



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA:**

---

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENEDORA DE  
TELA PARA LA MICROEMPRESA TEXTIL “GRUPO K&L””.**

---

**AUTOR:** Jiménez Tisalema Omar Ricardo

**TUTOR:** Ing. Mg, Guamanquispe Toasa Jorge Patricio

**AMBATO – ECUADOR**

**2018**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del proyecto técnico “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENDEDORA DE TELA PARA LA MICROEMPRESA TEXTIL “GRUPO K&L””, elaborado por el Sr. Omar Ricardo Jiménez Tisalema, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica.

Certifico:

- Que el presente informe es original de su autor.
- Ha sido revisado en cada uno de sus capítulos.
- Está concluido y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, julio de 2018

**EL TUTOR**

.....  
Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa

C.I.: 180203948-5

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

Declaro que el contenido del trabajo investigativo bajo el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENDEDORA DE TELA PARA LA MICROEMPRESA TEXTIL “GRUPO K&L””, así como sus ideas, opiniones, resultados y conclusiones vertidas son auténticos y de responsabilidad exclusiva de mi persona en calidad de autor del presente proyecto.

Ambato, julio de 2018

## **EL AUTOR**

.....  
Omar Ricardo Jiménez Tisalema

C.I.: 180462318-7

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, julio de 2018

## **EL AUTOR**

.....  
Omar Ricardo Jiménez Tisalema

C.I.: 180462318-7

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por el egresado Omar Ricardo Jiménez Tisalema, de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENDEDORA DE TELA PARA LA MICROEMPRESA TEXTIL “GRUPO K&L””.

Ambato, julio de 2018

Para constancia firman.

.....

Ing. Mg, María Belén Paredes

.....

Ing. Mg, Gonzalo Eduardo López

## DEDICATORIA

*El presente proyecto principalmente se lo dedico  
a DIOS, así también a mi madre Katty y mi padre  
Luis por guiarme hacia el camino correcto y  
hacer de mí un hombre de bien.*

*A mi esposa Karina y mi hija Paula Emilia, que  
son mi tesoro más valioso, y me brindan día a día  
su apoyo, cariño y muchísimo amor.*

*A mis hermanos Lenin y Freddy quienes son mi  
inspiración para ser un profesional más en la  
familia y a mi hermano menor Sebastián que  
siempre es efusivo en cada abrazo.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi gratitud a DIOS, por darme la vida y regalarme una hermosa familia.*

*Agradezco sinceramente a los docentes de la Carrera de Ingeniería Mecánica por haber impartido sus conocimientos hacia mi persona, y de manera especial a mi Tutor el Ing. Jorge Guamanquispe por su valioso apoyo y tiempo, al haber confiado en mí para desarrollar este proyecto técnico de diseño y construcción.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Certificación del tutor .....	II
Autoría del trabajo de grado.....	III
Derechos de autor.....	IV
Aprobación del tribunal de grado.....	V
Dedicatoria .....	VI
Agradecimiento .....	VII
Índice general de contenidos.....	VIII
Índice de figuras.....	X
Índice de tablas.....	XIII
Resumen ejecutivo .....	XV
Abstract (Summary) .....	XVI
Capítulo I.....	1
1. Antecedentes.....	1
1.1. Tema .....	1
1.2. Antecedentes .....	1
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General .....	4
1.4.2. Objetivos Específicos .....	4
Capítulo II .....	5
2. Fundamentación.....	5
2.1. Investigaciones Previas .....	5
2.2. Fundamentación Teórica .....	6
2.2.1. Confección .....	6
2.2.2. Proceso de Producción .....	7
2.2.3. Tendedora de telas.....	10
2.2.4. Métodos de tendido de telas .....	12
2.2.5. Tipos de tendido de telas .....	15
2.2.6. Tela Poliéster.....	18
2.2.7. Diseño mecánico .....	19
Capítulo III.....	31
3. Diseño del proyecto .....	31

