2.4. Factores a analizar.....	23
2.2.4.1. Duración o vida útil.	23
2.2.4.2. Mantenimiento.	23
2.2.4.3. Facilidad de construcción	23
2.2.4.4. Facilidad de montaje	23
2.2.4.5. Calibración.....	23
2.2.4.6. Seguridad.	24
2.2.4.7. Costo.	24
2.2.5. Sistemas a analizar.....	24
2.2.5.1. Sistema de transmisión de potencia	24
2.2.5.2. Tablero de mesa de tendido	25
2.2.5.3. Estructura carro de tendido	26
2.2.5.4. Sistema de sujeción.....	26
2.3. Aproximación en bloques	27
2.3.1. Sistema mecánico.....	27
2.3.2. Control y respuesta	28
Capítulo III.....	29
Diseño de la máquina tendedora de tela	29
3.1. Diseño del sistema mecánico	29
3.1.1. Cálculo de fuerzas en los elementos	31
3.1.1.1. Cálculo de reacciones y momentos en el rodillo.	31

3.1.1.2. Cálculo de reacciones y momentos en el soporte lateral.	33
3.1.2. Cálculo de sistema de transmisión	47
3.1.2.1. Potencia del motor.	47
3.1.2.2. Diseño del eje de transmisión	48
3.1.3. Diagrama sistema de enganche.....	49
3.1.3.1. Cálculo del resorte para el sistema de enganche.....	50
3.1.4. Diagrama de fuerza para el cálculo de la mesa.....	51
3.1.4.1. Cálculo de reacciones y momentos en el soporte lateral de la mesa	51
3.2. Control y respuesta	54
3.2.1. Condiciones de funcionamiento y señales de control.	54
3.2.1.1. Conteo de órdenes de corte	54
3.2.1.2. Inversión de giro de motor	54
3.2.1.3. Paro de la máquina.....	54
3.2.2. Selección elemento de conteo y cambio de giro.....	54
3.2.3. Selección del elemento de control.	55
3.2.4. Distribución de entradas y salidas digitales.....	56
3.2.5. Programación del sistema de control	56
Capitulo IV.....	58
Implementación y pruebas	58
4.1. Montaje físico de la estructura.....	58
4.1.1. Etapas de construcción de las estructuras	58
4.1.2. Diagramas de montaje.....	59
4.2. Montaje y sincronización de actuadores	60
4.2.1. Montaje físico de los componentes de la máquina	60
4.2.2. Instalación del sistema electrónico de control	61
4.3. Pruebas.....	61
4.4. Análisis de resultados	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA	66

ANEXOS	67
ANEXO 1.....	68
ANEXO 2.....	74
ANEXO 3.....	78
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA TENEDORA DE TELA	78
PLANOS.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Máquina acumuladora de tela.....	5
Figura 2. Máquina de difusión de tela	6
Figura 3. Máquina de difusión de caja corte y abrazadera.	7
Figura 4. Tendido manual.	9
Figura 5. Tendido con carro manual.	10
Figura 6. Tendido con corte en cada capa.....	11
Figura 7. Tendido en zigzag.....	11
Figura 8. Carro Manual.....	13
Figura 9. Carro Automático	14
Figura 10. Mesa de extendido	17
Figura 11. Carro de Tendido.....	17
Figura 12. Ganchos de sujeción	18
Figura 13. Análisis funcional para las funciones y alternativas planteadas.....	18
Figura 14. Alternativa de diseño 1	20
Figura 15. Alternativa de diseño 2	21
Figura 16. Sistema mecánico en bloques	28
Figura 17. Sistema de control en bloques	28
Figura 18. Vista delantera y posterior Carro Tendedor	29
Figura 19. Elementos Carro de Tendido	30
Figura 20. Soporte de Tela.....	31
Figura 21. Diagrama de cortes y momentos Rodillo	32
Figura 22. Distribución por zonas estructura lateral	34
Figura 23. Representación de pesos en la estructura	34
Figura 24. Fuerzas que intervienen en la estructura	35
Figura 25. Diagrama de fuerzas estructura lateral	36
Figura 26. Distribución de fuerzas zona 3	38
Figura 27. Diagrama de fuerza zona 3	38
Figura 28. Reacciones zona 3	43

Figura 29. Diagrama de cortes y momentos en la estructura	44
Figura 30. Desplazamiento estático de la estructura lateral.....	46
Figura 31. Factor de seguridad de la estructura lateral	46
Figura 32. Distribución de fuerza Gancho	49
Figura 33. Diagrama de fuerzas en el gancho	50
Figura 34. Fuerza en la mesa	51
Figura 35. Diagrama de cortes y momentos en la mesa	52
Figura 36. Final de carrera	55
Figura 37. Distribución de entradas y salidas digitales.....	56
Figura 38. Diagrama de flujo	56
Figura 39. Análisis pruebas de campo	62
Figura 40. Tiempo de tendido	62
Figura 41. Tendido Máquina Vs Manual.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de elementos	19
Tabla 2: Alternativas del Sistema de Transmisión de Potencia	24
Tabla 3: Tablero de mesa de tendido	25
Tabla 4: Estructura carro de tendido	26
Tabla 5: Sistema de sujeción.....	27
Tabla 6: Método de Cross	41
Tabla 7: Datos fuerza de sujeción tela	50
Tabla 8: Pruebas de campo	61
Tabla 9: Mantenimiento	81

RESUMEN

El presente proyecto de titulación aborda la construcción de una máquina de tendido de tela para talleres textiles artesanales.

En la actualidad, la producción textil de los talleres artesanales se halla en aumento. Un punto importante dentro de la producción es el tendido de tela el cual se realiza de forma manual esto es doblando la tela a una cierta longitud y según las órdenes de corte.

Existen máquinas tendedoras de tela orientadas a la gran industria textil, sin embargo la inversión en una de estas máquinas en la pequeña industria no se justificaría a corto plazo lo que significaría pérdidas considerables, por lo que se hace necesario que las universidades elaboren una propuesta para resolver la necesidad de la pequeña industria.

Obtenida la información necesaria se realiza la construcción de una máquina extendedora de tela para la optimización del proceso de extendido de tela en la industria artesanal que permita la disminución del tiempo de fabricación y el aumento de la producción.

ABSTRACT

The present titulation project approaches the construction of one it schemes of tended of cloth for handmade textile shops.

At the present time, the textile production of the handmade shops is in increase. An important point inside the production is the one spread of cloth since is carried out in a manual way this is bending the cloth to a certain longitude and according to you order them of court.

Machines cloth extended guided to the great textile industry exist, however the investment in one of these machines in the small industry would not be justified short term what would mean considerable losses, for what becomes necessary that the universities elaborate a proposal to solve the necessity of the small industry.

Obtained the information necessary to build a fabric spreading machine for process optimization fabric extended in the handicraft industry that allows decreasing manufacturing time and increased production takes place.

PRESENTACIÓN

En el presente proyecto se construyó una máquina electromecánica para mejorar el tiempo de tendido de tela para los talleres textiles artesanales.

El diseño de la máquina estuvo basada en diseños de máquinas de similares características pero de procedencia Europea o Americana.

Uno de los principales objetivos planteados fue que la construcción de la máquina tenga un costo menor que las opciones extranjeras y que sus aplicaciones estuvieran dirigidas a solucionar los problemas de los talleres textiles artesanales, esto se pudo lograr debido a que la mayoría de los elementos fueron desarrollados en el país.

Una vez que se tuvo claro el funcionamiento de la máquina y después de haber analizado y seleccionado las alternativas más convenientes, se procedió a construir la máquina según el diseño establecido.

Los diferentes componentes de la máquina diseñados y evaluados con la ayuda de programas de Ingeniería, sirvieron para comprobar resultados y para la realización de planos de la misma.

Capítulo I

Introducción

1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador gran parte de la población y principalmente en la ciudad de Otavalo se ha dedicado a la elaboración de productos textiles de manera artesanal. La artesanía textil ha dado reconocimiento a nivel nacional e internacional. Las artesanías tienen un origen ancestral y constituyen una importante fuente de ingresos económicos, pues los artículos son comercializados en los mercados del país y el exterior.

En los talleres textiles artesanales la mayoría de los procesos de fabricación de sus productos se realizan manualmente estas se realiza en talleres individuales o de pocas personas. Una de las tareas que más tiempo toma realizar es el extendido de tela. En la actualidad no existen máquinas tendedoras orientadas a la pequeña industria que simplifique este proceso.

La industria artesanal realiza el tendido de forma manual esto es doblando la tela a una cierta longitud y según las órdenes de corte (número de prendas a realizar). Para este proceso se necesitan de dos operarios que toman los extremos de la tela y empiezan a doblarla en zigzag utilizando este tedioso método manual.

En la actualidad uno de los problemas de la artesanía es la competencia con los productos procedentes de procesos industriales de bajo coste, con apariencia similar a los productos artesanos, pero con menor precio y calidad. Con la modernización de procesos se puede optimizar el tiempo de fabricación y por ende la cantidad de producción para satisfacer la demanda.

Se fabricará una máquina tendedora de tela para optimizar el tiempo de fabricación en la industria artesanal. La tendedora de tela permitirá que solo se requiera un operario para su control y mejorar el tiempo de tendido aumentando la producción.

1.2. Objetivo general

Construir una máquina tendedora de tela para la optimización del proceso de tendido de tela en la industria artesanal que permita la disminución del tiempo de fabricación y el aumento de la producción.

1.2.1. Objetivos Específicos.

- Determinar el estado actual del proceso de extendido de tela.
- Diseñar el sistema mecánico eléctrico y de control que permita tender tela en menos tiempo que de la forma manual.
- Montaje y pruebas de la máquina extendedora de tela.
- Realizar el manual de usuario y el manual de mantenimiento de la máquina.

1.2. Alcance

Para el extendido de tela se debe tener una mesa de considerables dimensiones que se equipara con rieles laterales para permitir el desplazamiento de la máquina y una barra deslizante para la longitud deseada.

Al momento de dimensionar la máquina se tendrá en cuenta las órdenes de corte y la longitud que se desea obtener. La máquina tendrá una capacidad máxima de 100 órdenes de corte y 2 metros de longitud.

El funcionamiento de la tendedora es electro- mecánico y su control será con un PLC. La carga de la tela y la regulación de longitud en la tendedora serán de forma manual.

1.3. Justificación

En nuestro medio la industria artesanal textil busca mejorar el proceso de confección para obtener productos competitivos y así satisfacer la demanda del mercado local e internacional.

Existen industrias artesanales dedicadas a la confección de productos textiles. Actualmente algunos de los procesos de confección son manuales. Uno de los procesos que más tiempo requiere es el extendido de tela, haciéndose necesario dentro de la industria una máquina que se encargue del extendido de tela. Es necesario optimizar este proceso para disminuir el tiempo de extendido de tela, y así aumentar la producción.

Existen máquinas extendedoras de tela orientadas a la gran industria textil, sin embargo la inversión en una de estas máquinas en la pequeña industria no se justificaría a corto plazo; lo que significaría pérdidas considerables. Una de las razones más importantes por lo cual es necesaria una máquina extendedoras de tela orientada a la producción artesanal es el tiempo de extendido de tela ya que para este proceso se requieren dos operarios

Fundamento teórico

1.4. Antecedentes

Los inicios de la industria textil ecuatoriana se remontan a la época de la colonia, cuando la lana de oveja era utilizada en los obrajes donde se fabricaban los tejidos.

Posteriormente, las primeras industrias que aparecieron se dedicaron al procesamiento de la lana, hasta que a inicios del siglo XX se introduce el algodón, siendo la década de 1950 cuando se consolida la utilización de esta fibra. Hoy por hoy, la industria textil ecuatoriana fabrica productos provenientes de todo tipo de fibras, siendo las más utilizadas el ya mencionado algodón, el poliéster, el nylon, los acrílicos, la lana y la seda.

A lo largo del tiempo, las diversas empresas dedicadas a la actividad textil ubicaron sus instalaciones en diferentes ciudades del país. Sin embargo, se puede afirmar que las provincias con mayor número de industrias dedicadas a esta actividad son: Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Azuay y Guayas.

La diversificación en el sector ha permitido que se fabrique un sin número de productos textiles en el Ecuador, siendo los hilados y los tejidos las principales producciones. (AITE, 2016)

El tejido es un conjunto de acciones manuales o mecánicas cuya finalidad es obtener tela con hilos naturales o sintéticos.

Una vez obtenido el tejido se procede a la fabricación de diferentes productos textiles; para ello se utilizan diferentes tipos de máquinas, en los procesos utilizados se tiene el tendido de tela y para el presente proyecto se procedió a investigar maquinaria relacionada con el proceso ya mencionado, a continuación se presentan algunas máquinas en la industria.

En la Figura 1. Se visualiza el el esquema de una maquina textil diseñada pala el tendido de tela.

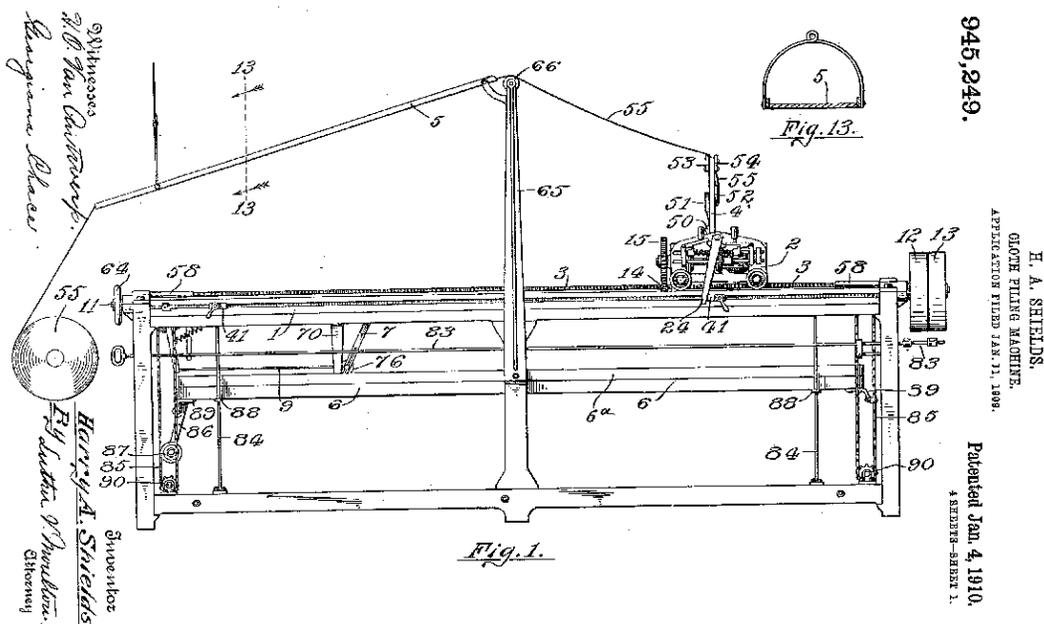


Figura 1. Máquina acumuladora de tela.

Fuente: <http://www.google.com/patents/US945249?hl=es>

El inventor de esta máquina Harry A. Shields en el año de 1910. Esta máquina apila uniformemente el material una capa encima de otra, la máquina se compone de una mesa móvil verticalmente, un carro de movimiento bidireccional por encima de la mesa, medios para subir y bajar la mesa, un eje para operar dichos medios, un tambor en el eje, una banda que rodea el tambor, una palanca y peso unido a un extremo de la banda, un soporte fijo para el otro extremo de la banda, una palanca giratoria en el eje, un enlace que conecta la palanca, y medios para movimiento bidireccional del carro.

La Figura 2. Muestra la evolución mecánica de los elementos para el tendido de tela.

Esta invención se refiere a una tela que se pone encima de la máquina, dispositivos mecánicos diseñados de tal manera que se relacionan los rodillos para enrollar y desenrollar el material en forma recta, la máquina traslada la tela en zig-zag haciendo una pausa en cada extremo para la dobladura de la tela asiendo que esta se doble y se apile la siguiente capa.

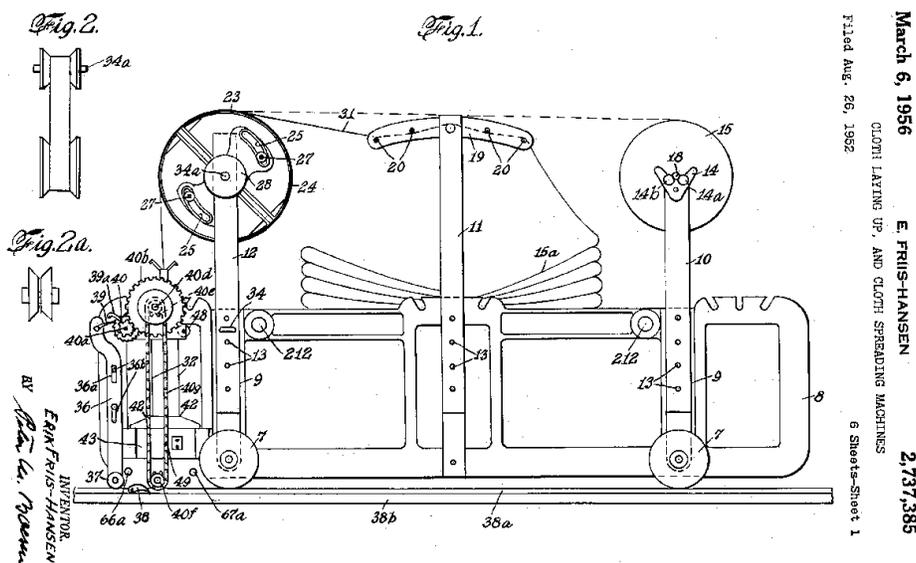


Figura 2. Máquina de difusión de tela

Fuente: <http://www.google.com/patents/US2737385?hl=es>

Fue presentada por E. Friis-Hansen en 1952, La presente máquina, muestra una simple manera para poner el material sin estirar y sin el empleo de cualquiera de las abrazaderas utilizadas convencionalmente.

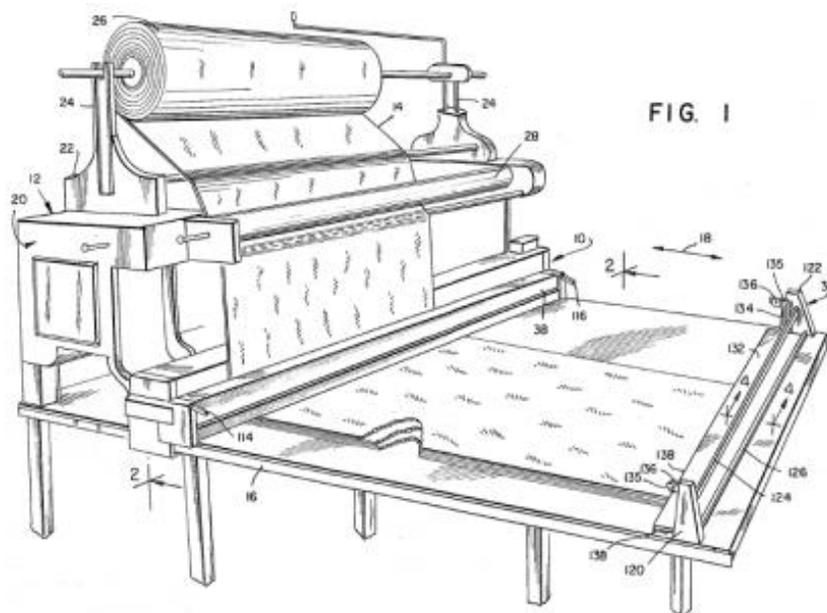


Figura 3. Máquina de difusión de caja corte y abrazadera.

Fuente: <http://www.google.com/patents/US3791641?hl=es>

El inventor de esta máquina es Conrad Costigan y Richmond Hill, el cesionario de la máquina de Exchange, Inc, de Nueva York. Esta máquina es una caja de corte con sistema de pinza en una máquina de difusión para la colocación de tela sobre una mesa de corte, con la finalidad de cortar el material al final de cada capa. La máquina es un conjunto que incluye una caja montada en el carro de difusión, un marco de corte móvil montado en la caja, un disco de corte giratorio montado en el bastidor de corte y elementos mecánicos para mover el marco de la cortadora y el disco de corte, lo que lleva, desde un extremo de la mesa al otro. Resortes en la barra de presión. Un elemento de sujeción que funciona para sujetar el material antes del sistema de corte. Cuando el marco de corte es conducido en una carrera de corte, el disco cortador de rueda a lo largo de la barra de presión y atraviesa el material cortándolo cuando llega a un extremo.

Después de que el material corta, el transporte de la máquina se mueve hasta el extremo inicial y la caja de corte coopera con un montaje receptor para colocar el extremo del corte de la lámina de material en la mesa de corte y realizar el mismo proceso.

1.5. Especificaciones generales

Tender tela consiste en estirar o extender una o varias piezas de tela de manera horizontal en una mesa de corte con dimensiones adecuadas, contándolas según las ordenes de corte (longitud-número de capas) dadas previamente. La tela siempre es un rectángulo de un lado igual al ancho del tejido y el otro dependerá de la longitud dada las órdenes de corte. El tendido se tiene que realizar de tal manera que la tela se maltrate lo menos posible, debe evitarse dobladuras o aglomeraciones de tela ya que estos producen cortes defectuosos.

Una vez que la tela haya sido tendida; esta, forma capas de una altura de 20 cm aproximadamente quedando lista para el respectivo trazo y corte.

Las medidas de las mesas empleadas dependen de la producción y necesidades de cada microempresa o taller artesanal. La mesa debe estar pulida y liza, sin asperezas de tal manera que se eviten agarres que puedan afectar la tela al momento del tendido. El tendido se puede realizar manualmente o con un carro de tendido Manual o Automático.

En el tendido manual se sujeta un lado de la pieza de tela en un extremo de la mesa; mediante su traslado con la ayuda de los operarios u operarias se efectúa el tendido hasta el largo previamente establecido como se muestra en la Figura 4. De esta manera se sitúa cada una de las caras del tejido en posición idéntica en relación con las demás.



Figura 4. Tendido manual.