3.1. Selección de Alternativas .....	31
3.1.1. Método ordinal corregido de criterios ponderados .....	31
3.2. Cálculos o Modelo Operativo.....	37
3.2.1. Flujograma para proceso de diseño y construcción de máquina tendedora de telas .....	37
3.2.2. Parámetros de diseño.....	38
3.2.3. Toma de medidas antropométricas del personal .....	39
3.2.4. Diseño de mesa para corte.....	39
3.2.5. Diseño de carro móvil .....	48
3.2.6. Determinación del costo de soldadura .....	84
3.2.7. Pintura .....	90
3.3. Presupuesto .....	92
3.3.1. Recursos Materiales .....	92
3.3.2. Transporte de materiales .....	94
3.3.3. Costo Mano de Obra .....	94
3.3.4. Gastos Varios .....	95
3.3.5. Costo Total del Proyecto .....	95
3.4. Especificaciones Técnicas .....	95
3.4.1. Ficha técnica de mesa de corte .....	96
3.4.2. Ficha técnica de carro móvil.....	97
3.5. Pruebas de funcionamiento .....	98
Capítulo IV.....	101
4. Conclusiones y recomendaciones .....	101
4.1. Conclusiones .....	101
4.2. Recomendaciones.....	102
ANEXOS.....	105
PLANOS .....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Número de Establecimientos [5] .....	2
Figura 1-2. Proceso de tendido manual.....	3
Figura 2-1. Proceso de producción textil .....	7
Figura 2-2. Alineación .....	8
Figura 2-3. Tensión .....	8
Figura 2-4. Arrugas .....	9
Figura 2-5. Corte de puntas.....	9
Figura 2-6. Mesa de corte [8].....	10
Figura 2-7. Carro móvil [8].....	12
Figura 2-8. Método Manual [9].....	12
Figura 2-9. Método Semi - Automático [9] .....	13
Figura 2-10. Método Automático [9].....	14
Figura 2-11. Extendida cara arriba.....	15
Figura 2-12. Extendido cara a cara girando .....	16
Figura 2-13. Extendido zig-zag.....	17
Figura 2-14. Extendido escalonado.....	17
Figura 2-15. Tela Poliéster [11] .....	18
Figura 2-16. Tela Poliéster [11] .....	18
Figura 2-17. D.C.L. de una viga simplemente apoyada que muestra a V y M en direcciones positivas .....	21
Figura 2-18. Convenciones de signos de la flexión y el cortante.....	22
Figura 2-19. Carga distribuida sobre una viga .....	22
Figura 2-20. Viga recta en flexión positiva [12] .....	24
Figura 2-21. Esfuerzos en flexión [12] .....	24

Figura 2-22. a) Elemento con esfuerzos triaxiales; este elemento experimenta cambio.....	27
Figura 2-23. Teoría de energía de distorsión (ED) [12].....	30
Figura 3-1. Flujograma para proceso de diseño y construcción.....	37
Figura 3-2. Dimensiones recomendadas para mesas de trabajo [13].....	38
Figura 3-3. Detalle de dimensiones recomendadas para mesas de trabajo textil ..	42
Figura 3-4. Altura refuerzo H sobre los pies.....	42
Figura 3-5. Espacio necesario para rodillas y pies .....	43
Figura 3-6. Rollos de tela poliéster utilizada por “Grupo K&L” .....	43
Figura 3-7. Aplicación de cargas .....	45
Figura 3-8. Restricciones de desplazamiento.....	46
Figura 3-9 Análisis Teoría de Von Mises – Deformación Estructura mesa de corte .....	46
Figura 3-10. Fuerza aplicada sobre manivela .....	48
Figura 3-11. Esquema manivela – rollo de tela.....	49
Figura 3-12. Diagrama de cuerpo libre del eje.....	50
Figura 3-13. Diagrama de esfuerzo cortante .....	52
Figura 3-14. Leyes trigonométricas .....	52
Figura 3-15. Diagrama de esfuerzo cortante .....	53
Figura 3-16. Constante torsional .....	55
Figura 3-17. Teoría de falla de Von Mises y Factor de seguridad.....	59
Figura 3-18. Rodachin con base metálica [15].....	60
Figura 3-19. Ángulo de contacto entre eje de rollo y rodachines .....	61
Figura 3-20. Restricciones de desplazamiento.....	63
Figura 3-21. Aplicación de cargas sobre apoyos .....	63

Figura 3-22. Análisis Teoría de Von Mises – Deformación Estructura carro móvil .....	64
Figura 3-23. Propiedades físicas de ensamble de carro móvil .....	66
Figura 3-24. Distancias entre soportes de mesa de corte .....	67
Figura 3-25. Distancias entre centros de garruchas fijas.....	68
Figura 3-26. Diagrama de cuerpo libre de sección más crítica .....	68
Figura 3-27. Diagrama cortante y Diagrama de momento flector .....	70
Figura 3-28. Análisis Teoría de Von Mises – Deformación Tubo Cuadrado .....	74
Figura 3-29. Teoría de falla de Von Mises y Factor de seguridad.....	75
Figura 3-30. Dimensiones de garrucha fija con base metálica [16].....	78
Figura 3-31. Acople de rodamientos [17] .....	83
Figura 3-32. Peso metal depositado [20].....	86
Figura 3-33. Electrodo manual [20] .....	88
Figura 3-34. Electrodo manual [20] .....	89
Figura 3-35. Uni-Primer .....	91
Figura 3-36. Pintura .....	91
Figura 3-37. Máquina tendedora de telas.....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Especificaciones Técnicas [9].....	12
Tabla 2-2. Especificaciones Técnicas [9].....	13
Tabla 2-3. Especificaciones Técnicas [9].....	14
Tabla 2-4. Ventajas de tela poliéster .....	19
Tabla 2-5. Teorías de Falla.....	26
Tabla 3-1. Descripción de valores – método ordinal .....	32
Tabla 3-2. Orden jerárquico de criterios .....	33
Tabla 3-3. Evaluación del peso específico del criterio Costo .....	34
Tabla 3-4. Evaluación del peso específico del criterio Facilidad de construcción y ensamblaje.....	34
Tabla 3-5. Evaluación del peso específico del criterio Tamaño .....	35
Tabla 3-6. Evaluación del peso específico del criterio Peso.....	35
Tabla 3-7. Evaluación del peso específico del criterio Mantenimiento.....	36
Tabla 3-8. Resultados de la evaluación de criterios .....	36
Tabla 3-9. Nómina de personal de la microempresa.....	39
Tabla 3-10. Percentiles seleccionados para el diseño .....	41
Tabla 3-11. Tubo estructural rectangular [14] .....	44
Tabla 3-12. Tubo estructural cuadrado [14].....	45
Tabla 3-13. Simbología de cargas en mesa de corte .....	47
Tabla 3-14. Resultados de reacciones en eje.....	53
Tabla 3-15. Propiedades de sección transversal (eje) - Software.....	54
Tabla 3-16. Dimensiones de Rodachin [15].....	60
Tabla 3-17. Simbología de cargas en carro móvil.....	64
Tabla 3-18. Resultados de reacciones en viga .....	70

Tabla 3-19. Tubo estructural cuadrado [14].....	71
Tabla 3-20. Propiedades de sección transversal (tubo) - Software .....	72
Tabla 3-21. Resultados Esfuerzo de Von Mises .....	74
Tabla 3-22. Simbología cotas y Medidas [16] .....	76
Tabla 3-23. Simbología cotas y Medidas [16] .....	77
Tabla 3-24. Descripción ruedas [16].....	77
Tabla 3-25. Rodillos metálicos [17].....	82
Tabla 3-26. Tubo estructural Redondo [14].....	83
Tabla 3-27. Rodamiento rígido de una hilera de bolas [18].....	84
Tabla 3-28. Especificaciones Técnicas de la soldadora [19] .....	85
Tabla 3-29. Eficiencia de deposición [20] .....	86
Tabla 3-30. Costo de soldadura.....	90
Tabla 3-31. Costo de materiales.....	92
Tabla 3-32. Continuación Costo de materiales .....	93
Tabla 3-33. Costo de Transporte de materiales.....	94
Tabla 3-34. Costo de mano de obra directa.....	94
Tabla 3-35. Costo de mano de obra indirecta .....	94
Tabla 3-36. Costo de gastos varios .....	95
Tabla 3-37. Costo total del proyecto .....	95
Tabla 3-38. Ficha técnica - Mesa de corte .....	96
Tabla 3-39. Ficha técnica – Carro móvil.....	97
Tabla 3-40. Pasos para tendido de tela.....	98
Tabla 3-41. Pruebas de funcionamiento.....	100

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**TEMA:** DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENDEDORA  
DE TELA PARA LA MICROEMPRESA TEXTIL “GRUPO K&L”

**Autor:** Omar Ricardo Jiménez Tisalema

**Tutor:** Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto técnico se enfoca en el diseño, construcción y pruebas de funcionamiento de una máquina tendedora de telas para la micro empresa Grupo K&L, con la finalidad de optimizar el proceso de tendido sobre una mesa de corte reduciendo tiempo y minorando mano de obra, debido a que este proceso es realizado por dos operarios de una forma rudimentaria.