Fuente: repositorio.sena.edu.co

El tendido con carro manual o automático realiza el mismo proceso desplazando la tela pero disminuyendo el trabajo físico de los operarios u operarias, en la Figura 5. Se puede observar como el transporte del material ya no lo soportan los operarios.

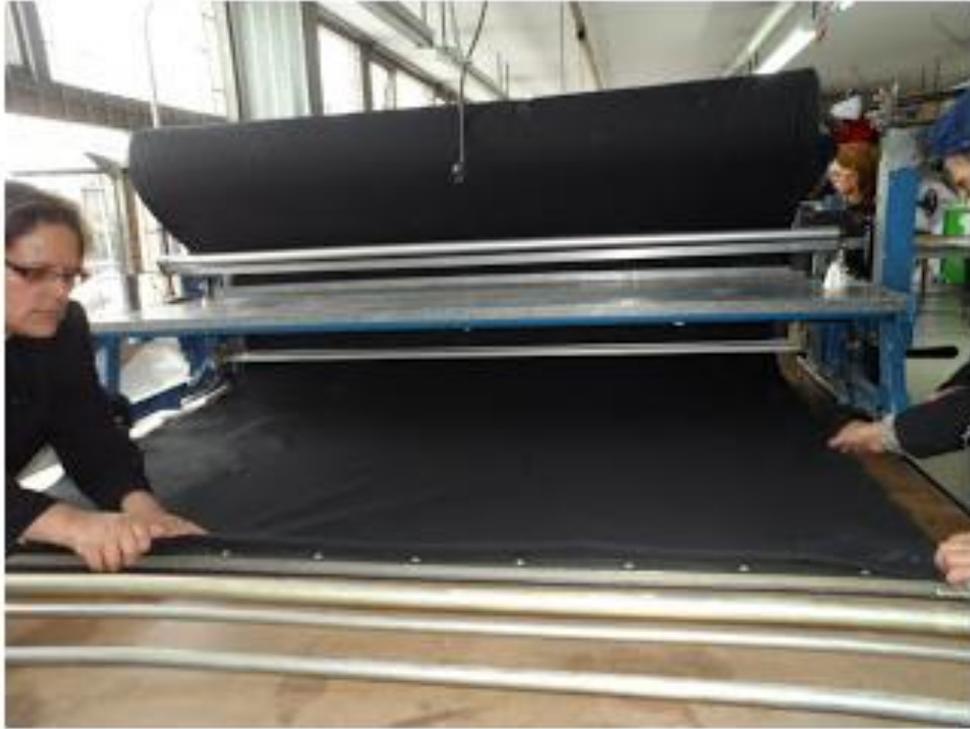


Figura 5. Tendido con carro manual.

Fuente: repositorio.sena.edu.co

1.6. Proceso de tendido

1.6.1. Formas de tendido. Existen dos técnicas básicas para el tendido de tela:

- Tendido con corte en cada capa.
- Tendido en zig-zag.

1.6.1.1. Tendido con corte en cada capa. Consiste en llevar el tejido hasta una marca señalada sobre la mesa, donde se finaliza el tendido y se realiza un corte quedando una capa como se muestra en la Figura 6, y en dicho punto se sujetaba la tela por medio de unas pesas. Los operarios u operarias retroceden en vacío, alisando la tela extendida en el inicio del tendido, proceden a repetir la operación según las ordenes de corte. (Galindo, 2012)



Figura 6. Tendido con corte en cada capa

1.6.1.2. Tendido en zig-zag. En el tendido manual en zig-zag, se colocan unas barras, unidas a una mordaza de sujeción al principio del tendido, una a cada lado de la mesa y otras dos barras, similares, al final de la marca señalada sobre la mesa.

El tejido se lleva manualmente hasta las barras finales en donde se coloca sobre él una varilla de un largo mayor que la mesa de corte, apoyada contra las barras finales. Sobre ésta se pliega el tejido y se retrocede estirando una nueva capa hasta las barras iniciales, donde se realiza un nuevo plegado usando una varilla similar a la anterior.



Figura 7. Tendido en zigzag

De esta forma se va repitiendo el proceso sacando en cada vuelta la varilla correspondiente al plegado anterior y realizando uno nuevo quedando la tela tendida en zig-zag como se muestra en la Figura 7. (Galindo, 2012)

Esta forma operativa sigue vigente en muchas pequeñas empresas y talleres textiles artesanales.

La mayoría de ellos realizan el tendido manual pero auxiliándose de unos mecanismos diseñados para esta operación. Dichos mecanismos consisten en dos piezas de una longitud mayor que la mesa, una colocada al inicio de la marca y otra al final. Revisando las operaciones anteriores se ve en este caso que el transporte del material se sigue efectuando manualmente. Al llegar al final de la marca el extremo del tejido queda alineado con los anteriores, con la simple colocación de él contra el ángulo de la pinza la cual, haciéndola subir y bajar, sujeta al tejido mientras se procede al alisado y orillado de la capa tendida.

Subiendo y bajando la pinza queda la tela sujeta y se puede comenzar la capa siguiente; De esta forma se consiguen una mayor rapidez y un ahorro de tejido debido a la precisión en la colocación de los extremos que permite reducir los márgenes de tolerancia en los extremos, consiguiendo, por lo tanto, una disminución en el consumo de tejido. (Galindo, 2012)

1.7. Tipos de máquinas tendedoras de tela

En la industria se tienen dos tipos:

- Carro tendedor manual.
- Carro tendedor automático.

1.7.1. Carro tendedor manual. El carro tendedor manual consta de ruedas laterales, las cuales circulan sobre un carril situado a los lados de la mesa. El tejido pasa entre barras fijas y se

encuentra reposado en el carro. El movimiento de traslación es conseguido por medio de empuje del operario u operaria situado en uno de los lados de la mesa.

Las telas pueden tener la posición como la indicada en el tendido con corte en cada capa o en zig-zag, quedando alternativamente derecho y revés como se muestra en la Figura 8.

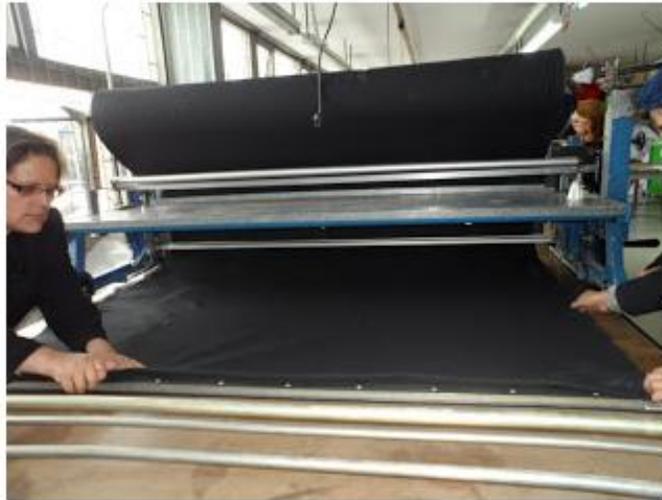


Figura 8. Carro Manual

Fuente: Corte y Trazo Industrial blogspot

1.7.2. Carro tendedor automático. Los carros tendedores automáticos pueden presentar dos características fundamentales de tendido:

- Tendido por tensión
- Tendido positivo.

En el primer caso tendido por tensión.- el desarrollo de la pieza de tejido se consigue por la tensión que origina el carro al desplazarse. En general para tejidos planos esta tensión no origina grandes problemas al tenderlo. No así cuando se estiran tejidos de género de punto los cuales deben ser tendidos sin tensión. Para este caso el carro dispone de unos mecanismos regulables de desarrollo de la pieza de tejido y otros de alimentación al desprenderse éste sobre la mesa de

tendido. Igualmente para este caso (género de punto) puede estirarse con tejido al ancho o tubular mediante un dispositivo ensanchador situado en el mecanismo de desprendimiento.

El desplazamiento del carro se realiza automáticamente haciendo el recorrido de vaivén de acuerdo con la longitud por tender. La sujeción de los extremos del tendido es igualmente automática en los de tendido con tensión. Para el caso del tejido de punto con desarrollo positivo (sin tensión) no es necesaria esta sujeción, en la Figura 9, se ilustra un carro tendedor automático para telas de punto. (Galindo, 2012)



Figura 9. Carro Automático

Fuente: FUKUTEX S.A.S.

El carro tendedor automático puede efectuar el tendido de las telas en cualquiera de las dos formas indicadas anteriormente haciendo automáticamente el corte del tejido en uno o ambos extremos al finalizar el recorrido, según previa programación.

El empleo de carros tendedores y dentro de estos la elección de unos y otros dependerá de las características en las órdenes de fabricación que pueden ser: largos a extender, número de telas por extender de una misma pieza, variedad en los tipos de tejidos, etc., de tal forma que no puede establecerse una regla fija de recomendación. (Galindo, 2012).

Capítulo II

Arquitectura del sistema

2.1. Descripción general de los procesos

En este capítulo se detallan los elementos del proceso de tendido dando una mejor idea para el proceso de construcción.

2.1.1. Descripción general de tendido. Consiste en tender las capas de tela de manera uniforme a lo largo de la mesa de corte, para inmediatamente proceder a cortar.

- El tendido debe realizarse tratando de maltratar la tela lo menos posible.
- Una vez que la tela ha sido extendida hasta formar capas más o menos llega a una altura de unos 10 a 20cm aproximadamente, se la deja «descansar» sobre la mesa de corte.
- Deben evitarse las dobladuras y/o aglomeraciones de tela en cualquier punto de la mesa, puesto que éstas producen cortes defectuosos.
- Además, la mesa de tendido debe estar lisa y pulida, libre de asperezas y abolladuras, a fin de evitar agarres y roturas de tela al momento del tendido. Las dimensiones de la mesa de tendido varían considerablemente, y dependen de la producción de cada empresa, así como de las necesidades específicas de utilización.

2.1.2. Descripción de las tareas a realizar por la máquina.

- Optimizar el tiempo de extendido de tela.
- Minimizar los riesgos de agarres y roturas de la tela al momento de tendido.
- Reducir el desgaste físico de los operarios.
- La tendedora debe ser de fácil operación, montaje y a su vez el mantenimiento de cada una de las partes pueda realizarse con comodidad y rapidez.

2.2. Requisitos del sistema

Los requisitos del sistema son las especificaciones a cumplir por la máquina y están dadas por las siguientes características básicas a tomar en cuenta al momento de realizar el diseño:

- La máquina debe estar diseñada para extender tela plana.
- Realizar el tendido en zing_zag.
- Poder tender tela de hasta 1m de ancho, una longitud máxima de 2m.
- Un rollo con un diámetro que no pase de 44 cm y con un peso máximo de 30 kilos.
- El control del sistema debe ser eficiente y al mismo tiempo sencillo y económico.
- La máquina debe tener un tamaño apropiado de tal manera que se pueda montar y desmontar con facilidad.

Otros parámetros importantes son los siguientes:

- La velocidad debe ser constante para que permita un tendido eficiente de la tela sin maltratarla, y con tiempos de proceso bajos.
- El proceso de trabajo de la máquina debe de ser sencillo y realizable por un operador.
- Bajo consumo de energía.
- Deberá cumplir con normas de seguridad industrial que garanticen que el operador no ponga en peligro su humanidad.

2.2.1. Maquinaria de extendido. En la operación de extendido se tiene tres elementos importantes que son:

- Mesa de extendido.
- Carro extendedor.
- Ganchos de sujeción.

2.2.1.1. Mesa de extendido. Salvo en contadas extensiones, la misma mesa de extendido es utilizada como mesa de corte. Las mesas de extendido son mesas de considerables dimensiones que están equipadas con rieles laterales para permitir el desplazamiento de los carros extendedores como se muestra en las Figura 10.

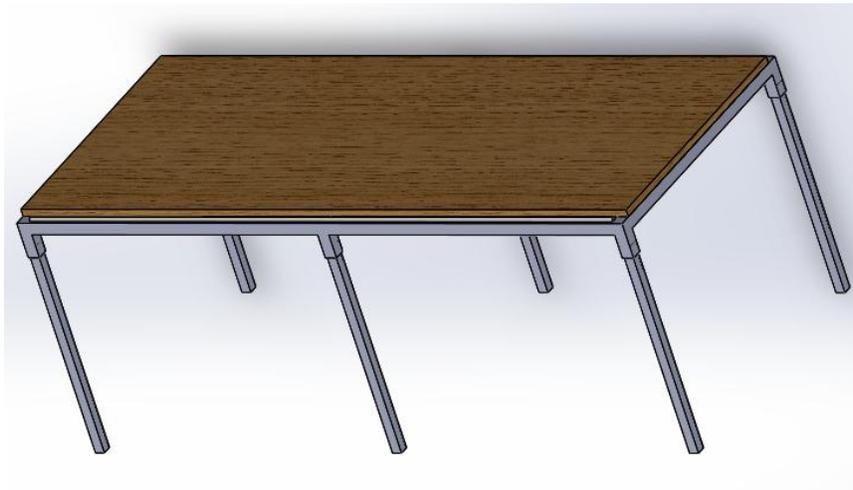


Figura 10. Mesa de extendido

2.2.1.2. Carro extendedor. Los carros tendedores tienen como misión fundamental el tendido o desplegado de la tela sobre la mesa de corte, deslizándose a lo largo de la misma en función de la longitud de la marca designada.

Existen carros de distintos diseños en la Figura 11, se muestra uno de ellos.

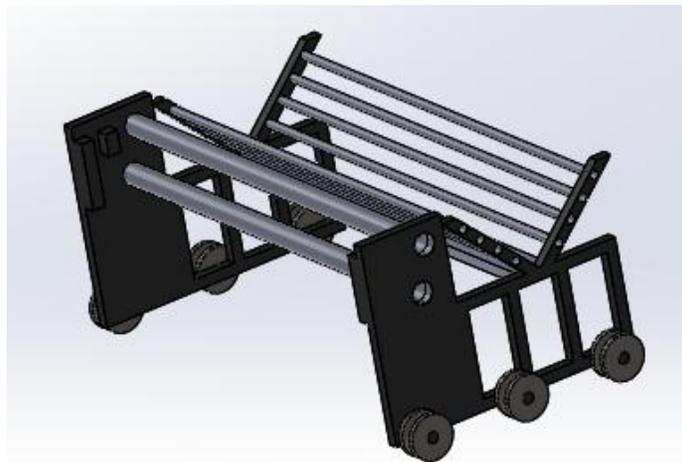


Figura 11. Carro de Tendido

El rollo de tejido se coloca sobre un soporte móvil y, por medio de varios dispositivos de desplegado y guías, van depositándose las capas y formándose un colchón de telas.

2.2.1.3.Ganchos de sujeción. Los ganchos de sujeción sujetan la tela en los extremos para que no se deslicen y así poder tener un control de la longitud deseada. En la Figura 12, se muestra un ejemplo de los de ganchos que se encuentran en la industria.



Figura 12. Ganchos de sujeción

Fuente: FUKUTEX S.A.S

Teniendo los elementos antes mencionados se plantean soluciones hipotéticas y para ello se construye un diagrama morfológico como se muestra en la Figura 13.

Función parcial	Operadores variables	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Mesa de extendido	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie • Rieles • Estructura 	Lisa  Madera	Semilisa  Hierro	Rugosa  Acero
Carro de extendido	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de rollo • Mov asistido • Tipo de ruedas 	Eje central Eléctrico Plástico	Rodillos Mecánico Caucho	Bandas Manual Acero galvanizado
Ganchos de sujeción	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeción • Posición 	Resorte 2 Fijos	Elástico 2 Móvil	Peso 1 fijo, 1 móvil

Figura 13. Análisis funcional para las funciones y alternativas planteadas

De este análisis se tiene algunas posibles soluciones que se analizan con una Matriz Pugh en base a los requerimientos del sistema y se obtiene la siguiente Tabla.

Tabla 1
Análisis de elementos

ALTERNATIVAS	A1	A2	A3
FACTORES			
Mantenimiento	1	0	1
Duración	1	1	-1
Fac. de construcción	1	-1	1
Fac. de montaje	1	0	1
Seguridad	1	1	1
Costo	1	-1	1
Total	6	0	4

Al realizar la suma se tiene la alternativa A1 con una mayor valoración a los demás y se concluye lo siguiente:

- Mesa de extendido: superficie semiliza, riel en ale y estructura de hierro.
- Carro de extendido: soporte de rolo con rodillos, movimiento eléctrico y ruedas de caucho.
- Gancho de sujeción: por peso y 1 gancho fijo y 1 móvil.

2.2.2. Alternativas de diseño. En el diseño y construcción de una máquina se pueden tener una o varias alternativas las cuales se diferencian unas de otras por las ventajas y desventajas que nos ofrecen.

Cada alternativa de diseño debe tener un estudio, de los cuales se debe escoger el más conveniente respetando el análisis de elementos y requisitos ya establecidos.

Para el diseño se han planteado 2 opciones y se escogerá la más óptima previo su respectivo análisis.

2.2.2.1. Alternativa de diseño 1. En esta alternativa la mayor ventaja es su construcción simple que reduce el peso de la máquina y reduce los materiales de construcción por lo tanto también reduce su costo.

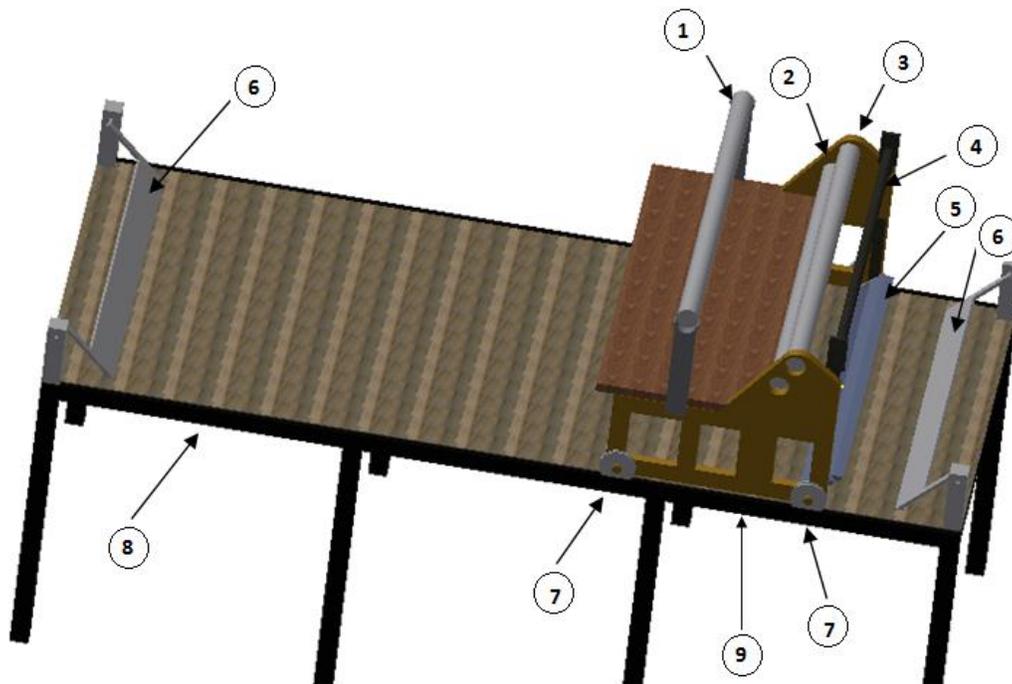


Figura 14. Alternativa de diseño 1

Partes de la alternativa 1:

- Rodillo principal 1.
- Rodillos 2, 3, 4.
- Gancho de sujeción 6.
- Guía de sujeción 5.
- Ruedas 7.

- Mesa 8.
- Soporte lateral 9.

Ventajas

- Facilidad de diseño.
- Bajo costo de construcción.
- Estructura sencilla de realizar
- Facilidad de adquisición de materiales en el mercado.

Desventajas

- Dificultad para montar el rollo de tela en el eje principal.
- El eje principal puede maltratar la tela.
- Desgaste físico del operario.

2.2.2.2. Alternativa de diseño 2. La mayor ventaja de este diseño es el montaje de tela al carro tendedor.

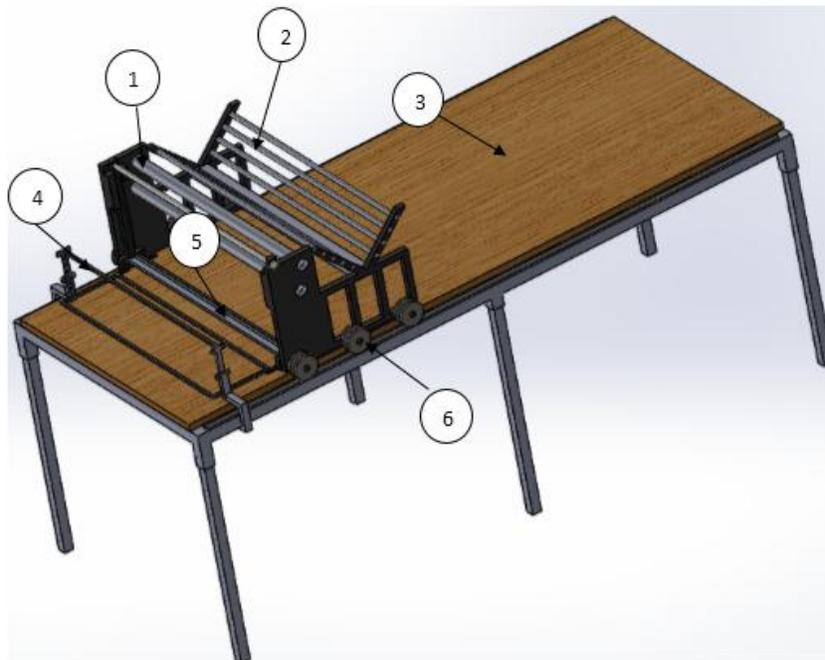


Figura 15. Alternativa de diseño 2

Partes de alternativa 2

- Rodillos 1.
- Soporte de rollo 2.
- Mesa 3.
- Ganchos de sujeción 4.
- Guía de sujeción 5.
- Ruedas 6

Ventajas

- Fácil montaje del rollo de tela al carro tendedor.
- Poco desgaste físico del operario.
- No se maltrata la tela en el montaje.
- Estructura más robusta.
- Facilidad de adquisición de materiales en el mercado.