La máquina consta de dos subconjuntos de elementos mecánicos muy importantes como son la mesa para corte donde se realiza el tendido de telas por capas para su posterior trazo de la moldería y corte por tallas en bloques alineados, así también consta del carro móvil que es el encargado de soportar el peso de rollo de tela para desplazarse en sentido longitudinal a través de la mesa realizando el tendido.

A los elementos mecánicos se realizó un estudio estructural mediante M.E.F. en el software ANSYS ACADEMIC donde se aplicó fuerzas y restricciones de desplazamiento. Se observaron resultados favorables como son las deformaciones máximas según teoría de falla de Von Mises, que no afecta significativamente a la estructura. Para la construcción de la máquina se utilizó materiales resistentes como es acero estructural A-36. Además, se administró un fondo de fácil adhesión en metales para toda la estructura evitando así la corrosión. Finalmente, se administró dos capas de pintura blanca para una mejor presentación.

**Palabras clave:** máquina tendedora de tela, carro móvil, moldería, materiales.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND MECHANICS**  
**MECHANICAL ENGINEERING CAREERS**

**TOPIC:** DESIGN AND CONSTRUCTION OF A CLOTH SPREADING MACHINE

**Author:** Omar Ricardo Jiménez Tisalema

**Tutor:** Ing. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa, Mg

**ABSTRACT (SUMMARY)**

The present technical project focuses on the design, construction and performance testing of a technology tensioning machine for the K & L Group microenterprise. The purpose of this machine is to optimize the process of spreading material on a cutting table, reducing the time of labor. In contrast, at present this process is carried out by two workers in a rudimentary way.

The machine consists of two subsets of very important mechanical elements such as the cutting table where the spreading is carried out for subsequent tracing of the mold and cutting into aligned blocks. Additionally, there is a mobile cart in charge of supporting the weight of a fabric roll which is moving longitudinally over the table.

A structural study was carried out on the mechanical elements by F.E.M. in the ANSYS ACADEMIC software, where displacement forces and restrictions were applied. Favorable results were observed, such as the maximum deformations according to the Von Mises fault theory, which did not significantly affect the structure. For the construction of the machine, resistant materials such as structural steel A-36 are used. In addition, an easy adhesion base was applied to the entire metal structure thus, avoiding corrosion. Lastly, two layers of white paint were administered for a better presentation.

**Keywords:** cloth spreading machine, mobile cart, mold, materials.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1. TEMA**

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENDEDORA DE TELA PARA LA MICROEMPRESA TEXTIL “GRUPO K&L””.

### **1.2. ANTECEDENTES**

Para la industria textil a nivel global se muestra un gran panorama beneficioso teniendo en cuenta que países como China, Bangladesh, Vietnam, India, etc., se han convertido en los principales exportadores de la cadena de aprovisionamiento global. El escenario actual indica claramente que, para el primer cuatrimestre de este siglo, es decir 2025, habrá un incremento por adquirir más prendas de vestir. [1]

Una consideración muy importante es el crecimiento acelerado de la población que datos estadísticos revelan que para el año 2025, la población será alrededor de 8.500 millones de habitantes, siendo, las necesidades esenciales de estas personas la comida y la vestimenta. Ubicándose en segundo lugar en los indicadores del PIB global, está el sector textil y de la confección por su importancia en la actividad económica, después del sector de tecnología de la información y turismo, esto dato es una comparación entre otros sectores industriales. [2]

En el Ecuador, cada vez es mayor el margen de pequeños productores textiles que han optado en implementar maquinaria para sus talleres, fomentando el desarrollo industrial y manufacturando sus productos a un mejor nivel. Se ha evidenciado

ventas del sector textil nacional de USD 1.313 millones en el 2016, representando un 5% del sector manufacturero. [3]

Como indica [4], en la provincia de Tungurahua, la actividad textilera ha tenido un crecimiento considerable mediante la implementación tecnológica y mejoramiento de sus máquinas, esto ha permitido que la pequeña industria genere mayor producción textil. Además, se puede señalar que en Tungurahua existe un gran número de establecimientos dedicados a la manufactura como se muestra en el siguiente gráfico:

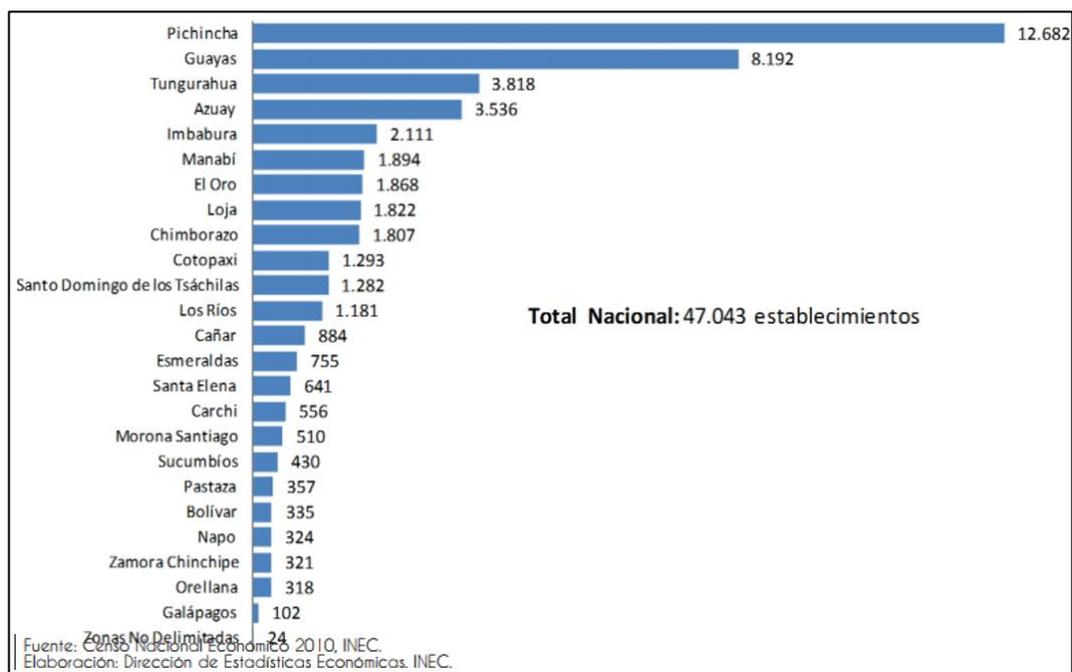


Figura 1-1. Número de Establecimientos [5]

Datos estadísticos, demuestran que la Industria manufacturera en los últimos 11 años se ha mantenido como un sector importante para el desarrollo del país, señalando que la fabricación de textiles y prendas de vestir generan alrededor del 1% y 2% del PIB Total, de acuerdo al Banco Central del Ecuador.

Sin embargo, dentro de la Industria Manufacturera su participación promedio es de alrededor del 15,87% con respecto al PIB. [5]

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

El proceso de confección en nuestro país cada vez tiene más demanda por parte de los mercados nacionales e internacionales, ya que se caracterizan por ser productos de calidad que satisfacen las necesidades de los clientes. Actualmente, dentro de la provincia de Tungurahua existen grandes y pequeñas industrias dedicadas a la confección textil. Sin embargo, algunos de los procesos de confección textil, como el de tendido de telas en las micro empresas no cuentan con las máquinas necesarias para realizar este proceso debido a los excesivos costos de adquisición, y que repercutiría en un valor agregado más al producto final.

Uno de los procesos que requiere más tiempo y mano de obra es tender la tela y prepararla para el corte. Este proceso llega a ser exhausto y demoroso, de forma que se hace necesario dentro de la industria textil una máquina que se encargue de esta acción, reduciendo el tiempo y la mano de obra empleada.

Por lo tanto, el diseño y construcción de la máquina tendedora de tela se ejecuta con el fin de satisfacer la necesidad de la microempresa textil GRUPO K&L, debido a que este proceso requiere más tiempo y se necesita por lo menos dos operarios para la realización del mismo, significando pérdidas considerables de tiempo y dinero.