Desventajas

- Mediano costo de construcción.
- Mayor peso de la estructura.

2.2.2.3. Selección de la alternativa de diseño. Uno de los factores más importantes al momento de elegir una alternativa de diseño es evitar maltratar la tela lo menos posible.

Si tienen en cuenta el factor antes mencionado se opta por la alternativa de diseño 2 ya que una de sus ventajas es evitar que la tela se maltrate al momento de montar el material al carro tendedor.

2.2.3. Selección de elementos constitutivos. Para realizar la tendedora de tela se plantea distintas alternativas las cuales serán analizadas en base a los sistemas constitutivos de las mismas, considerando los parámetros de diseño, funcionales y económicos.

Se analiza cada una de las propuestas con una escala de ponderación de 0 a 10, siendo 0 el mínimo y 10 el máximo tomado en cuenta la seguridad y funcionalidad de cada uno de los sistemas.

2.2.4. Factores a analizar.

2.2.4.1. Duración o vida útil. Este es un factor importante de analizar, ya que, de este depende el régimen de trabajo al cual va a estar sometido la tendedora de tela, su tiempo de duración y el tipo de mantenimiento que se va a aplicar.

2.2.4.2. Mantenimiento. De ese factor depende la facilidad y el tipo de mantenimiento que va a realizar a cada sistema, ya sea preventivo, correctivo; involucrando tiempos muertos que pueden ser perjudiciales para la producción.

2.2.4.3. Facilidad de construcción. Este factor determina la dificultad que se puede presentar al momento de construir un elemento constitutivo del sistema, ya sea, por su geometría, tipo de material empleado, experiencia por parte del fabricante y tiempo de construcción; Lo cual implica un aumento en los costos.

2.2.4.4. Facilidad de montaje. La importancia de analizar este factor, es tomar en cuenta el tipo de elementos utilizados para este proceso, así como también, el tiempo del montaje y puesta a punto de la tendedora.

2.2.4.5. Calibración. La importancia de este factor parte de la necesidad por que los sistemas o elementos constitutivos de la máquina queden alineados o balanceados al momento de realizar el montaje para evitar posibles fallas o imperfecciones en el producto terminado.

2.2.4.6. Seguridad. Este factor determina el nivel de confiabilidad al momento de operar la máquina, lo cual proporciona la certeza suficiente al operario de que el trabajo a realizar no conlleva a riesgo de accidentes.

2.2.4.7. Costo. Este es el factor más importante al momento de realizar el diseño puesto que si los costos de construcción, montaje, diseño superan los niveles presupuestados, no se podrá terminar el proyecto. Para lo cual se debe saber escoger los mejores elementos al menor costo y la mayor calidad.

2.2.5. Sistemas a analizar.

2.2.5.1. Sistema de transmisión de potencia. El sistema de transmisión de potencia se caracteriza por proporcionar el movimiento motriz del sistema. Teniendo como posibles alternativas las siguientes:

- a. Sistema de transmisión por engranes.
- b. Sistema de transmisión por poleas y bandas.
- c. Sistema de transmisión por catalinas y cadenas.

En la tabla se muestra la ponderación del sistema de transmisión de potencia.

Tabla 2

Alternativas del Sistema de Transmisión de Potencia

ALTERNATIVAS	A	B	C
FACTORES			
Mantenimiento	8	9	8
Duración	8	8	9
Fac. de construcción	8	8	9
Fac. de montaje	8	9	7

Calibración	8	7	7
Seguridad	8	8	8
Costo	6	8	7
Total	54	57	55

De la tabla anterior se concluye que la alternativa B es la seleccionada para este sistema por su fácil mantenimiento y construcción.

2.2.5.2. Tablero de mesa de tendido. El tablero de mesa de tendido es muy importante ya que es la base de la tela apilada. Se la analiza en función de un estudio de campo teniendo las siguientes alternativas.

- Lamina de triplex de 5 líneas
- Lamina de mdf

Tabla 3

Tablero de mesa de tendido

ALTERNATIVAS	A	B
FACTORES		
Superficie semiliza	8	10
Deformación	7	9
Montaje	10	10
Costo	8	6
TOTAL	33	35

De la tabla anterior se concluye que la alternativa B es la seleccionada para este sistema ya que es un material durable y de bajo costo.

2.2.5.3. Estructura carro de tendido. La estructura del carro tendedor debe ser muy firme puesto que en ella se deposita el rollo de tela y se tensa la tela. Las posibles alternativas son las siguientes.

- Estructura en madera.
- Estructura en acero.
- Estructura en hierro.

Tabla 4

Estructura carro de tendido

ALTERNATIVAS	A	B	C
FACTORES			
Duración	8	9	8
Fac. de construcción	9	7	9
Fac. de montaje	8	8	8
Deformación	8	10	10
Costo	8	6	9
Total	41	50	54

De la tabla anterior se concluye que la alternativa C es seleccionada por su fácil construcción y su costo es bajo.

2.2.5.4. Sistema de sujeción. El sistema de sujeción realiza el enganche de los extremos para poder apilar las capas de tela, se tienen las siguientes alternativas.

- Neumático.
- Mecánico.
- Hidráulico.

Tabla 5
Sistema de sujeción

ALTERNATIVAS	A	B	C
FACTORES			
Duración	9	8	9
Fac. de construcción	6	10	6
Fac. de montaje	8	8	8
Deformación	9	8	9
Costo	5	10	4
Total	37	44	36

De la tabla 5 se concluye que la alternativa B es la seleccionada por su fácil construcción y bajo costo.

2.3. Aproximación en bloques

La aproximación en bloques brinda una manera de visualizar como se realizara el proceso de construcción el cual está dividido en:

- Sistema mecánico.
- Sistema de control.

2.3.1. Sistema mecánico. Como se observa en la Figura 16, el sistema mecánico se dividen en mesa de tendido y carro tendedor, en la mesa de tendido estarán los ganchos de sujeción de la tela y en el carro tendido los mecanismos de desplazamiento y enganche como son el motor, las poleas etc.

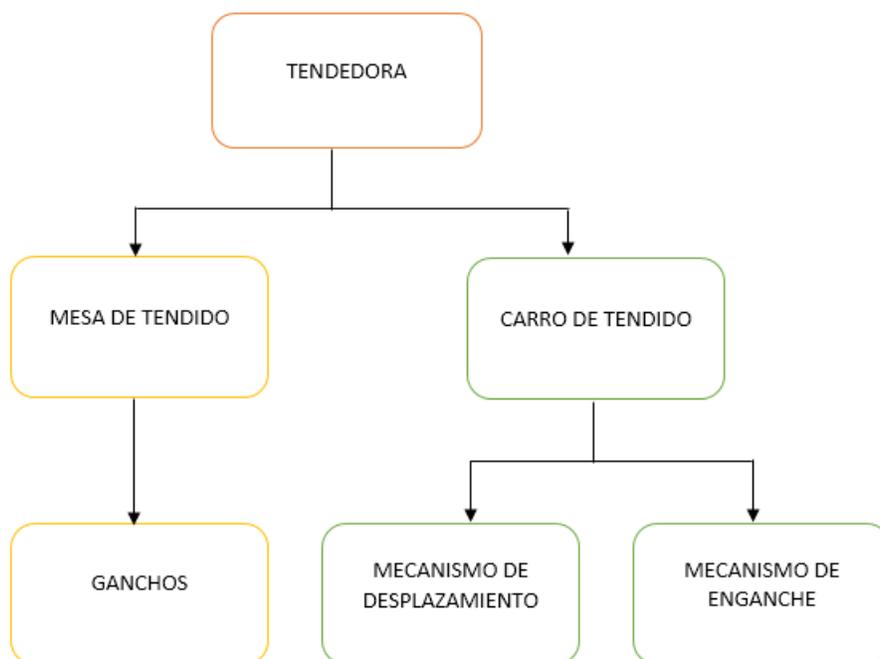


Figura 16. Sistema mecánico en bloques

2.3.2. Control y respuesta. Como se muestra en la Figura 17, el ingreso de datos se envían a un dispositivo de control el cual monitorea los sensores y envía la señal de inicio del tendido.



Figura 17. Sistema de control en bloques

Capítulo III.

Diseño de la máquina tendedora de tela

Siendo el único de los objetivos principales el diseño de la máquina a construirse, este es uno de los capítulos más importantes, debido a que aquí se definirán los parámetros y requerimientos que serán la base para alcanzar nuestro objetivo.

Los parámetros y especificaciones, están dados por condiciones establecidas en catálogos de los fabricantes.



Figura 18. Vista delantera y posterior Carro Tendedor

El diseño de la máquina va a estar garantizado por los cálculos realizados, así como por los materiales que se van a utilizar, los cuales han sido previamente analizados, y cuentan con la garantía de los distribuidores.

3.1. Diseño del sistema mecánico

Para facilitar el cálculo del sistema mecánico se tomará cada elemento para su respectivo análisis, el carro de tendido se dividirá por partes como se muestra en la Figura 19.

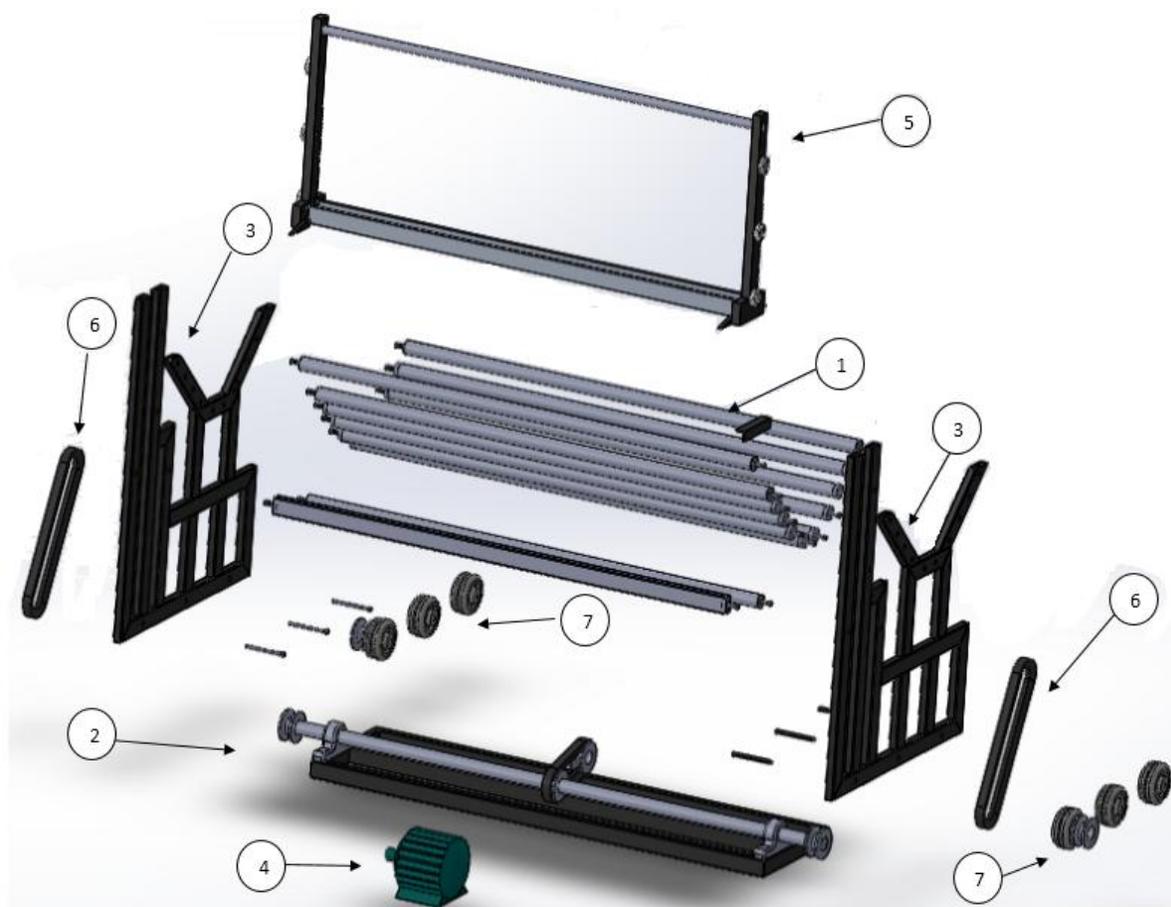


Figura 19. Elementos Carro de Tendido

Elementos carro de tendido

1. Soporte de tela.
2. Soporte motor eje motriz.
3. Soporte estructural laterales.
4. Motor.
5. Guía transportadora de tela.
6. Bandas.
7. Ruedas.

3.1.1. Cálculo de fuerzas en los elementos. En la siguiente Figura 20, se muestra la distribución de tensión que ejerce la tela en los rodillos el cual ayudará para el cálculo de fuerzas del sistema.

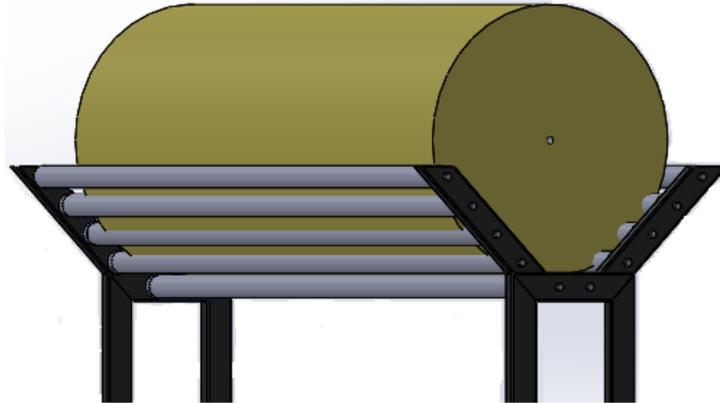


Figura 20. Soporte de Tela

Para realizar el cálculo se tomara el peso máximo de 30kg, el cual se dividirá para los rodillos en contacto y tomando en cuenta que es un peso uniforme se encontrara el peso que soportará el rodillo.

$$\text{Prodillo} = (30\text{kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2) / 8 \quad \text{por carga uniforme.}$$

$$\text{Prodillo} = 36,75 \text{ N}$$

3.1.1.1. Cálculo de reacciones y momentos en el rodillo.

a) Cálculos de las reacciones

$$\sum F_y = 0 = 36.75 \text{ N/m} \cdot (1\text{m}) - R_{rd} + R_{dr}'$$

$$R_{rd} = R_{dr}'$$

$$\sum F_y = 0 = 36.75 - 2R_{rd}$$

$$R_A = R_{A'} = 18.38 \text{ N}$$

b) Cortantes

$$V = R_A = 18.38 \text{ N}$$

c) Momentos flectores

$$M1 = 18.38 * 0.055 = 1.01 \text{ Nm}$$

$$M2 = \frac{1}{2} * 18.38(0.5) = 4.59 \text{ Nm}$$

$$M_t = 5.6 \text{ Nm}$$

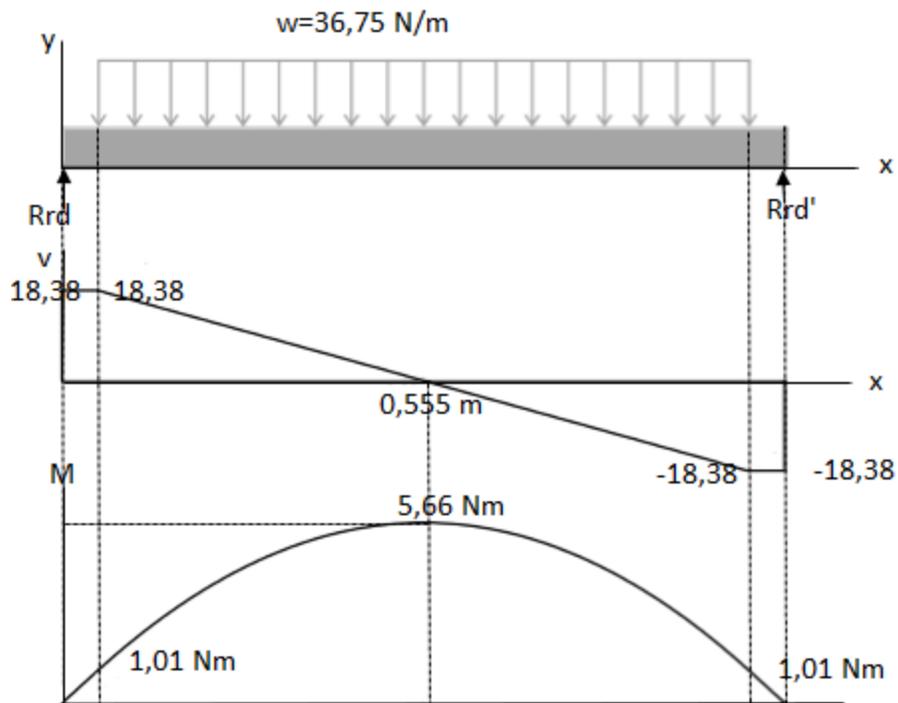


Figura 21. Diagrama de cortes y momentos Rodillo

d) Factor de seguridad

$$\sigma_{\max} = M_{\max} * C / I$$

$$I = \pi(D^4 - d^4) / 64 \quad (\text{Barra Circular})$$

$$I = \pi(31.75^4 - 30.654^4) / 64 = 6561.77 \text{ mm}^4$$

$$C = D / 2 = 31.75 / 2 = 15.875 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{5.6 \text{ Nm} * 15.875 \text{ mm} * 10^3 \frac{\text{mm}}{\text{m}}}{6561.77 \text{ mm}^4} = 13.55 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{con } S_y = 228 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (\text{ASTM-A500})$$

Esfuerzo cortante:

Según Shigley la fórmula del esfuerzo cortante máximo para una viga circular con pared delgada es.

$$\tau_{xy} = \frac{2V}{A}$$

Donde:

V = fuerza cortante.

A = área de la sección transversal.

$$A = \pi(D^2 - d^2)/4$$

$$A = \pi(31.752^2 - 30.652^2)/4 = 53.91 \text{ mm}^2$$

Reemplazando se tiene:

$$\tau_{xy} = \frac{2 * 18.38 \text{ N}}{53.91 \text{ mm}^2} = 0.68 \text{ N/mm}^2$$

Teoría de Von Mises:

$$\sigma_i = \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)} ; \sigma_y = 0$$

$$= (\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)^{1/2}$$

$$= (13.552 + 3 * 0.682)^{1/2}$$

$$\sigma_i = 13.60 \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

Entonces: $\sigma_i = S_y / f_s$

$$f_s = 228 / 13.6 = 16.76$$

Una vez realizados los cálculos se puede estar seguro que el rodillo establecido de tubo redondo estructural de $1\frac{1}{4}$ pulgadas soporta la carga máxima.

3.1.1.2. Cálculo de reacciones y momentos en el soporte lateral. El soporte lateral se divide en tres zonas para facilitar el cálculo como se muestra en la Figura 22.

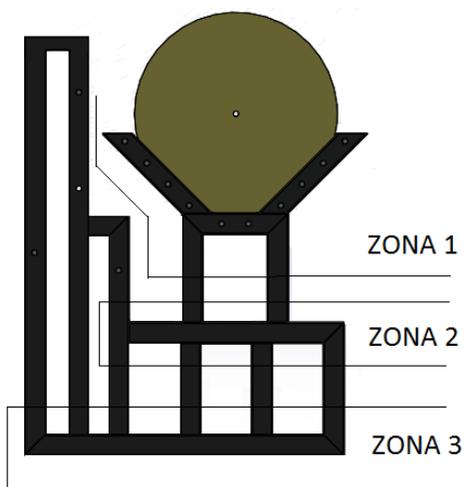


Figura 22. Distribución por zonas estructura lateral

3.1.1.2.1. Cálculo de fuerzas en la zona 1. En la zona 1 se tomará el peso total de la tela más el peso de los rodillos como una carga uniforme como se muestra en la Figura 23.

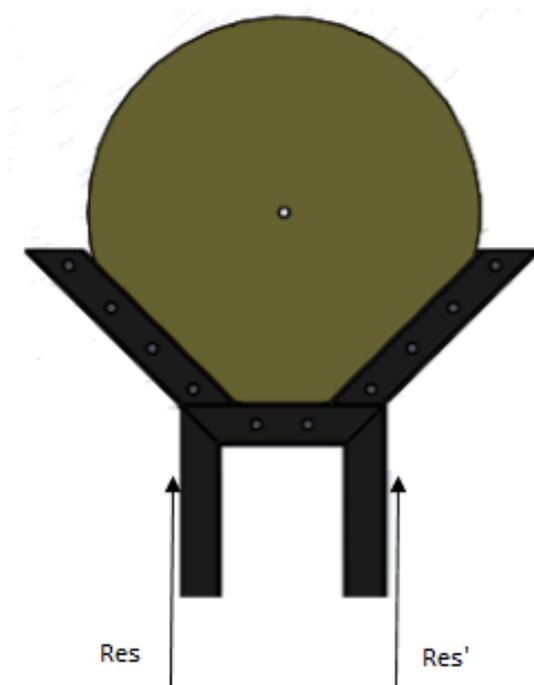


Figura 23. Representación de pesos en la estructura

Cada rodillo pesa alrededor de 1 kg cada uno, en total para soportar la tela son 10 rodillos así que el peso total de los rodillos es 10 kg.

La tela tiene un peso máximo de 30kg.

Peso total = peso de los rodillos + peso de la tela

Peso total = 10 kg+ 30 kg = 40 kg

Como es una carga uniforme el peso será dividido para los cuatro soportes.

$Res = Res' = 40/4$

$Res = 10 \text{ kg.}$

$Res = 98 \text{ N.}$

Una vez teniendo las reacciones se procede a calcular las fuerzas en la estructura restante.

3.1.1.2.2. Cálculo de fuerzas en la zona 2.

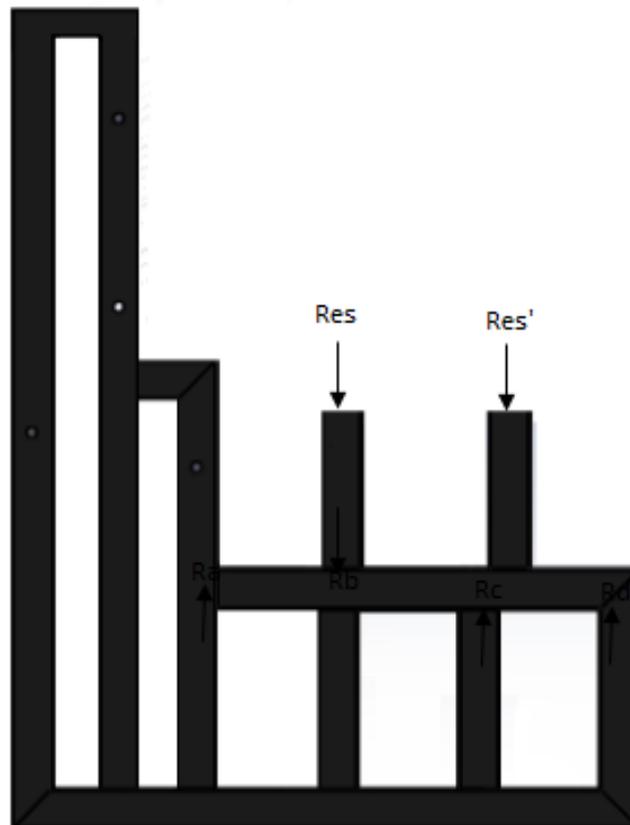


Figura 24. Fuerzas que intervienen en la estructura

En un análisis estructural de cualquier estructura altamente indeterminada. Para ese caso, incluso una estructura estáticamente determinada, se puede simplificar siempre que aquellas estructuras sean simétricas y que soportan cargas simétricas o anti-simétricas.

En un sentido general, una estructura puede ser clasificada como simétrica siempre que la mitad de ésta desarrolle la misma carga interna y deflexiones que las de su imagen reflejada espejo respecto a su eje central.

Normalmente la simetría requiere que la composición del material, la geometría, los soportes y la carga sean iguales en cada lado de la estructura. (Hibbeler, 2012)

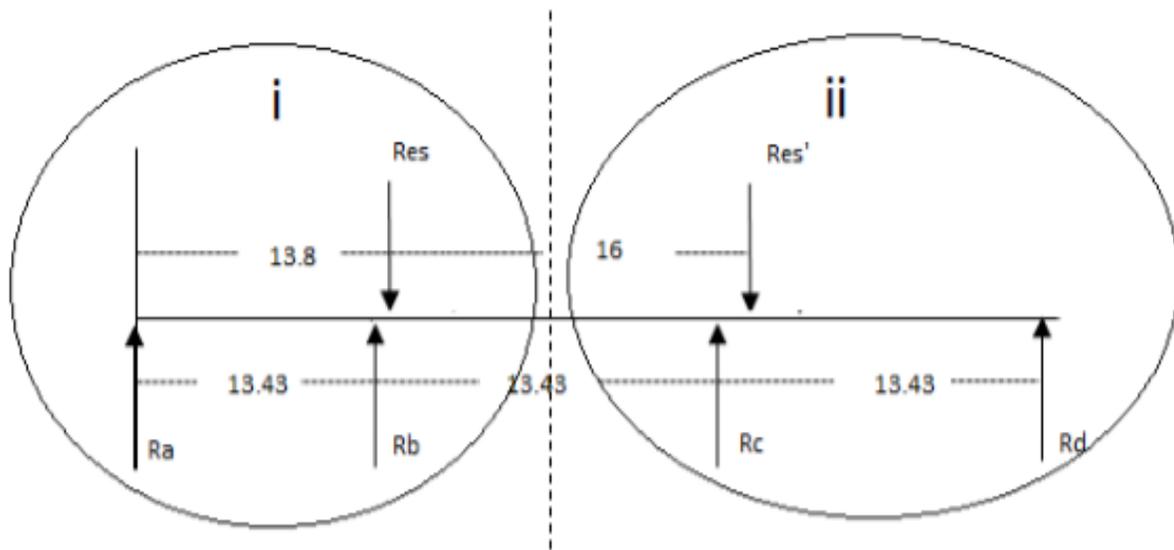


Figura 25. Diagrama de fuerzas estructura lateral

Como se muestra en la Figura 25. Las reacciones r_b y r_c tiene una mínima distancia con la fuerza aplicada, por tal motivo se puede dividir en dos partes para su estudio.

- Cálculo de reacciones en i.

$$\sum F_y = 0$$

$$R_a + R_b = R_{es}$$

$$R_a + R_b = 98 \text{ N}$$

$$\sum MR_a^{\curvearrowright} = 0$$

$$13.43 \cdot R_b = 13.8 \cdot R_{es}$$

$$13.43 \cdot R_b = 13.8 \cdot 98$$

$$R_b = 100.7 \text{ N}$$

Reemplazando tenemos.

$$R_a = 98 - 100.7$$

$$R_a = - 2.70 \text{ N}$$

Como es negativa la dirección de R_a es contraria a la que se supuso, quedando de esta manera.

$$\downarrow R_a$$

- Cálculo de reacciones en ii

$$\sum F_y = 0$$

$$R_c + R_d = R_{es}'$$

$$R_c + R_d = 98 \text{ N}$$

$$\sum MR_d^{\curvearrowleft} = 0$$

$$13.43 \cdot R_c = 10.49 \cdot R_{es}$$

$$13.43 \cdot R_c = 10.49 \cdot 98$$

$$R_c = 76.55 \text{ N}$$

Reemplazando se obtiene.

$$R_d = 98 - 76.55$$

$$R_d = 21.45 \text{ N}$$

3.1.1.2.3. Cálculo de fuerzas en la zona 3.

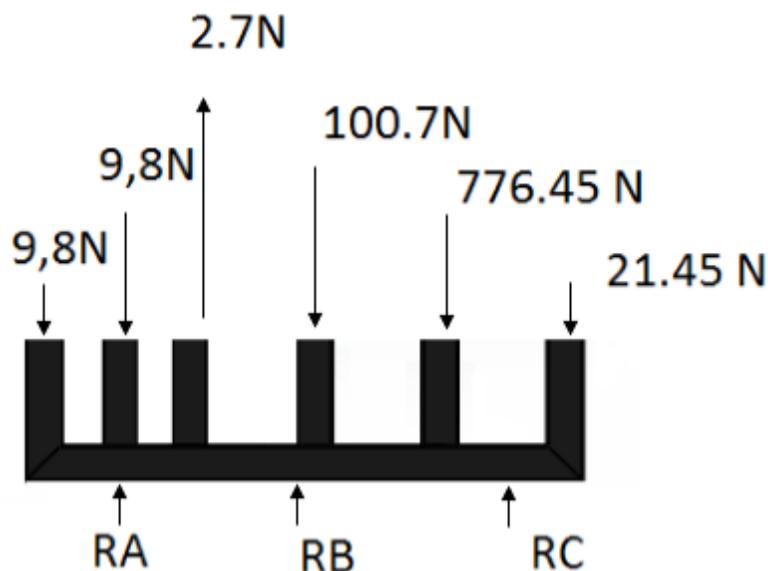


Figura 26. Distribución de fuerzas zona 3

Como se muestra en la Figura 26, es una estructura hiperestática de tal manera que se utiliza el método de Cross para hallar las reacciones del sistema y obtener el momento máximo, ya que en esta zona se concentran las fuerzas que debe soportar la estructura.

Hardy Cross desarrolló en el año 1932 un método numérico para la resolución de estructuras hiperestáticas. Es un método numérico de aproximaciones sucesivas, que evita resolver sistemas de ecuaciones simultáneas de un número elevado de ecuaciones. (Gonzalez Cuevas, 1994)

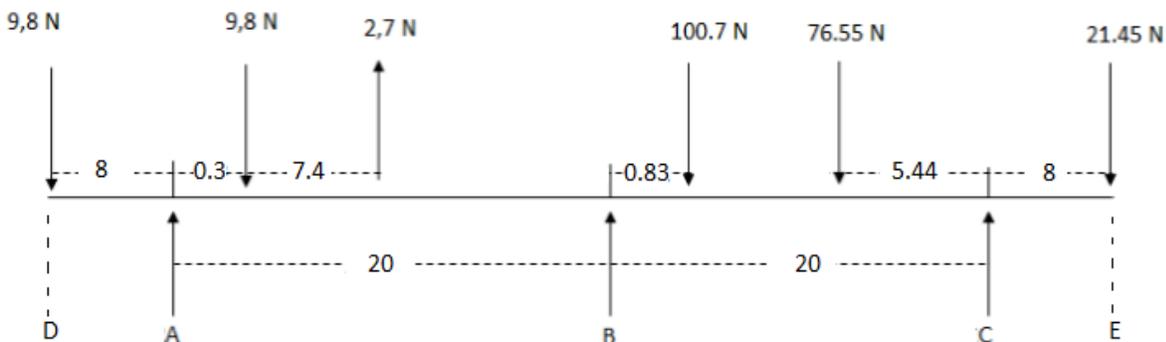


Figura 27. Diagrama de fuerza zona 3

Para aplicar el método de Cross en es necesario tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\text{Rigidez } K = \frac{I}{L}$$

Donde

I= momento de inercia.

L = longitud.

$$\text{Factor de distribución } FD = \frac{K}{K}$$

$$\text{Momentos empotrados (ME), para cargas puntuales } W = \frac{PAB^2}{L^2} ; W = \frac{PBA^2}{L^2}$$

Donde:

P = fuerza aplicada.

A,B = apoyos.

L = longitud del tramo.

Para la construcción de la estructura se tomó un perfil estructural rectangular 40x20x1.5 y su momento de inercia tomado de tablas es 1.09 cm⁴.

- Cálculo de rigidez tramo DA.

$$K = \frac{1.09}{8}$$

$$K = 0.14$$

- Cálculo de rigidez tramo AB

$$K = \frac{1.09}{20}$$

$$K = 0.05$$

El tramo AB = BC ya que es la misma barra y longitud.

Rigidez tramo BC

$$K = 0.14$$

El tramo DA = CE ya que es la misma barra y longitud.

Rigidez tramo CE

$$K = 0.05$$

- Cálculo del factor de distribución tramo DA.

El factor de distribución en D = 0 ya que no existe apoyo.

$$FDA = \frac{0.14}{0.14 + 0.05}$$

$$FDA = 0.74$$

- Cálculo del factor de distribución tramo AB.

$$FDA = \frac{0.05}{0.14 + 0.05}$$

$$FDA = 0.26$$

$$FDB = \frac{0.05}{0.05 + 0.05}$$

$$FDB = 0.5$$

Como las distancias de los soportes son simétricas se tiene:

$$FD \text{ tramo DA} = FD \text{ tramo DE}$$

$$\text{Entonces } FDC = 0.74 ; FDE = 0$$

$$FD \text{ tramo AB} = FD \text{ tramo BC}$$

$$\text{Entonces } FDC = 0.26 ; FDE = 0.5$$

- Cálculos de los momentos de empotramiento (ME).

Tramo DA.

WD = 0 ya que no existe soporte.

$$WA = 9,8 * 8 = 78.40$$

Tramo AB.

$$W_A = \frac{9.8 \cdot 0.3 \cdot 19.7^2}{20^2} - \frac{2.7 \cdot 7.7 \cdot 12.3^2}{20^2} = 5.01$$

$$W_B = \frac{9.8 \cdot 19.7 \cdot 0.3^2}{20^2} - \frac{2.7 \cdot 12.3 \cdot 7.7^2}{20^2} = 4.88$$

Tramo BC

$$W_B = \frac{100.7 \cdot 0.83 \cdot 19.17^2}{20^2} + \frac{76.55 \cdot 14.56 \cdot 5.44^2}{20^2} = 159.25$$

$$W_C = \frac{100.7 \cdot 19.7 \cdot 0.83^2}{20^2} + \frac{76.55 \cdot 5.44 \cdot 14.56^2}{20^2} = 224.12$$

Tramo CE

$W_E = 0$ ya que no existe soporte.

$$W_C = 21.45 \cdot 8 = 171.60$$

Una vez obtenidos los datos se transfirieren a una tabla para ser calculados los momentos en cada apoyo como se muestra en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6
Método de Cross

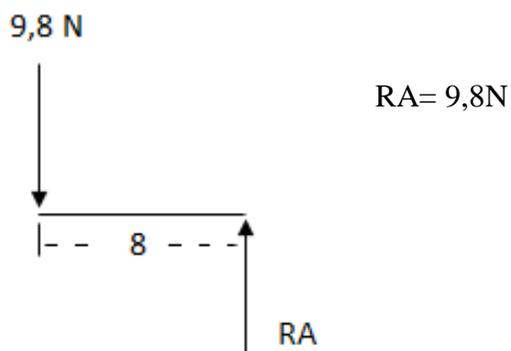
	D	A	B	C	E		
K	0.14	0.5	0.5	0.5	0.5		
FD	0	0.74	0.26	0.5	0.26	0.74	
ME		78,4	-5,01	4,88	-159,25	224,16	-171,6
		-73,39		154,64		-52,56	
DISTRIBUCIÓN		-54,31	-19,08	77,32	77,32	-13,67	-38,89
TRANSPOLAR		0	38,66	-9,54	-6,84	38,66	0
		-38,66		16,38		-38,66	
DISTRIBUCIÓN		-28,61	-10,05	8,19	8,19	-10,05	-28,61
TRANSPOLAR		0	4,1	-5,03	-5,03	4,1	0
		-4,1		10,6		-4,1	
DISTRIBUCIÓN		-3,03	-1,07	5,03	5,03	-1,07	-3,03
TRANSPOLAR		0	2,52	-0,54	-0,54	2,52	0
		-2,52		1,07		-2,52	
DISTRIBUCIÓN		-1,86	-0,66	0,54	0,54	-0,66	-1,86
MOMENTOS FINALES		-9,41	9,41	80,85	-80,85	243,99	-243,99

En cada nodo se debe equilibrar a cero, multiplicado el factor de desplazamiento (FD) por el momento de empotramiento (ME), los resultados se desplazan en cruz dividido para dos y se procede a equilibrar este proceso se realiza cuatro veces podemos obtener los momentos en cada nodo.

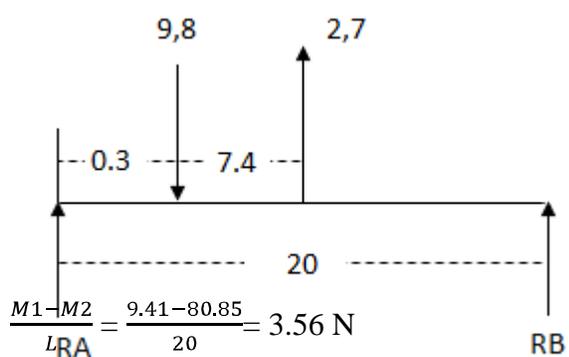
- Cálculo de reacciones en cada soporte.

Para realizar el cálculo de reacciones en los soportes se debe tomar cada tramo de la siguiente manera:

Tramo DA



Tramo AB



Reacciones isostáticas

Donde $RB = -0,89 \text{ N}$

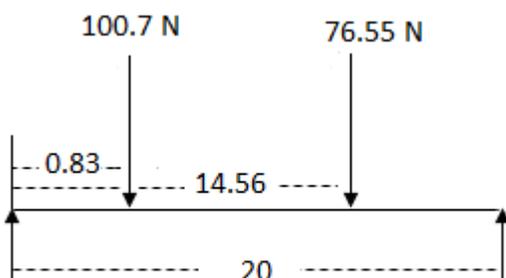
$RA = 6.21 \text{ N}$

Reacciones Hiperestáticas

$$RA = 6.21 + 3.56 = 9.6 \text{ N}$$

$$RB = 0.89 - 3.56 = 2.67 \text{ N}$$

Tramo BC



Reacciones isostáticas

Donde $R_C = 60.87 \text{ N}$

$R_B = 116.38 \text{ N}$

Reacciones Hiperestáticas

$$\frac{M_1 - M_2}{L} = \frac{80.85 - 243.99}{20} = -8.17 \text{ N}$$

$$R_B = 116.38 - 8.16 = 108.22 \text{ N}$$

$$R_C = 60.87 - 8.16 = 68.07 \text{ N}$$

Las reacciones en cada soportes de RA y RB quedan de la siguiente manera como se muestra en la Figura 28.

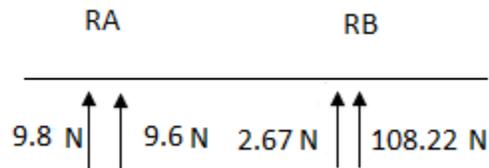


Figura 28. Reacciones zona 3

Reacciones en los soportes.

$$R_A = 9.8 + 9.06 = 18.24 \text{ N}$$

$$R_B = 108.22 + 2.67 = 110.89 \text{ N}$$

$$R_C = 110.89 + 18.54 - 9.8 - 9.8 + 2.7 - 100.7 - 76.55 - 21.45 = 86.46 \text{ N}$$

En la Figura 29, se puede observar el cortante y momento máximo

$$V = 112.23$$

$$M_{\max} = 1820.84$$

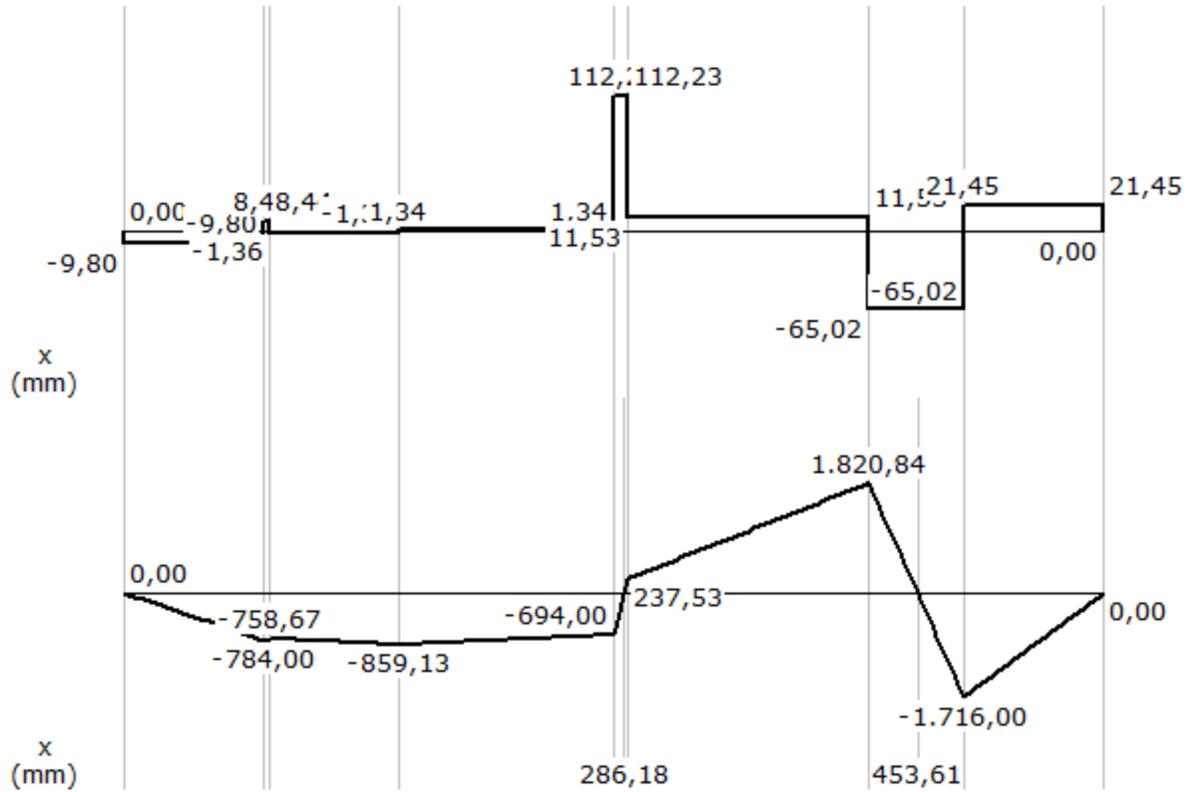


Figura 29. Diagrama de cortes y momentos en la estructura

Factor de seguridad

$$\sigma_{\max} = M_{\max} \cdot C / I$$

$I = 10900 \text{ mm}^4$ (en tablas tubo rectangular)

$$C = H/2 = 40/2 = 20 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{182.084 \text{ Ncm} \cdot 20 \text{ mm}}{10900 \text{ mm}^4} \cdot \frac{10 \text{ mm}}{\text{cm}} = 3.34 \text{ N/mm}^2$$

con $S_y = 269 \text{ (N/mm}^2)$ (ASTM-A500)

Esfuerzo cortante:

$$\tau = \frac{VQ}{Ib}$$

Donde:

V = fuerza cortante.

Q = primer momento con respecto al eje centroidal del área de la sección transversal.

I = momento de inercia.

b = espesor del perfil donde se calcula el esfuerzo.

$$Q = 2b(H-b)(a-b)$$

$$Q = 2 * 1.5(40-1.5)(20-1.5)$$

$$Q = 2136.75 \text{ mm}^3$$

Reemplazando se tiene:

$$\tau_{xy} = \frac{112.234 \text{ N} * 2136.75 \text{ mm}^3}{10900 \text{ mm}^4 * 1.5 \text{ mm}} = 14.67 \text{ N/mm}^2$$

Teoría de Von Mises

$$\sigma_i = \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)} ; \sigma_y = 0$$

$$= (\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)^{1/2}$$

$$= (3.342 + 3 * 14.672)^{1/2}$$

$$\sigma_i = 25.63 \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

Entonces: $\sigma_i = S_y / f_s$

$$f_s = 269 / 25.63 = 10.50$$

Queda confirmado que el elemento escogido para la construcción de la estructura soportara con facilidad la carga máxima.

3.1.1.2.4. Análisis de la estructura lateral mediante Solidworks. Por medio este software se puede analizar el comportamiento de la estructura mediante la colocación de fuerzas a las que van hacer sometidas.