*Figura 1-2. Proceso de tendido manual*

Es necesario optimizar el proceso de tendido de tela para aumentar la producción, de manera que el siguiente proyecto técnico presenta objetivos viables para su elaboración. Además, es importante mencionar que la investigación se basará en criterios de diseño y fabricación de empresas extranjeras como es DIMETEX, que proporciona varios modelos de máquinas tendedoras y mesas de corte.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar y construir una máquina tendedora de tela para la microempresa textil “GRUPO K&L”.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Seleccionar el adecuado tipo de sistema para el tendido de telas.
- Determinar los parámetros necesarios para el diseño de la máquina tendedora de telas.
- Optimizar tiempo y mano de obra durante el tendido de tela a un solo operador.
- Ejecutar pruebas de operación para determinar su rendimiento.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS**

En la Universidad Técnica Del Norte, en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica. Se llevó a cabo el tema: “MÁQUINA AUTOMÁTICA TENEDORA DE TELA PARA TALLERES TEXTILES ARTESANALES”, en la que el autor, Luis Eduardo Males Lema, elabora un carro extendedor de tela que se desplaza a lo largo de una mesa de corte, este carro posee un soporte móvil donde se coloca el rollo de tejido de tela para formar un colchón de varias capas de telas. Posteriormente realiza un análisis de esfuerzos para algunos componentes que constituyen el carro, utilizando un software de elementos finitos para la simulación. [6]

En la Universidad San Francisco De Quito, el Señor Luis Alejandro Cabrera Polo realizó el tema de investigación: “DISEÑO Y MANUFACTURA DE UNA MÁQUINA DOBLADORA Y CORTADORA DE TELA”, donde realiza un sistema de avance o desplazamiento para el carro móvil por medio de cuatro ruedas las cuales poseen uno a dos canales que ayudan a que la máquina se mantenga siempre encarrilada. Además, establece un sistema de sujeción de tela donde el eje que atraviesa el rollo de tela es desmontable del carro móvil, para así facilitar su posterior acoplamiento, este eje por un extremo es de forma circular que se embona a una chumacera y por el otro extremo es de tipo chaveta para ensamblarse con un sujetador o prisionero, el cual, tiene como función impedir el desalineamiento de la tela. [7]

En la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, el Señor Christian Andrés Martínez

Andino con su tema de investigación: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPENSADOR DE TELA PARA UNA MÁQUINA TROQUELADORA DE PUENTE EN LA EMPRESA DISTRISHOES S.A.”, realiza cálculos para la selección de rodamientos que son elementos muy importantes para el desplazamiento del carro móvil, como así también analiza por elementos finitos los esfuerzos por deformación de la estructura metálica del alimentador que soporta el peso de los rollos de tela. [8]

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1. Confección**

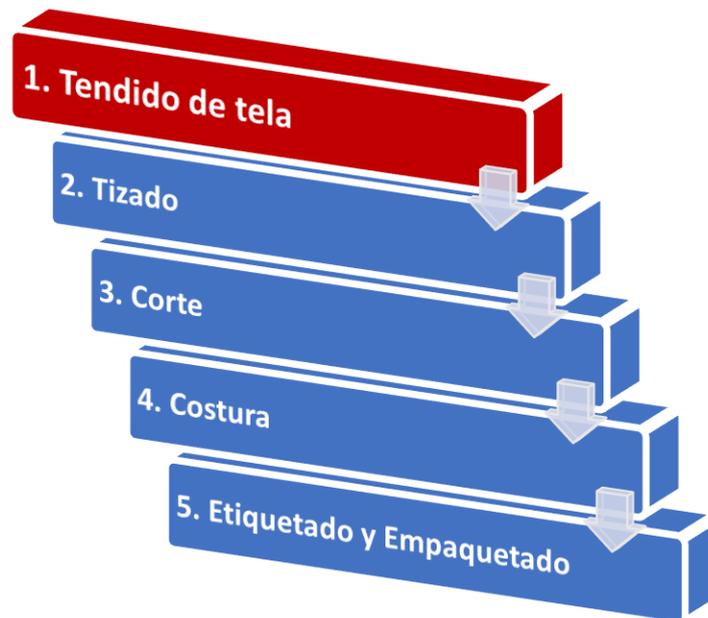
Tiene su origen en el vocablo latino *confectio*, este término refiere a la acción de preparar o hacer determinadas cosas a partir de una mezcla o de una combinación. [9]