En la siguiente imagen, se puede observar la carga uniforme y su desplazamiento estático.

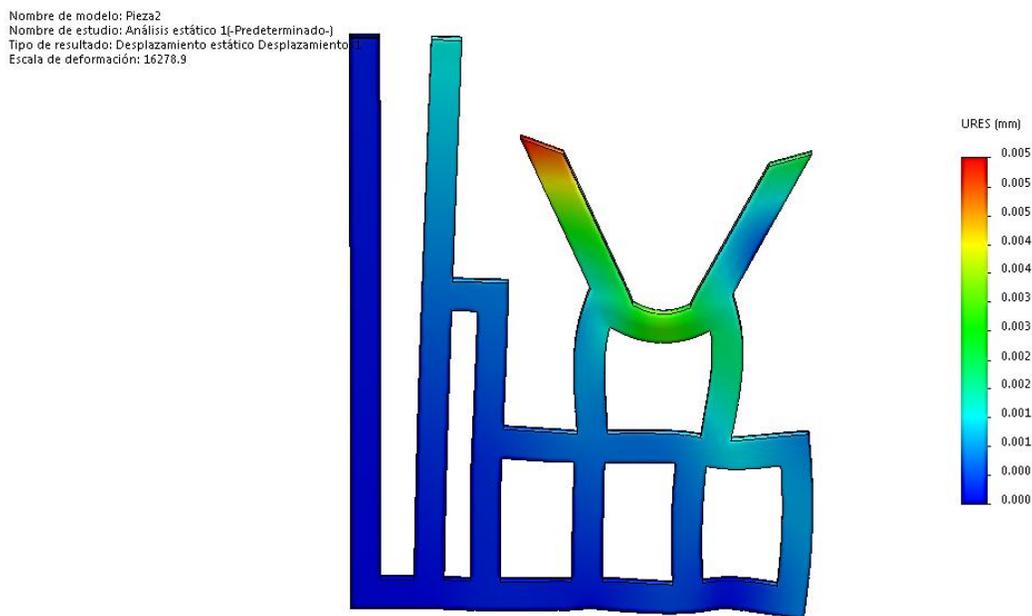


Figura 30. Desplazamiento estático de la estructura lateral

En la Figura 30, se observa que el desplazamiento máximo que podría ocurrir en la estructura en condiciones extremas es de 0.005 mm por lo tanto ya que este valor es casi nulo se concluye que el diseño es seguro y soporta cargas sin ningún problema.

A continuación se muestra el análisis del factor de seguridad

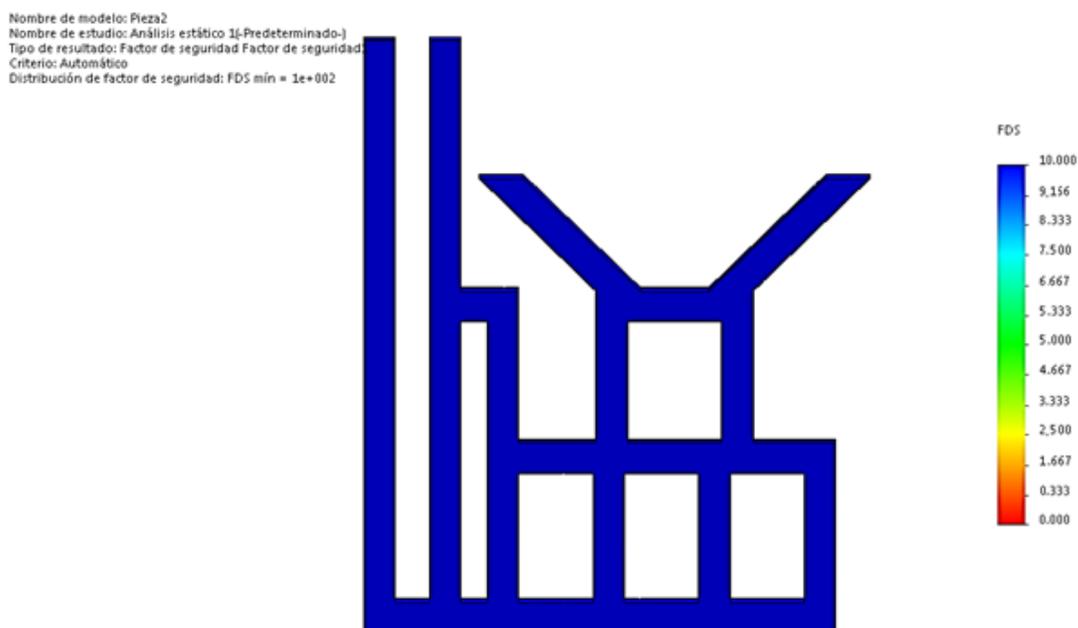


Figura 31. Factor de seguridad de la estructura lateral

Se observa en la Figura 31, el factor de seguridad es alto así que podrá resistir las cargas fácilmente y la máquina tendrá mucha estabilidad.

3.1.2. Cálculo de sistema de transmisión. Para el sistema de transmisión se calculará la potencia necesaria del motor y se dimensionará el eje de transmisión.

3.1.2.1. Potencia del motor.

Torque $T = F * D$

T = torque máximo que debe vencer el motor.

F = Fuerza necesaria.

D = Distancia del eje a la fuerza aplicada.

La fuerza total es el peso de la estructura y la carga aplicada por lo tanto

F= 60 kg

D= radio de las ruedas por lo tanto.

D=0.05m

Con los datos mencionados se tiene que

$M_t = 3 \text{ Kg.m} = 29.40 \text{ N.m}$

Se desea que el carro recorra 2 m en 5 minutos entonces

$V = d/t = 2/5 = 0.4 \text{ m/s}$

Entonces la velocidad angular del eje es:

$n = 8.12 \text{ rad / s}$

La potencia teórica del motor es

$P = M_t * n$

$P = 29.4 * 8.12$

$P = 238.73 \text{ w}$

$$P = 0.32 \text{ hp}$$

Considerando las pérdidas por mecanismos de transmisión se tiene lo siguiente:

$$P = 0.32 * 1.7$$

$$P = 0.54 \text{ hp}$$

Se concluye que el carro tendedor necesita un motor de aproximadamente 0.6 a hp y 80 rpm.

3.1.2.2. Diseño del eje de transmisión. Para el diseño del eje se toma en cuenta la carga aplicada que da el motor para realizar el movimiento.

Par torsional del eje según Mott.

$$T = 63000P/n$$

Donde

P = potencia (hp)

n = velocidad de giro (rpm)

Entonces

$$P = 63000 * 0.54 / 77.52 = 438.85 \text{ lib.pulg}$$

Ecuación de diseño para ejes

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{KtM}{Sn'}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{Sy}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Donde

Kt = factor de concentración de esfuerzos

Sn' = resistencia a la fatiga

N = factor de diseño

M = momento aplicado

T = par torsional

Sy = resistencia a la fluencia

Esta ecuación es compatible con la norma ANSI B106.IM-1985, también se puede aplicar para torsión pura y tensión pura. (Robert L, 2006)

Se utilizará un tubo redondo estructura ya que no tiene un choque o impacto inusual.

ASTM A500 donde $S_n = 33000$ psi

El eje no tiene chaflán las partes están sujetas por tornillos de compresión entonces $K_t = 0$ de tal manera que la ecuación queda:

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Reemplazando se tiene

$$D = \left[\frac{32*3}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{438.85}{33000} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$D = 0.79$ pulgadas

Para la elaboración del eje se tomar un tubo estructural que tenga aproximadamente el diámetro obtenido.

3.1.3. Diagrama sistema de enganche. El sistema de enganche de tela se divide en dos ganchos, el gancho A desplaza la tela hasta llegar al gancho B que se encargada de retener la tela.

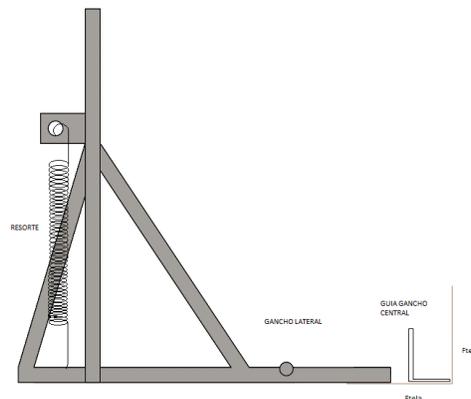


Figura 32. Distribución de fuerza Gancho

3.1.3.1. Cálculo del resorte para el sistema de enganche.

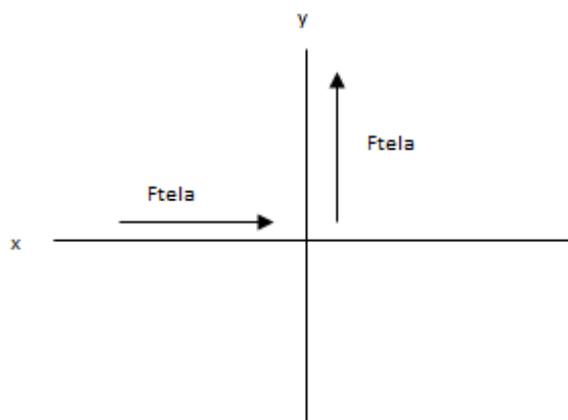


Figura 33. Diagrama de fuerzas en el gancho

La Figura 33, de sujeción de la tela fue tomada a base de pruebas experimentales las cuales se tomó teniendo en cuenta que la tela sea lo menos posible maltratada, para ello se utilizó una balanza en kilogramos y se aplicó una fuerza entre la tela y la balanza obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

Tabla 7

Datos fuerza de sujeción tela

	Prueba N° 1	Prueba N° 2	Prueba N° 3	Prueba N° 4	Prueba N° 5
Factores					
Fuerza	3 kg	2,2 kg	1,9 kg	1,84 kg	1,82
Sujeción	Mala	Regular	Buena	Excelente	Buena

De la tabla 7, se tiene que a una presión de 1,84 kg tenemos una excelente sujeción sin maltrato de la tela con este dato se procede al cálculo del resorte necesario.

$$F_{tela} = 18.07 \text{ N}$$

$$k = F/L$$

$$k=18.7/10 = 1.87$$

El resorte tiene que tener una constante de elasticidad de 1.87 y una longitud de 10 cm.

3.1.4. Diagrama de fuerza para el cálculo de la mesa. Para el cálculo de las fuerzas que ejercen en la estructura de la mesa se toma en cuenta que el cuerpo es uniforme.

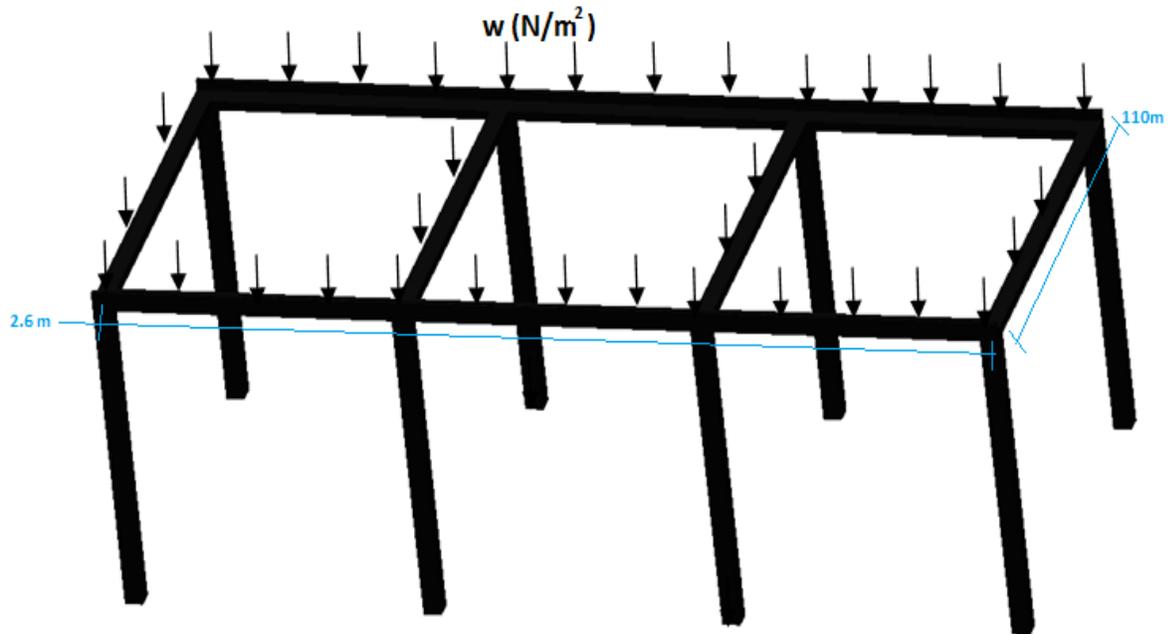


Figura 34. Fuerza en la mesa

3.1.4.1. Cálculo de reacciones y momentos en el soporte lateral de la mesa. La mesa debe soportar en los laterales el peso de la estructura y la carga aplicada de tal manera que la fuerza total se toma sumando las cargas.

$$M_{total} = 30 \text{ kg} + 30 \text{ kg}$$

$$F_{total} = 588 \text{ N}$$

$$W = 588 / (2.8 * 1.24)$$

$$W = 169.35 \text{ N/m}^2$$

$$W_1 = 169.35 * 0.56 = 94.85 \text{ N/m}$$

a) Diagrama de cortes y momentos

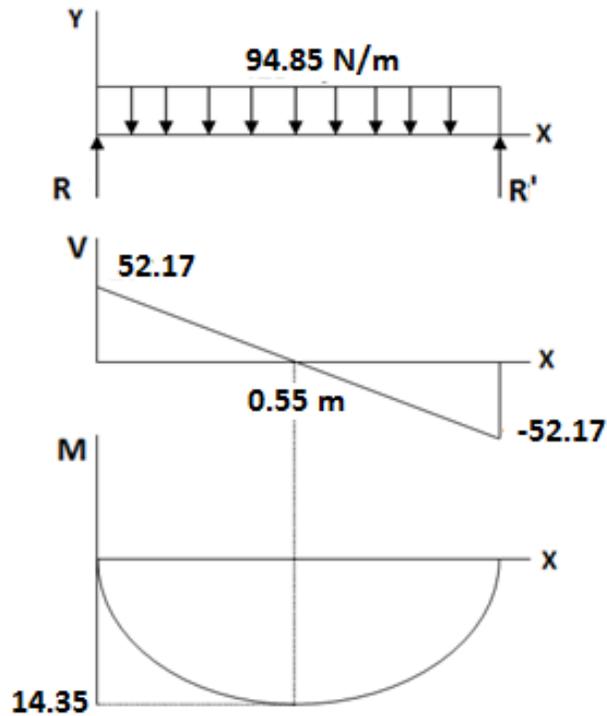


Figura 35. Diagrama de cortes y momentos en la mesa

$$\sum F_y = 0 = 94.85 \text{ N/m} \cdot (1.1 \text{ m}) - R + R'$$

$$R = R'$$

$$\sum F_y = 0 = 94.85 - 2R$$

$$R = R' = 52.17 \text{ N}$$

b) Cortantes

$$V = R = 52.17 \text{ N}$$

c) Momentos flectores

$$M = \frac{1}{2} \cdot 52.17 \cdot (0.55) = 14.35 \text{ Nm}$$

d) Factor de seguridad

$$\sigma_{\max} = M_{\max} \cdot C / I$$

$$I = 42800 \text{ mm}^4 \text{ (Tubo rectangular } 50 \times 30 \times 2)$$

$$C = h/2 = 50/2 = 25 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{14.35 \text{ Nm} * 25 \text{ mm}}{42800 \text{ mm}^4} \frac{10^3 \text{ mm}}{m} = 8.38 \text{ N/mm}^2$$

con $S_y = 269 \text{ (N/mm}^2)$ (ASTM-A500)

Esfuerzo cortante:

$$\tau_{xy} = \frac{VQ}{Ib}$$

Donde:

V = fuerza cortante.

Q = primer momento con respecto al eje centroidal del área de la sección transversal.

I = momento de inercia.

b = espesor del perfil donde se calcula el esfuerzo.

$$Q = 2b(H-b)(a-b)$$

$$Q = 2 * 2(50-2)(30-2)$$

$$Q = 5376 \text{ mm}^3$$

Reemplazando se tiene:

$$\tau_{xy} = \frac{52.17 \text{ N} * 5376 \text{ mm}^3}{42800 \text{ mm}^4 * 2 \text{ mm}} = 3.28 \text{ N/mm}^2$$

Teoría de Von Mises

$$\sigma_i = \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)} ; \sigma_y = 0$$

$$= (\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)^{1/2}$$

$$= (8.38^2 + 3 * 3.28^2)^{1/2}$$

$$\sigma_i = 10.12 \text{ (N / mm}^2)$$

Entonces: $\sigma_i = S_y / f_s$

$$f_s = 269 / 10.12 = 26.58$$

Queda claro que el tubo rectangular soportará fácilmente las cargas aplicadas.

3.2. Control y respuesta

En el Control y respuesta se tiene la forma como la máquina se va a comportar tomando datos y enviándolos dependiendo las necesidades del carro de tendido.

3.2.1. Condiciones de funcionamiento y señales de control. Para implementar el sistema de tendido se hace necesario conocer las condiciones de funcionamiento y señales de control que se implementarán para obtener la información necesaria para cumplir los requerimientos del sistema. Estas señales son las siguientes.

- Conteo de órdenes de corte
- Inversión de giro de motor
- Paro de la máquina

3.2.1.1. Conteo de órdenes de corte. Este conteo debe trabajar de tal manera que cuando la tendedora ha obtenido las órdenes de corte previamente seleccionadas se detenga el carro de tendido y de un mensaje de aviso.

3.2.1.2. Inversión de giro de motor. Cada vez que el carro llegue a la longitud deseada del tendido previamente establecida se envía una señal para invertir el desplazamiento del carro de tendido y sigue el mismo proceso de extremo a extremo.

3.2.1.3. Paro de la máquina. El carro de tendido debe disponer de un paro auxiliar de tal manera que el operario pueda detectar algún fallo antes de acabar el conteo y fin del proceso. Si fuera el caso la máquina se detiene y hace una pausa en el conteo dando un aviso.

3.2.2. Selección elemento de conteo y cambio de giro. El conteo se realiza con un sensor que no es más que un dispositivo capaz de detectar magnitudes químicas y físicas, estas magnitudes son variables de instrumentación y son transformadas a variables eléctricas.

En la maquina tendedora de tela se utilizaran finales de carrera como se muestra en la Figura 36, que son sensores de contacto estos se activan y desactivan si entran en contacto con algún objeto.

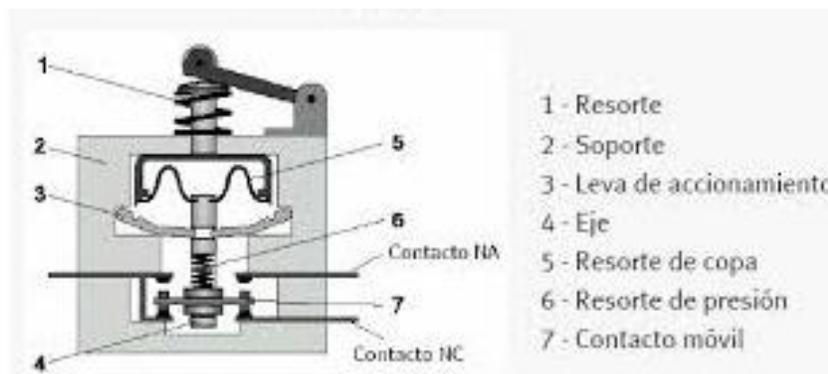


Figura 36. Final de carrera

Este sensor cada vez que llegue a su longitud deseada se pondrá en contacto con un tope el cual activará la señal que se utilizara para el conteo e inversión de giro del motor.

3.2.3. Selección del elemento de control. Como ya se analizó, se necesitan las siguientes señales que corresponden a entradas de tipo digital: ingreso de órdenes de corte, inicio del proceso, clear para borrar, señal de inversión de giro y paro auxiliar.

Por tanto se necesita 7 entradas de datos y 2 salidas de control. Por todo lo anterior y debido a que se trata de una máquina para industria, se utiliza como elemento de control un PLC que dada sus características de dimensiones reducidas, facilidad de montaje, rápida utilización y modificación de los programas de control para cambios en el proceso, es el elemento de control indicado para esta aplicación. Debido a la personalización y disponibilidad inmediata en el mercado se ha seleccionado una unidad de la gama Logo de la marca Siemens.

Estos controladores lógicos programables son del tipo que dispone de una CPU 230rc con alimentación nominal de voltaje de 115 a 240 Vac. Tiene 8 entradas digitales y 4 Salidas digitales de relé, y tiene un puerto de comunicaciones RS485.

3.2.4. Distribución de entradas y salidas digitales.

		ENTRADAS		SALIDAS	
PLC	CARRO DE TENDIDO	I0.1	Ingreso de Unidades	Q0.1	Giro izquierda
		I0.2	Ingreso de Decenas	Q0.2	Giro derecha
		I0.3	Giro izquierda		
		I0.4	Giro derecha		
		I0.5	Inicio		
		I0.6	Cleaner		
		I0.7	Paro auxiliar		

Figura 37. Distribución de entradas y salidas digitales.

3.2.5. Programación del sistema de control. El siguiente diagrama de flujo implementa las condiciones de operación del sistema.

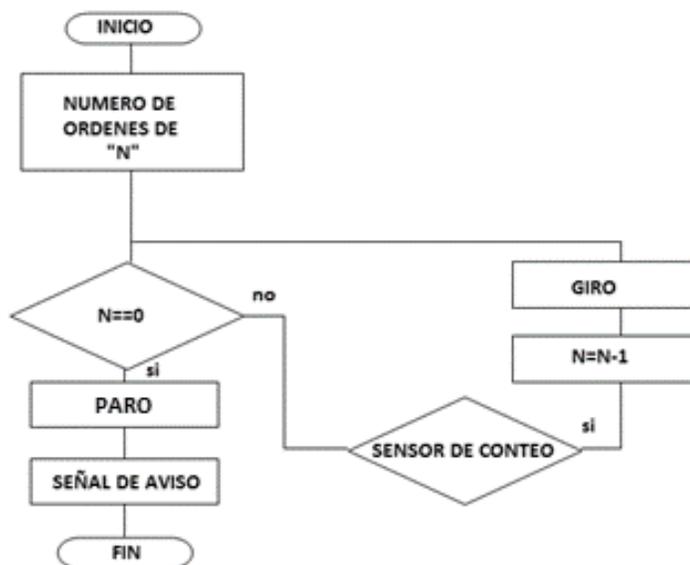


Figura 38. Diagrama de flujo

En la Figura 38, se muestra una representación gráfica del proceso que va a realizar la máquina extendedora y se tiene lo siguiente:

- Inicio del sistema.
- Ingreso de datos en este caso es el número de órdenes de corte la cual se deposita en una variable N.
- La variable N se va en decremento dependiendo de la señal que envía el sensor.
- El sensor cada vez que llegue a la distancia deseada envía una señal la cual se encarga de disminuir en uno la variable N.
- A su vez la señal del sensor es utilizada para el cambio de giro del motor haciendo un vaivén.
- Si la variable N es diferente de cero sigue activo el sistema en caso contrario el sistema finaliza da un paro a la máquina y da una señal de aviso por pantalla.

Capítulo IV

Implementación y pruebas

4.1. Montaje físico de la estructura

Máquina, herramientas y equipo utilizado durante el proceso de construcción, montaje e instalación de la máquina tendedora de tela se utilizaron los siguientes equipos, herramientas y accesorios:

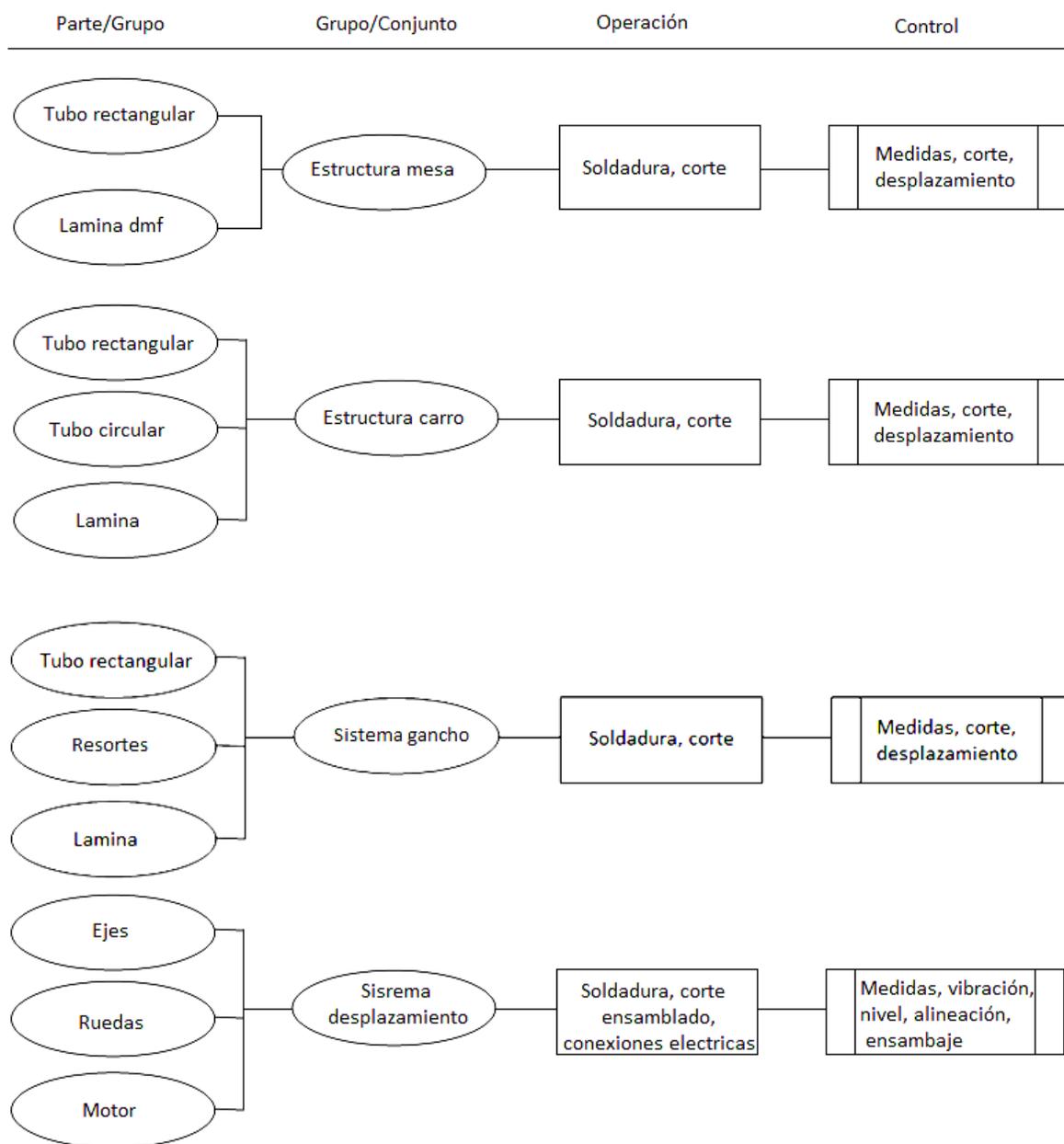
- Soldadora de arco eléctrico.
- Pulidora.
- Taladro de pedestal.
- Taladro de mano.
- Esmeril.
- Fresadora.
- Amoladora.
- Cizalla.
- Arco de sierra.
- Cautín
- Brocas y machuelos
- Plegadora.
- Martillos, playos, destornilladores, flexómetros, escuadra, nivel, etc.

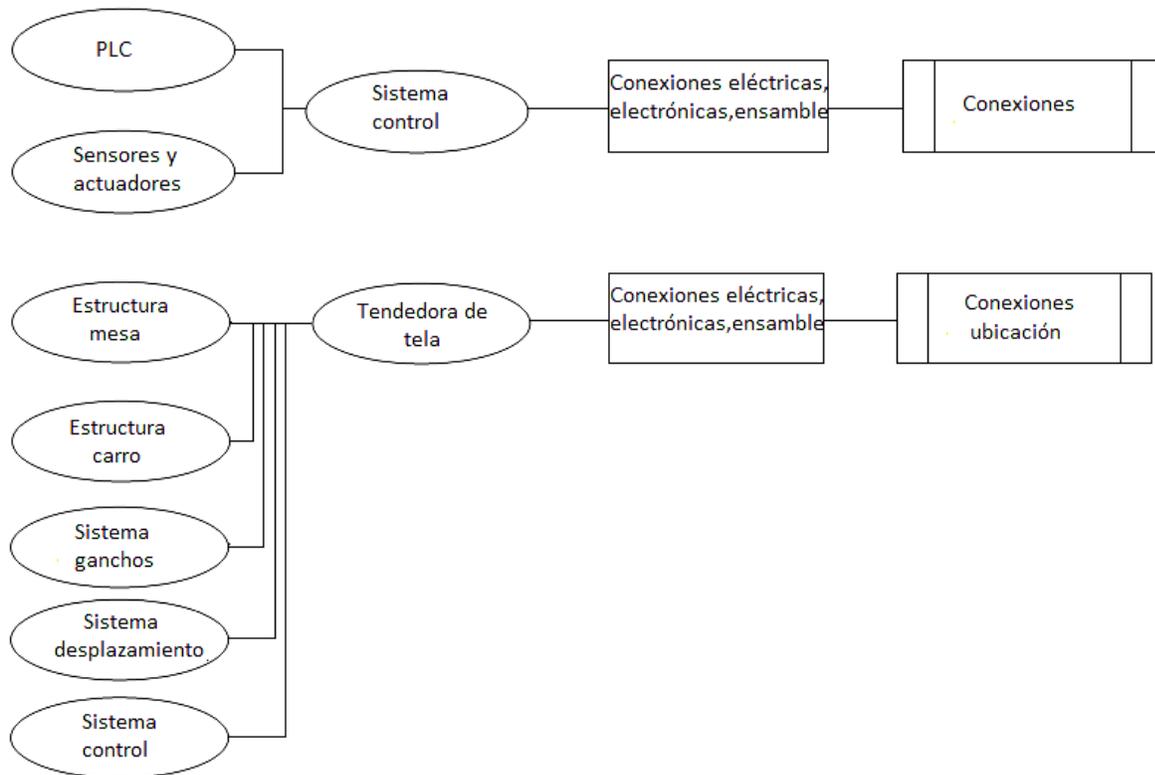
4.1.1. Etapas de construcción de las estructuras. La construcción de cualquiera de las estructuras que conforman la máquina tendedora de tela se efectúan en el siguiente orden.

- a. Pedido de la materia prima.
- b. Trazado sobre perfiles dependiendo de la estructura a construirse.

- c. Corte a dimensiones establecidas.
- d. Armado de la estructura (puntos de suelda).
- e. Verificación de dimensiones, perpendicularidad, paralelismo y estabilidad.
- f. Cordón definitivo de soldadura.
- g. Eliminación de defectos de soldadura.

4.1.2. Diagramas de montaje.





4.2. Montaje y sincronización de actuadores

4.2.1. Montaje físico de los componentes de la máquina. El montaje de los diferentes componentes de la máquina se realiza de la siguiente manera:

- a. Se ajustan los tubos rectangulares de la mesa, mediante pernos.
- b. Se ubica el tablero de mdf y se sujeta mediante tornillos.
- c. Se ajustan los ganchos de sujeción en la mesa ensamblada.
- d. Se ajustan los rodillos en las estructuras laterales del carro tendedor, mediante pernos.
- e. Una vez armada la estructura se montan las llantas.
- f. Se colocan las poleas con sus respectivas correas con las llantas.
- g. Se ubica el motor.
- h. Se sitúa el carro tendedor a la mesa de tendido.

4.2.2. Instalación del sistema electrónico de control. Para instalar el sistema electrónico de control se realizaron los siguientes pasos:

- a. Se instala la Fuente de voltaje.
- b. Se ubica el plc.
- c. Se instalan los finales de carrera.
- d. Se sitúa la Caja para controles de motor.
- e. Se realiza el cableado electrónico Fuente - Sensor – Circuito de control - Arrancadores.

4.3. Pruebas

En las pruebas de campo se toma en cuenta algunos parámetros, como:

- Tensión del tendido.
- Precisión de medida.
- Tiempo de tendido.

En la Tabla 8. Se presentan las diferentes pruebas realizadas.

Tabla 8

Pruebas de campo

	Prueba N°1	Prueba N°2	Prueba N°3	Prueba N°4	Prueba N°5
Factores					
Tensión-tendido	Mala	Regular	Buena	Buena	Buena
Precisión-tendido	Mala	Regula	Buena	Buena	Regular
Tiempo-tendido	4 s	5 s	6 s	7 s	8 s

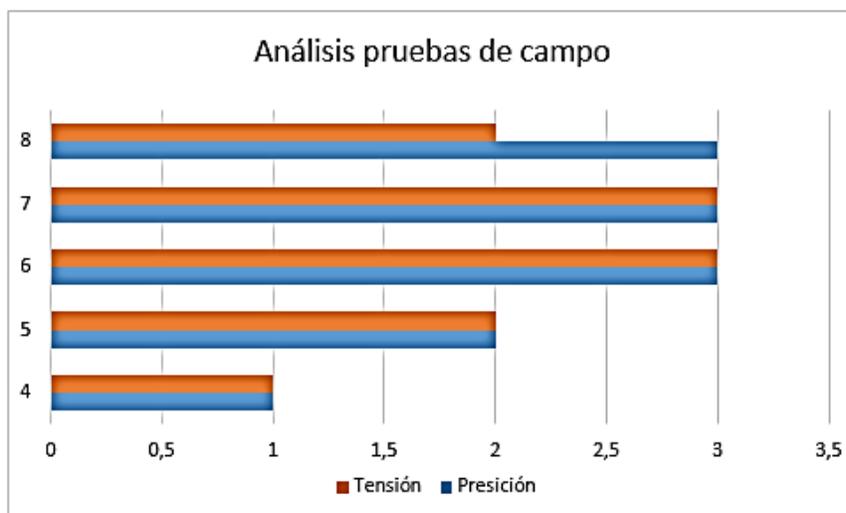


Figura 39. Análisis pruebas de campo

En la Figura 39, se puede observar que en 6 y 7 segundos se obtuvieron los mejores resultados de tensión y precisión de extendido de tela.

4.4. Análisis de resultados

Se presenta una gráfica comparativa, mostrando el tiempo en segundos que se demora el tendido de tela de un metro de forma manual y con la máquina.



Figura 40. Tiempo de tendido

La Figura 40, indica que el tiempo de tendido de tela, en forma manual de aproximadamente 11 segundos, en cambio con la máquina es de 6 segundos.



Figura 41. Tendido Máquina Vs Manual

Como se puede observar en la Figura 41. El tendido con la máquina presenta un grado de precisión de 0.5 mm a comparación del manual que varía llegando casi a los 10 mm, esto se realizó en un tiempo de 6 seg.

Por lo tanto se puede concluir que la máquina permite obtener resultados favorables para el artesano, especialmente en el ahorro de tiempo y material.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El diseño y construcción de la máquina de tendido de tela, mejora el proceso, pues permite que se reduzca la actividad física del trabajador, además disminuye el tiempo de trabajo y se tiene menos desperdicio de materia prima.

El proceso de tendido de tela hecha manualmente en una capa con longitud de 1 metro requiere aproximadamente 11 segundos; mientras que con el equipo construido se requieren solo 6 segundos, por lo cual se redujo el tiempo en un aproximado de 50%.

La máquina de tendido de tela se encuentra bien dimensionada, al superar el valor mínimo requerido del factor de seguridad de 2, y el valor mínimo de los componentes del carro tendedor presenta un factor de seguridad de 10,5.

La máquina se encuentra diseñada y construida para tener una manipulación amigable y de fácil operación, permitiendo que toda persona pueda operarla sin dificultad alguna o poner en peligro su integridad o la de los demás.

La mayoría de los elementos que conforman la máquina tendedora de tela fueron seleccionados de acuerdo a las necesidades que se tuvieron para la construcción como: operación, mantenimiento, limpieza y ergonomía tomando en cuenta que sean de fácil adquisición en el mercado local, a un menor costo y que cuenten con buena calidad.

El diseño mecánico y la construcción de la máquina no presentaron complicaciones debido a que se contó con la maquinaria, los equipos y herramientas necesarias para la realización eficaz del sistema mecánico

RECOMENDACIONES

Al momento de la construcción de la parte mecánica se debe tomar en cuenta las normas de seguridad de máquinas y herramientas para evitar accidentes laborales.

Para un buen funcionamiento de los mecanismos y partes en movimiento es necesario engrasarlos.

Se recomienda siempre sobredimensionar un poco los elementos mecánicos en la fase de diseño de tal manera que su factor de seguridad sea alto para que su tiempo de utilidad sea a largo plazo.

Se debería promover la industrialización de este proyecto para que los talleres artesanales y microempresas sean más competitivas en la industria textil.

BIBLIOGRAFÍA

- AITE. (2016). *Asociación de Industriales Textiles del Ecuador* . Obtenido de <http://www.aite.com.ec/industria-textil.html>
- Budynas, R., & Keith, N. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Galindo, D. (29 de Noviembre de 2012). *Trazo y Corte Industrial*. Obtenido de Procesos para Corte: <http://trazoycorteind.blogspot.com/>
- Gonzalez Cuevas, O. (1994). *Análisis Estructural*. México: Noriega Editores.
- Hibbeler, R. (2012). *Análisis Estructural*. México: Pearson Educación.
- Robert L, M. (2006). *Diseño de elementos de Maquinas*. Mexico: Pearson Educacion.
- Steren. (s.f.). *ABC de la Mecatrónica*.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla de conversiones

Tabla A-2

Factores de conversión A para convertir la entrada X en el resultado Y mediante el empleo de la fórmula $Y = AX^*$

Multiplique la entrada X	Por el factor A	Para obtener el resultado Y	Multiplique la entrada X	Por el factor A	Para obtener el resultado Y
Unidad térmica británica, Btu	1.055	joule, J	milla/hora, mi/h	1.61	kilómetro/hora, km/h
Btu/segundo, Btu/s	1.05	kilowatt, kW	milla/hora, mi/h	0.447	metro/segundo, m/s
caloría	4.19	joule, J	momento de inercia, lbm · ft ²	0.0421	kilogramo-metro ² , kg · m ²
centímetro de mercurio (0°C)	1.333	kilopascal, kPa	momento de inercia, lbm · pulg ²	293	kilogramo-milímetro ² , kg · mm ²
centipoise, cP	0.001	pascal-segundo, Pa · s	momento de sección (segundo momento de área), pulg ⁴	41.6	centímetro ⁴ , cm ⁴
grado (ángulo)	0.0174	radián, rad	onza fuerza, oz	0.278	newton, N
pie, ft	0.305	metro, m	onza masa	0.0311	kilogramo, kg
pie ² , ft ²	0.0929	metro ² , m ²	libra, lbf ¹	4.45	newton, N
pie/minuto, ft/min	0.0051	metro/segundo, m/s	libra-pie, lbf · ft	1.36	newton-metro, N · m
pie-libra, ft · lb	1.35	joule, J	libra/pie ² , lbf/ft ²	47.9	pascal, Pa
pie-libra/segundo, ft · lb/s	1.35	watt, W	libra-pulgada, lbf · pulg	0.113	joule, J
pie/segundo, ft/s	0.305	metro/segundo, m/s	libra-pulgada, lbf · pulg	0.113	newton-metro, N · m
galón (EUA), gal	3.785	litro, L	libra/pulgada, lbf/pulg	175	newton-metro, N/m
caballo de fuerza, hp	0.746	kilowatt, kW	libra/pulgada ² , psi (lbf/pulg ²)	6.89	kilopascal, kPa
pulgada, pulg	0.0254	metro, m	libra-masa, lbm	0.454	kilogramo, kg
pulgada, pulg	25.4	milímetro, mm	libra-masa/segundo, lbm/s	0.454	kilogramo/segundo, kg/s
pulgada ² , pulg ²	6.45	milímetro ² , mm ²	cuarto de galón (EUA), qt	946	mililitro, mL
pulgada de mercurio (32°F)	3.386	kilopascal, kPa	módulo de sección, pulg ³	16.4	centímetro ³ , cm ³
kilolibra, kip	4.45	kilonewton, kN	slug	14.6	kilogramo, kg
kilolibra/pulgada ² , kpsi (ksi)	6.89	megapascal, MPa (N/mm ²)	ton (corta 2 000 lbm)	907	kilogramo, kg
masa, lbf · s ² /pulg	175	kilogramo, kg	yarda, yd	0.914	metro, m
milla, mi	1.610	kilómetro, km			

Propiedades de los materiales

Apéndices

A-13

APÉNDICE 7 PROPIEDADES DE LOS ACEROS ESTRUCTURALES

Designación del material (número ASTM)	Grado, producto o espesor	Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
A36	$t \leq 8$ pulg	58	400	36	250	21
A242	$t \leq 3/4$ pulg	70	480	50	345	21
A242	$t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	67	460	46	315	21
A242	$t \leq 4$ pulg	63	435	42	290	21
A500	Tubo estructural formado en frío, redondo o de otras formas					
	Redondo, grado A	45	310	33	228	25
	Redondo, grado B	58	400	42	290	23
	Redondo, grado C	62	427	46	317	21
	Otra forma, grado A	45	310	39	269	25
	Otra forma, grado B	58	400	46	317	23
	Otra forma, grado C	62	427	50	345	21
A501	Tubo estructural formado en caliente, redondo o de otras formas	58	400	36	250	23
A514	Templado y revenido, $t \leq 2\frac{1}{2}$ pulg	110-130	760-895	100	690	18%
A572	42, $t \leq 6$ pulg	60	415	42	290	24
A572	50, $t \leq 4$ pulg	65	450	50	345	21
A572	60, $t \leq 1\frac{1}{4}$ pulg	75	520	60	415	18
A572	65, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	80	550	65	450	17
A588	$t \leq 4$ pulg	70	485	50	345	21
A992	Perfiles W	65	450	50	345	21

Nota: ASTM A572 es uno de los aceros de alta resistencia y baja aleación (HSLA), y sus propiedades son similares a las del acero SAE J410b, especificadas por la SAE.

Formulas esfuerzo cortante.