La actividad de confeccionar está vinculada a las tareas de tendido y corte, que son imprescindibles para la creación de prendas de vestir. Las personas dedicadas a la costura, los modistas y los sastres son algunos de los especialistas que se dedican a la confección. Es posible diferenciar, por lo tanto, entre las prendas de vestir que se ofrecen ya confeccionadas y aquellas que se encargan a medida. Las primeras suelen realizarse en diversas tallas para que el comprador pueda escoger aquella que mejor le sienta a su cuerpo. En la confección personalizada, en cambio, se toman las medidas corporales exactas del comprador y el modista se encarga de confeccionar la prenda de acuerdo a dichos parámetros. [9]

Desde una perspectiva industrial, la confección de prendas de vestir se define como una serie de actividades de manufactura que llevan a la creación de indumentaria, a partir de un diseño realizado previamente y con ayuda de las herramientas tecnológicas adecuadas para optimizar los procesos necesarios. [9]

### 2.2.2. Proceso de Producción

Es una serie de operaciones que se deben realizar para comenzar con la confección propiamente dicha, de ciertas decisiones que deben tomarse para dar forma al trabajo.



*Figura 2-1. Proceso de producción textil*

#### 2.2.2.1. Tendido de tela

Tendido es una operación que se realiza sobre una mesa de corte, dicha función es disponer de la tela en capas completamente planas y alineadas para posteriormente ser cortadas en pilas. Durante esta operación, se considera que la mesa de corte debe ser completamente horizontal y poseer un 10% más para el manejo de las máquinas de corte y así evitar fallos en este proceso. Además, es necesario saber qué tipo de tendido se debe realizar según la tela utilizada, cuáles son los equipos disponibles, las necesidades de la producción y otras cuestiones, como la orientación del hilo, la alineación de orillos etc. [10]

A continuación, se detalla algunas características importantes que se deben tomar en cuenta para un tendido correcto:

- **Alineación:** Para un correcto tendido de tela es necesario que los dos bordes de esta se encuentren alineados, si no es así el caso, se debe por lo menos alinear un lado, el borde también puede ser llamado pared.



*Figura 2-2. Alineación*

- **Tensión:** Evitar tensionar demasiado la tela, puesto que si se realiza el corte algunas de las piezas quedaran menores que el patrón.



*Figura 2-3. Tensión*

- **Arrugas:** Asegurar o sujetar las capas tendidas de tela en cada paso del rollo evitando que se formen espacios con aire dentro del tendido (burbujas), que alteran el sentido para el proceso de corte.



*Figura 2-4. Arrugas*

- **Corte de puntas:** Una vez alineada la tela se debe evitar el excesivo consumo de tela en los extremos, para ello se controla que la máquina de corte se aproxime lo más cerca posible al orillo reduciendo los desperdicios.



*Figura 2-5. Corte de puntas*

### **2.2.3. Tendedora de telas**

Una máquina tendedora de telas tiene como función reducir hasta en un 60% de tiempo en los tendidos que se realizan en un taller de confección, un beneficio para la empresa es que se la puede utilizar con un solo operador. La tendedora está conformada por dos cuerpos que son: la mesa para corte y el carro móvil.

#### **2.2.3.1. Mesa para corte**

La mesa de corte es la estructura metálica donde se cimienta el carro móvil, dicha mesa posee canales o rieles en la parte superior o inferior de la misma para dar desplazamiento al carro de un extremo a otro, una característica muy importante a tomar en consideración es que debe ser firme para dar seguridad a los procesos de producción (Tendido, Tizado, Corte).



*Figura 2-6. Mesa de corte [11]*

Por lo general, las mesas para corte están construidas con perfiles de hierro dimensionados para cada aplicación. [11]

#### **2.2.3.1.1. Tipos de mesas**

- Para corte tradicional.
- Para corte tradicional utilizando extendedoras.
- Para robots de corte y extendido automático.

#### **2.2.3.1.2. Recomendaciones para una mesa de corte**

- Dispones de divisiones aproximadamente (1,20 m de largo por 2,00 m de ancho).
- Fácil ensamblaje.
- Bases de acero.
- Tablero de madera (espesor entre 10 mm – 20 mm).
- Reguladores de altura en cada pata.
- Ancho máximo de 3,00 m.
- Capacidad para sostener aproximadamente 500 kg por cada división.