Tabla 3-2

Fórmulas del esfuerzo cortante máximo debido a flexión

Forma de la viga	Fórmula	Forma de la viga	Fórmula
 Rectangular	$\tau_{\max} = \frac{3V}{2A}$	 Circular hueca con pared delgada	$\tau_{\max} = \frac{2V}{A}$
 Circular	$\tau_{\max} = \frac{4V}{3A}$	 Viga I estructural (con pared delgada)	$\tau_{\max} = \frac{V}{A_{\text{Alma}}}$

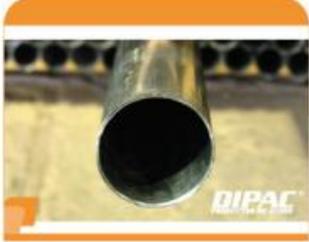
Tubo estructural redondo



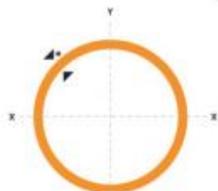
TUBO ESTRUCTURAL REDONDO

Especificaciones Generales

- Norma:** ASTM A-500
- Recubrimiento:** Negro o galvanizado
- Largo normal:** 6.00m
- Otros largos:** Pevia Consulta
- Dimensiones:** Desde 7/8" hasta 3"
- Espesor:** Desde 1.50mm a 3.00mm



DIAMETRO	ESPESOR	PESO	AREA	I		
				cm ⁴	cm ³	cm
pu/gadas	mm	kg/m	cm ²			
7 / 8 "	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1 "	1.50	0.88	1.13	0.81	0.84	0.85
1 1/4 "	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2 "	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4 "	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2 "	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2 "	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3 "	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.84
1 "	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4 "	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2 "	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4 "	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2 "	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2 "	2.00	3.03	3.86	18.29	5.78	2.18
3 "	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2 "	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2 "	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3 "	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59



Tubo estructural rectangular

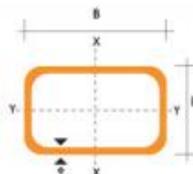
TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 12.00mm x 25.00mm a 40.00mm x 80.00mm
Espesor	Desde 2.00mm a 3.00mm



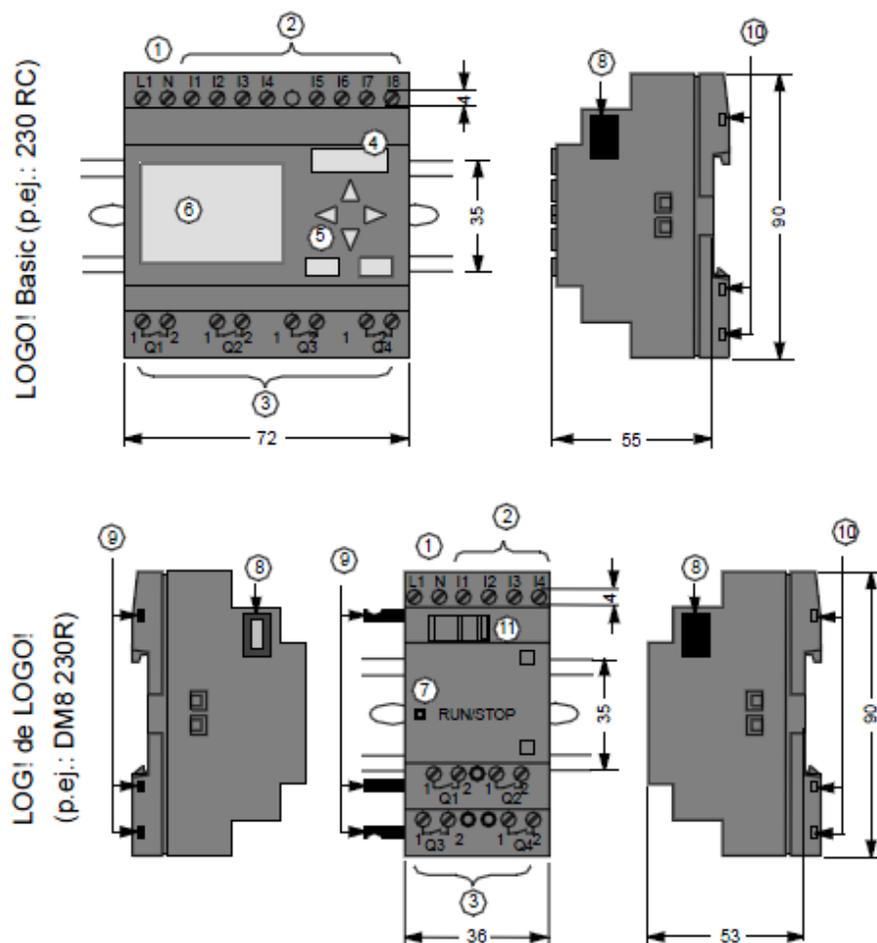
DIMENSIONES			AREA		EJES X-X			EJES Y-Y		
A mm	B mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,85
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70
40	80	2,0	3,66	4,54	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
50	150	3,0	9,17	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15



RECTANGUL

Hoja de datos PLC

Estructura de LOGO!



- | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| ① Alimentación de tensión | ⑤ Panel de mando (no en RCo) | ⑧ Interfaz de ampliación |
| ② Entradas | ⑥ Pantalla LCD (no en RCo) | ⑨ Codificación mecánica - clavija |
| ③ Salidas | ⑦ Indicador de estado RUN/STOP | ⑩ Codificación mecánica - hembrillas |
| ④ Receptáculo para módulo con tapa | | ⑪ Guía deslizante |

Datos técnicos Plc

Datos técnicos

A.5 Datos técnicos: LOGO! 12/24... y LOGO! DM8 12/24R

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo	LOGO! DM8 12/24R
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	12/24 V c.c.	12/24 V c.c.
Rango admisible	10,8 ... 28,8 V c.c.	10,8 ... 28,8 V c.c.
Protección contra inversión de polaridad	sí	sí
Consumo de corriente		
• 12 V c.c.	30 ... 140 mA	30 ... 140 mA
• 24 V c.c.	20 ... 75 mA	20 ... 75 mA
Compensación de fallos de tensión		
• 12 V c.c.	típ. 2 ms	típ. 2 ms
• 24 V c.c.	típ. 5 ms	típ. 5 ms
Potencia disipada		
• 12 V c.c.	0,3 ... 1,7 W	0,3 ... 1,7 W
• 24 V c.c.	0,4 ... 1,8 W	0,4 ... 1,8 W
Respaldo del reloj a 25 °C	típ. 80 h	
Precisión del reloj de tiempo real	máx. 2 s / día	
Separación galvánica	no	no
Entradas digitales		
Cantidad	8	4
Separación galvánica	no	no
Tensión de entrada L+		
• señal 0	<5 V c.c.	<5 V c.c.
• señal 1	>8 V c.c.	>8 V c.c.

ANEXO 2

FOTOGRAFÍAS

Montaje estructura carro tendedor



Instalación de rodillos



Vista frontal estructura carro de tendido



Ganchos de sujeción



Ensamble de mesa y carro de tendido



Gancho central



Montaje de las partes constitutivas de la máquina tendedora



ANEXO 3

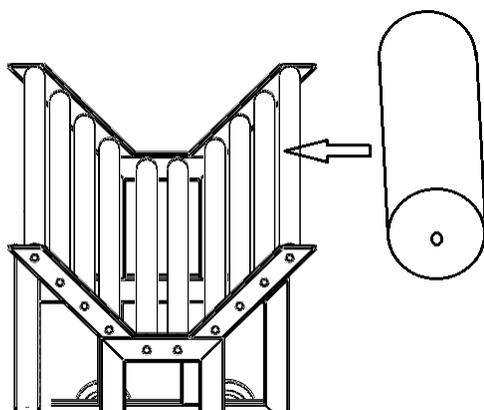
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA TENEDORA DE TELA

Previa utilización de la máquina de tendido de tela se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para su operación.

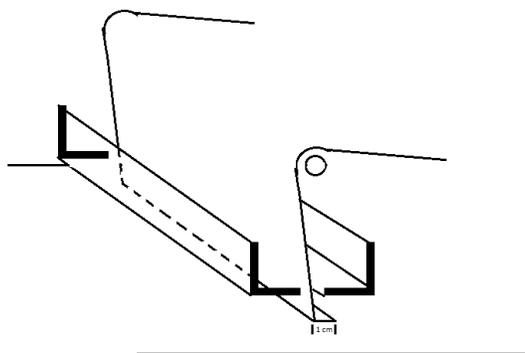
1. La máquina debe ubicarse en una superficie plana.
2. Verificar la correcta conexión eléctrica
3. Verificar que no existan pernos flojos o faltantes en toda la máquina
4. Verificar que todos los elementos se encuentran ensamblados.

Puesta en marcha.

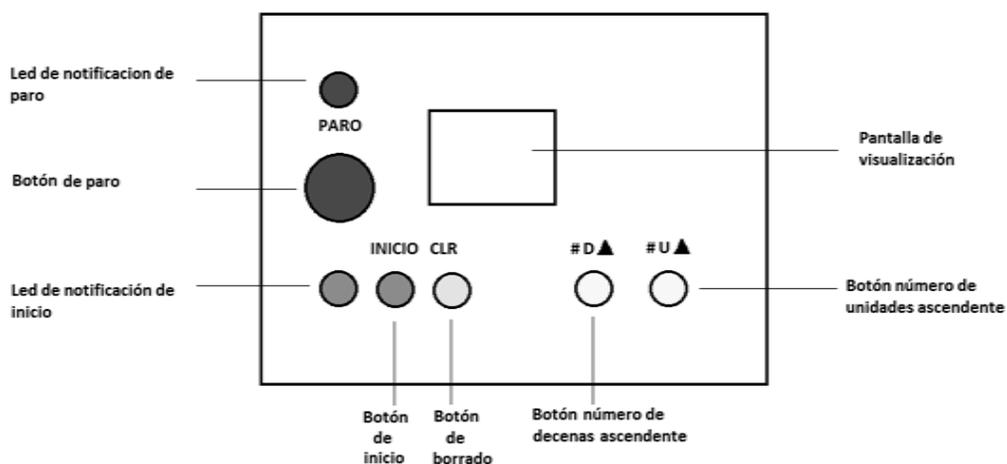
1. Energizar el sistema eléctrico de la máquina.
2. Montar el rollo de tela como se muestra en la Figura.



3. Desplazar la tela hasta el gancho central y dejar por lo menos 1 cm de tela sobre la superficie de la mesa como se muestra en la Figura.



4. Posicionar el gancho sujetador móvil a la medida deseada.
5. Panel de control.



6. Encender la tendedora y digitar el número de capas pulsando los botones de unidades y decenas según las ordenes de corte dadas #OC

	I	N	I	C	I	O	
#	O	C					0

7. Teclar la tecla inicio y aparecerá la siguiente pantalla donde se podrá monitorear el número de capas que se han realizado.

	C	O	N	T	E	O	
				1	0		
				2			

Mantenimiento

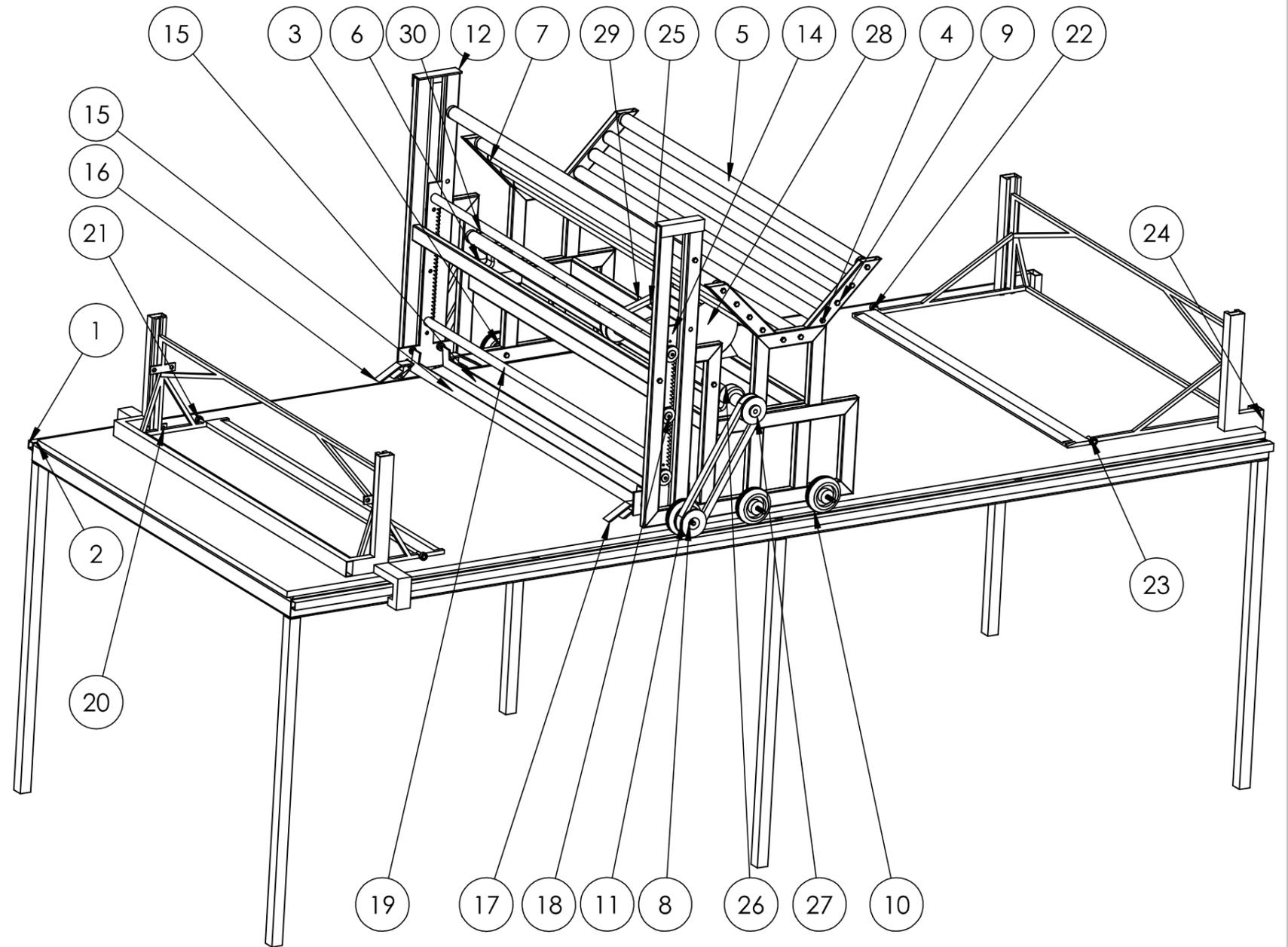
ACCIÓN	CÓDIGO	t(min)
INSPECCIÓN	insp	1
LUBRICACIÓN	lub	5
LIMPIEZA	limp	5
AJUSTE	aj	10
CAMBIO	camb	10

Tabla 9: Mantenimiento

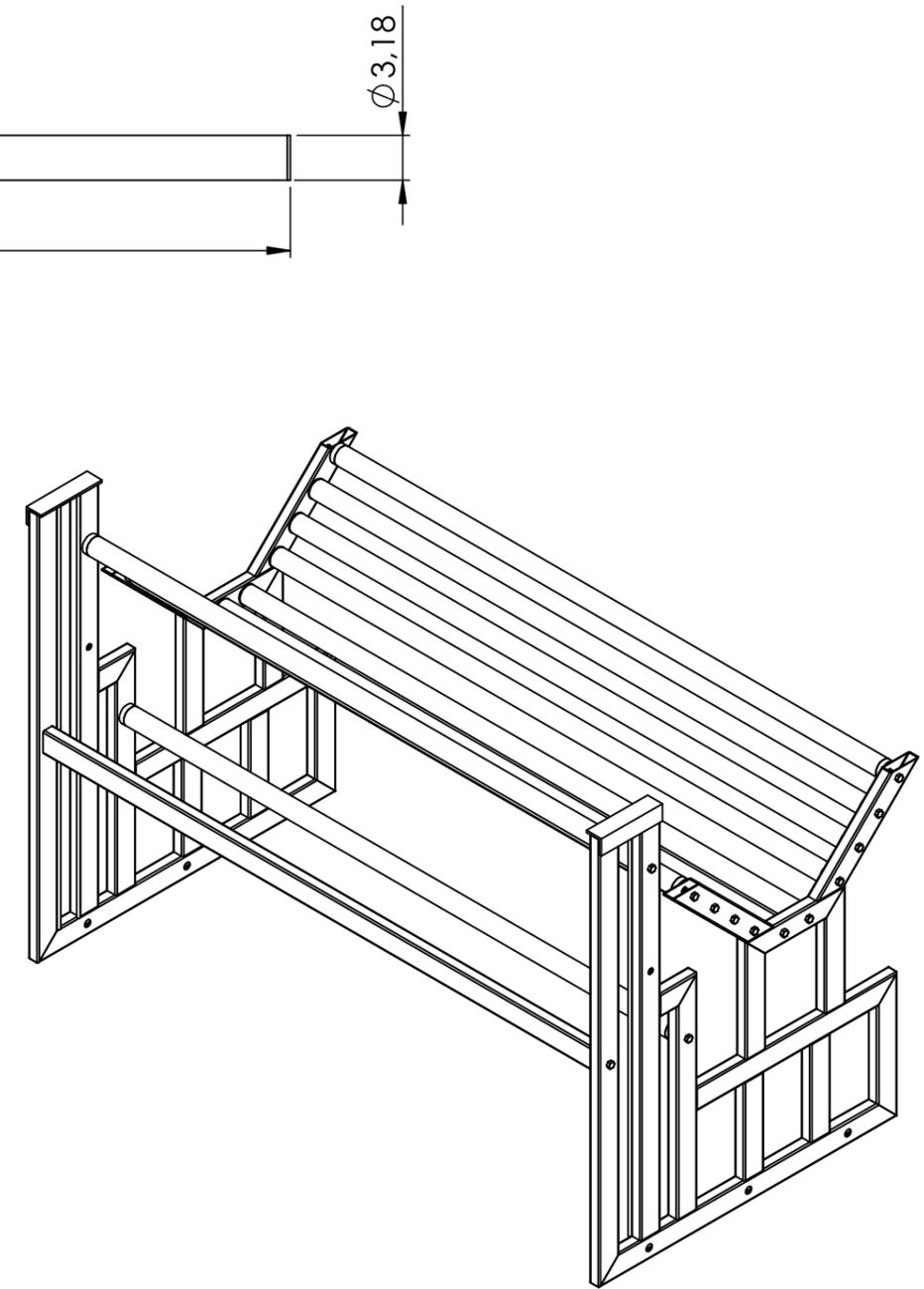
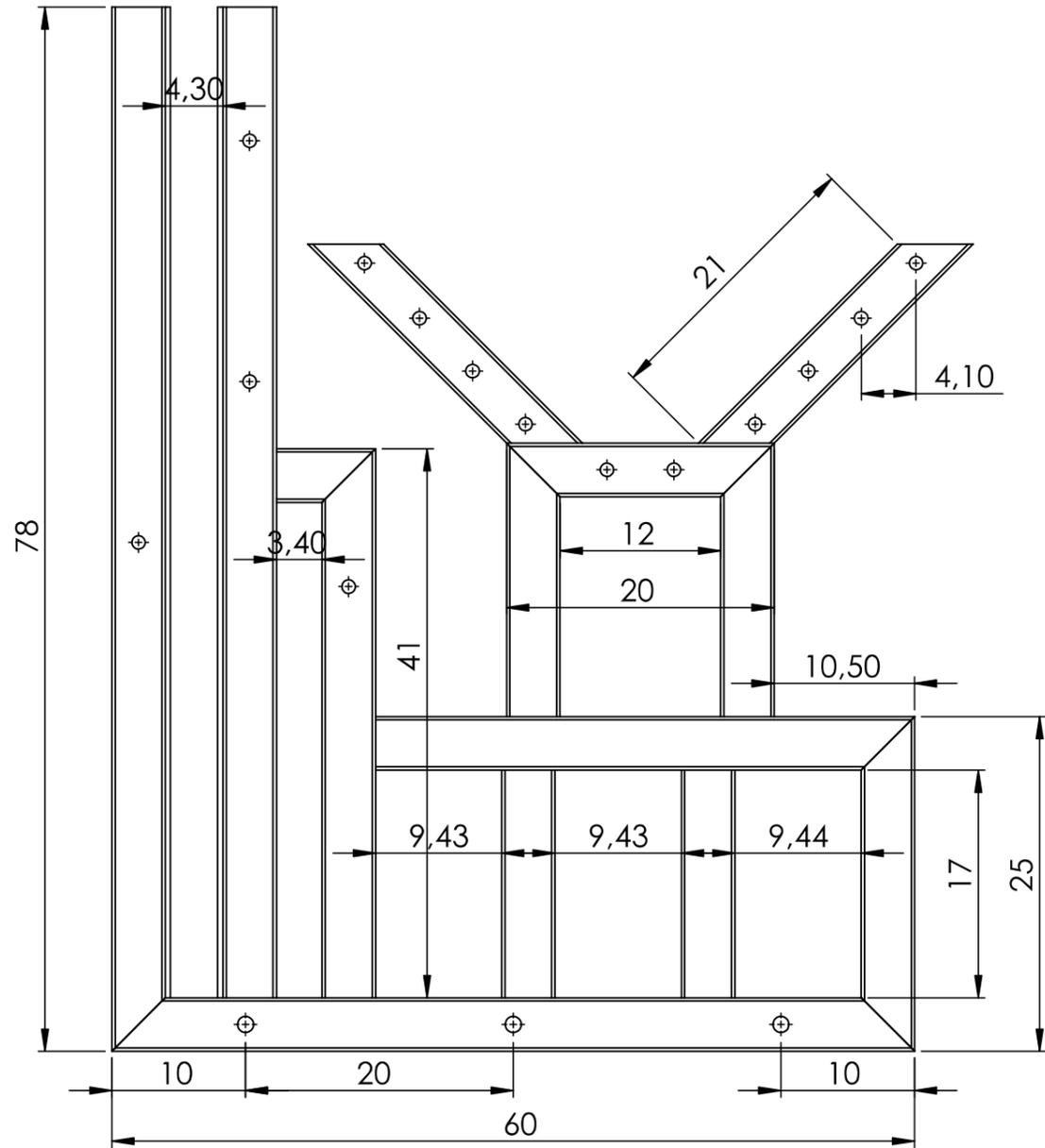
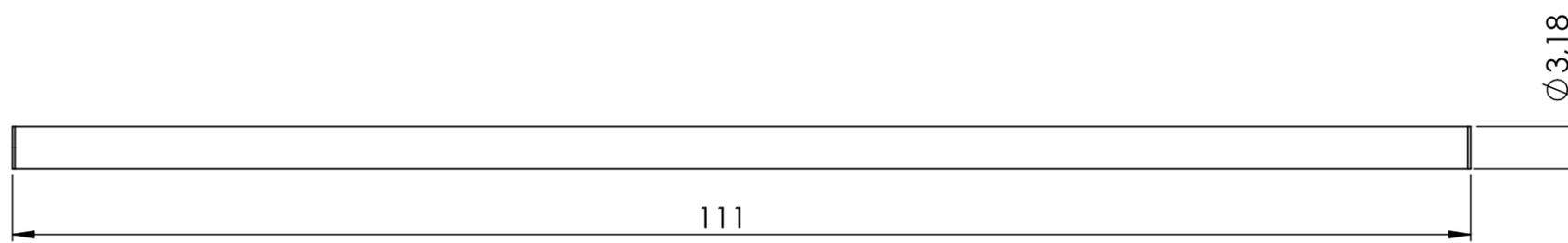
COMPONENTE	CANTIDAD	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4			
		TRIM 1	TRIM 2	TRIM 3	TRIM 4	TRIM 1	TRIM 2	TRIM 3	TRIM 4	TRIM 1	TRIM 2	TRIM 3	TRIM 4	TRIM 1	TRIM 2	TRIM 3	TRIM 4
LLANTAS	6	Insp	lub	insp		insp	lub	insp		insp	lub			insp	lub		camb
POLEAS	3	Insp		insp	aj	insp		insp	aj	insp			aj	insp			camb
RODAMIENTOS	15	Insp	lub	insp		insp	lub	insp		insp	lub			insp	lub		
PERNOS	20	Insp		insp	aj	insp		insp	aj	insp			aj	insp			aj
MOTOR	2	Insp	limp	insp		insp	limp	insp		insp	limp			insp	limp		
BANDAS	14	Insp				insp			camb								
ESTRUCTURA	1	Insp	limp	insp	aj	insp	limp	insp	aj	insp	limp		aj	insp	limp		aj
GANCHOS	2	Lub	insp	lub		lub	insp	insp		lub	insp	lub		lub	insp	lub	
SIS. ELECTRICO				insp	aj												

PLANOS

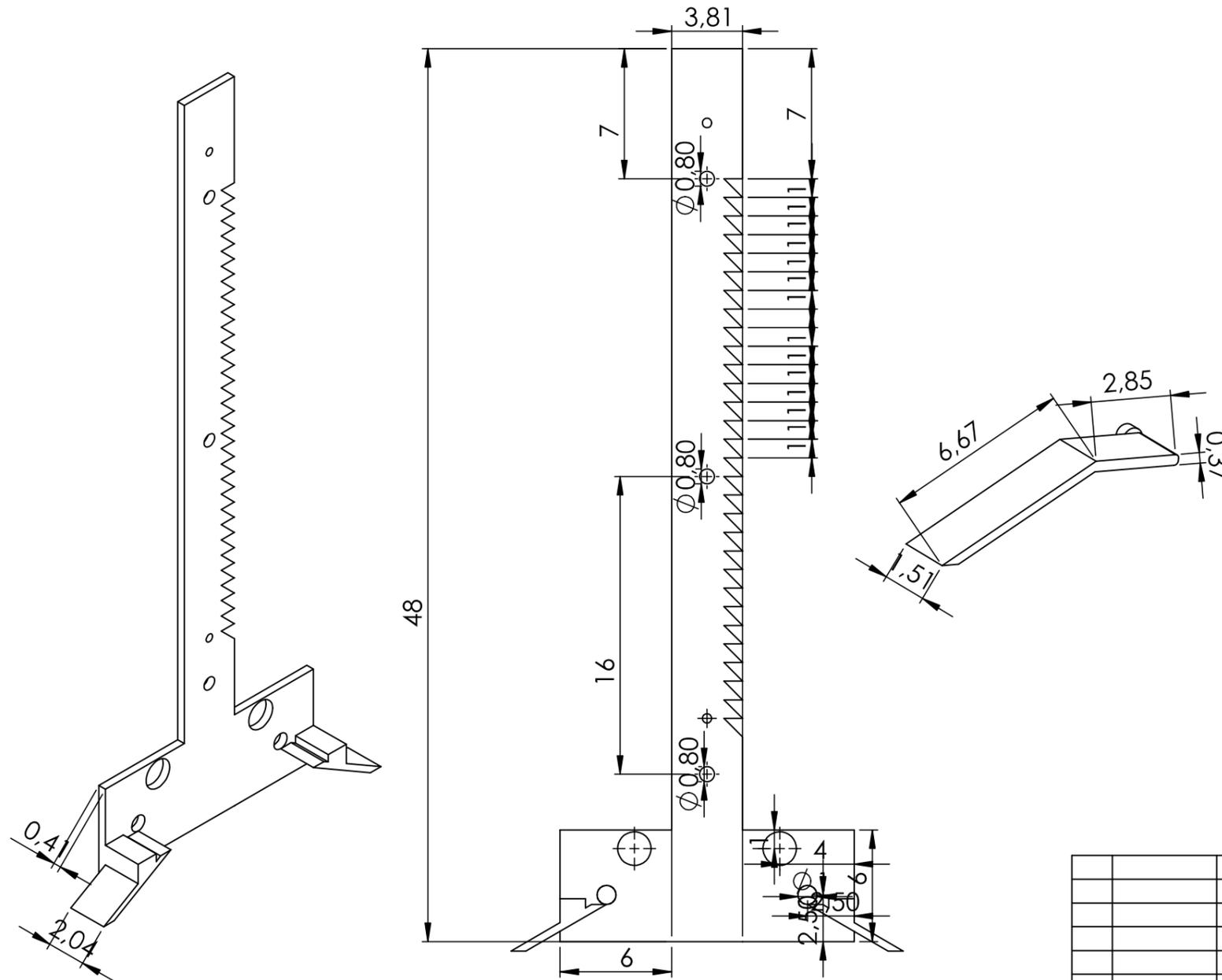
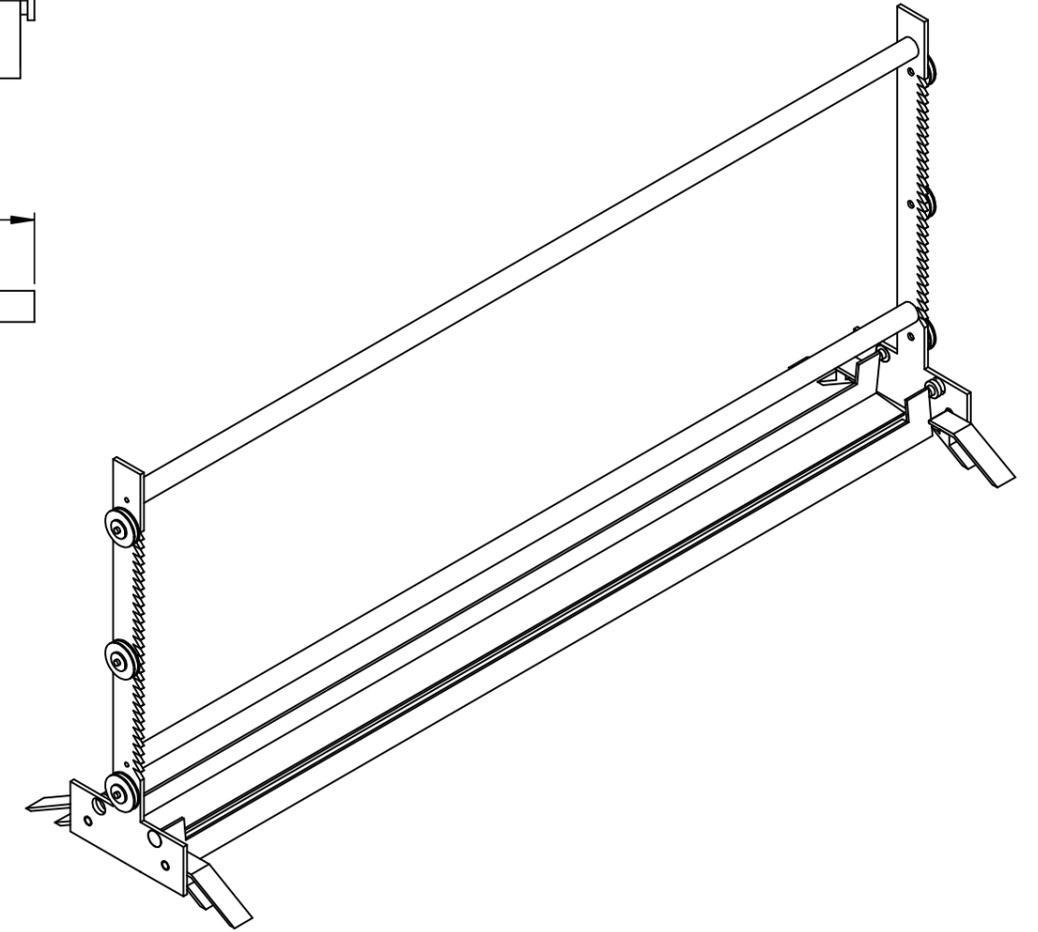
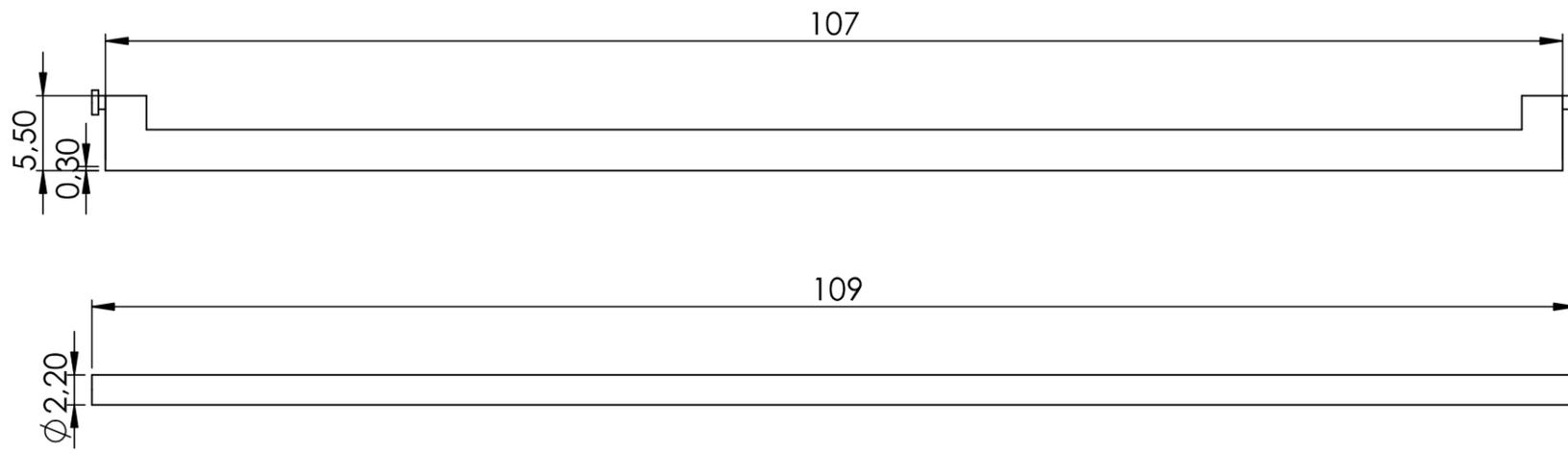
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	N.º DE PIEZA	MATERIAL
1	1	Estructura mesa de tendido	ASTM A-500
2	1	Tablero mesa de tendido	
3	1	estructura lateral carro de tendido	ASTM A-500
4	1	Estructura lateral carro de tendido	ASTM A-500
5	4	Tubo circular sujetetador	ASTM A-500
6	1	Tubo rectangular sujetetador	ASTM A-500
7	8	Rodillos	ASTM A-500
8	6	Perno de sujeción ruedas	7/16- 3 1/2"
9	26	Perno sujeción estructura carro tendedor	8.8 M17
10	6	Ruedas	Caucho R= 2.5"
11	6	Poleas	
12	2	Tapas	
13	1	Gancho central lateral derecho	ASTM A-36
14	1	Gancho central lateral izquierdo	ASTM A-36
15	2	Guia gancho central	ASTM A-36
16	2	Rampa gancho derecho	ASTM A-36
17	2	Rampa gancho izquierdo	ASTM A-36
18	6	Rodamiento gancho central	79A5
19	2	Tubocircular sujetador gancho central	ASTM A-500
20	1	Base gancho lateral movil	ASTM A-500
21	1	Gancho lateral movil	ASTM A-36
22	8	Rodamiento	79A5
23	1	Gancho lateral fijo	ASTM A-36
24	1	Base gancho lateral fijo	ASTM A-500
25	1	Base motor	ASTM A-500
26	2	Chumacera	
27	1	Eje motriz	ASTM A-500
28	1	Motor	1/2 hp
29	1	Correa eje a motor	Caucho A 16
30	2	Correa eje a rueda	Caucho A16



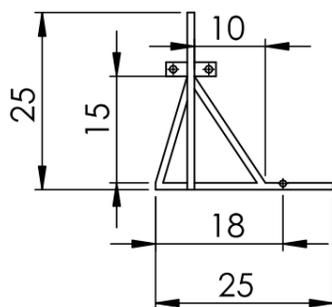
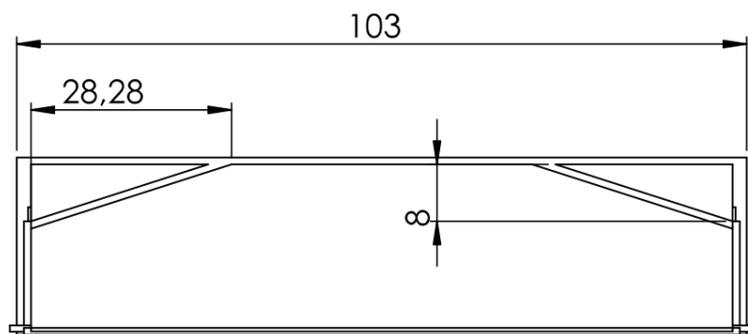
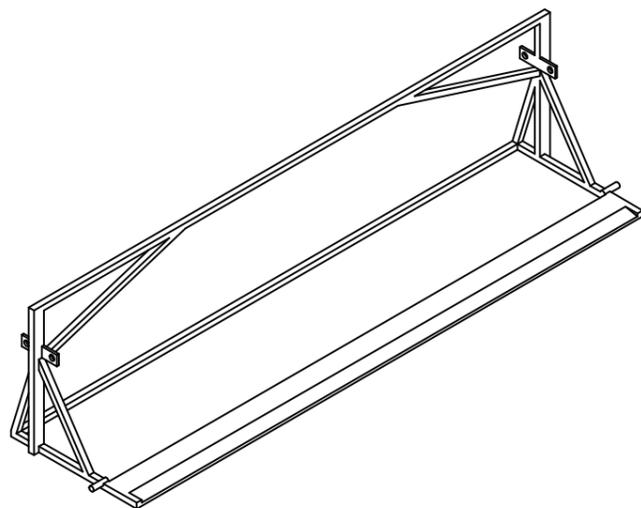
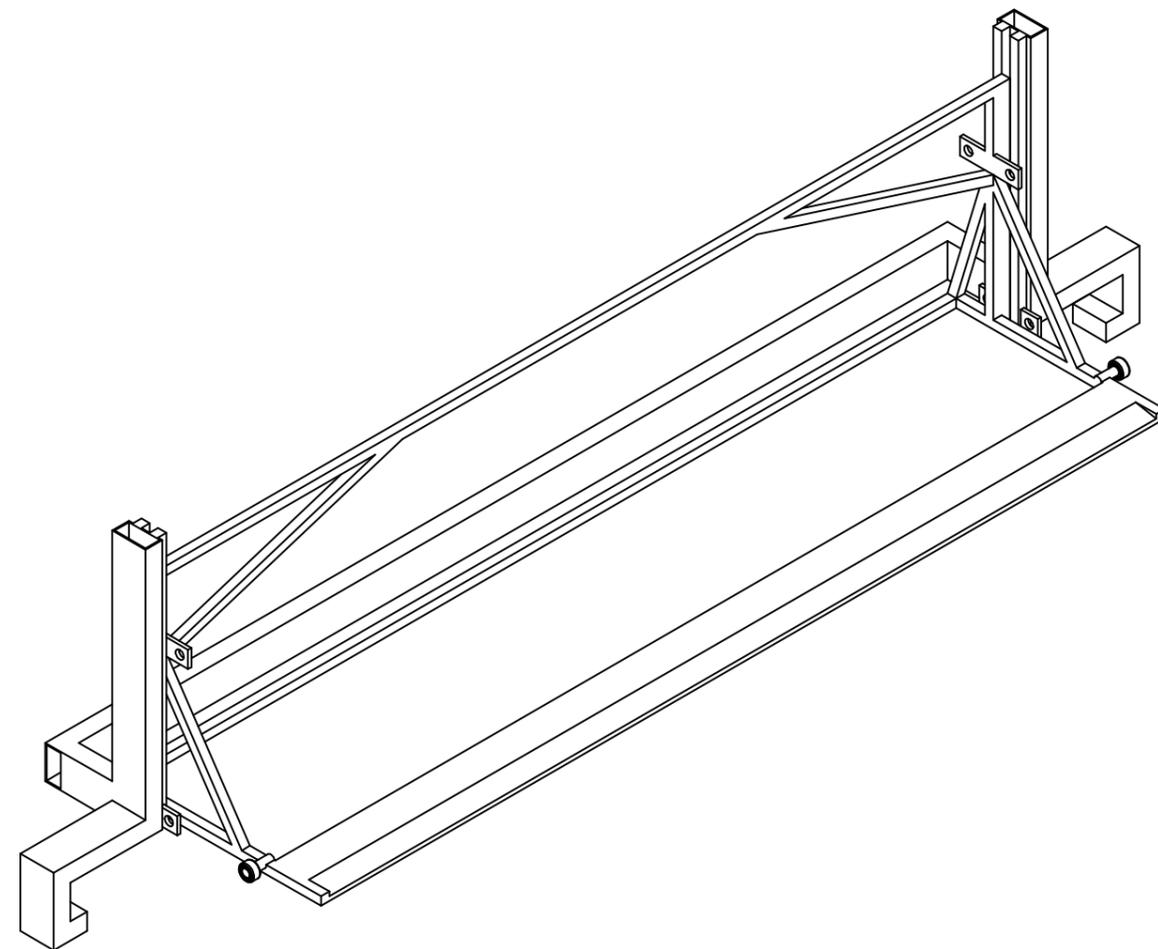
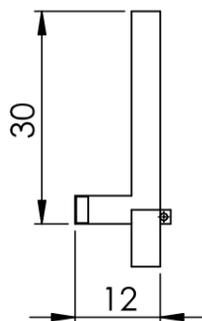
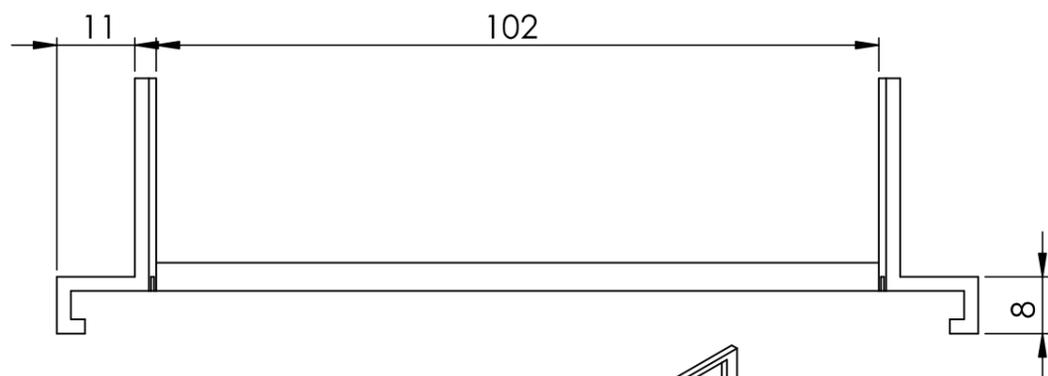
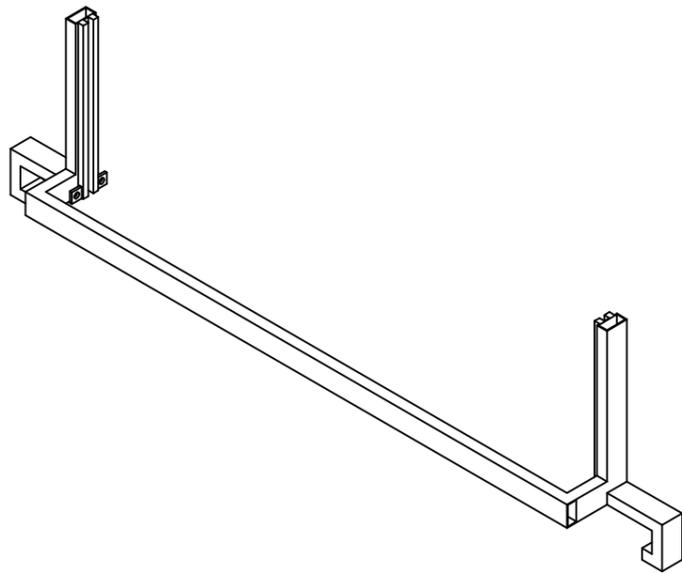
Tolerancia:		Masa:	Materiales:	
Edición		fecha	Nombre	Denominación:
Modificación	Fecha		LUIS E. MALES L.	MÁQUINA TENEDORA DE TELA
			ING. CARLOS V.	Escala: 1:13
			ING. CARLOS V.	Formato: A3
Firma:			Número de dibujo:	Registro:
			CIME - MTT- 1.6	
			Sustitución:	



				Tolerancia:	Masa:	Materiales:		
						TUBO ESTRUCTURAL ASTM A-500		
						Denominación:	Escala:	
						ESTRUCTURA CARRO TENDEDOR	1:5	
							Formato:	A3
							Número de dibujo:	Registro:
						CIME - MTT - 3.6		
						Sustitución:		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancia:	Masa:	Materiales:	
						ASTM A-36	
						Denominación:	Escala:
				Dib.	fecha	Nombre	1:3
				Rev.		ING. CARLOS V.	Formato:
				Apro.		ING. CARLOS V.	A3
				Firma:		Número de dibujo:	Registro:
						CIME - MTT - 4.6	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



				Tolerancia:	Masa:	Materiales:	
						ASTM A-36	
				fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib.	LUIS E. MALES L.	GANCHO LATERAL MOVIL	
				Rev.	ING. CARLOS V.	Escala:	
				Apro.	ING. CARLOS V.	1:10	
				Firma:		Formato:	
						A3	
						Número de dibujo:	
						CIME - MTT - 6.6	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	
						Sustitución:	