#### **2.2.3.2. Carro Móvil**

Al igual que la mesa para corte es una estructura metálica que posee un mecanismo de traslación. El carro móvil es un cuerpo diseñado para resistir el peso de un rollo de tela aproximadamente entre 15 a 25 kg, dicha valor promedio es el peso de rollos utilizados por la micro empresa Grupo “K&L”.



*Figura 2-7. Carro móvil [11]*

## 2.2.4. Métodos de tendido de telas

### 2.2.4.1. Manual



*Figura 2-8. Método Manual [12]*

*Tabla 2-1. Especificaciones Técnicas [12]*

<b>ESTÁNDAR</b>	<b>MÉTRICO</b>
Altura máxima de propagación	22,90cm - 38,10cm
Peso máximo del rollo	68kg
Diámetro máximo del rollo	1,5m - 1,2m
Ancho del rollo	1,8m - 2,1m
Peso de la máquina	34kg

#### 2.2.4.2. Semi – Automático



Figura 2-9. Método Semi - Automático [12]

Tabla 2-2. Especificaciones Técnicas [12]

<b>ESTÁNDAR</b>	<b>MÉTRICO</b>
Altura máxima de propagación	16cm
Velocidad de propagación	73m/min
Peso máximo del rollo	227kg
Fuente de alimentación	110V - 220V
Motor	1HP

### 2.2.4.3. Automático



*Figura 2-10. Método Automático [12]*

*Tabla 2-3. Especificaciones Técnicas [12]*

<b>ESTÁNDAR</b>	<b>MÉTRICO</b>
Altura máxima de propagación	20cm
Velocidad de propagación	97m/min
Diámetro máximo del rollo	23cm
Ancho del rollo	72cm
Peso del rollo	180kg
Motor	1HP

Los métodos o sistemas de alimentación para el proceso de tendido de telas anteriormente mencionados han sido tomados de la página oficial de DIRECT INDUSTRY.

Estos sistemas han sido catalogados como: Manual, Semi-Automático y Automático dependiendo de las características que presentan cada una de las máquinas, a medida que aumenta su funcionalidad y automatización aumenta relativamente su precio. [12]

## 2.2.5. Tipos de tendido de telas

### 2.2.5.1. Extendida cara arriba o Abierto

Para la extendida cara arriba se procede a colocar el rollo de tela en el carro móvil ubicado en el *extremo A*. Luego se comienza a extender la tela hacia el *extremo B*, conforme avanza el carro móvil por la mesa va dejando la tela sobre ella, y una vez que llega al *extremo B* se efectúa el corte a lo ancho de la tela y se retrocede el carro móvil a su punto inicial en el *extremo A*.

Así, sucesivamente se realiza las demás tendidas de capas, quedando caras arriba en cada pasada del carro móvil. Este tipo de extendido es usualmente utilizado para tejidos con estampados de cuadros o de rayas.



Figura 2-11. Extendida cara arriba

### 2.2.5.2. Extendido cara a cara girando

Este extendido es muy similar a la extendida cara arriba, se comienza con la colocación del rollo de tela en el carro móvil y se procede al extendido de esta desde el *extremo A* de la mesa hacia el *extremo B*, donde se efectúa el corte a lo ancho de

la tela. A continuación, se adiciona el giro del rollo de tela y se retrocede el carro móvil a su punto inicial en el *extremo A*.

De esta manera, la segunda capa quedará con la cara hacia abajo, pero con la misma dirección del hilo que la primera capa. Resaltando que este tipo de extendido es el más lento de todos.

En este extendido es usualmente utilizado tejidos como terciopelo y pana.



Figura 2-12. Extendido cara a cara girando

### 2.2.5.3. Extendida cara a cara o Zig-zag

El extendido zig-zag es el más rápido en comparación a todos los demás extendidos, debido a que su proceso tiene inicio en cualquier extremo de la mesa. Se selecciona el extremo inicial y se procede al extendido de la tela sobre la mesa en dirección al extremo opuesto, donde será prensado y hecho un dobléz para que el carro móvil nuevamente se desplace a su punto inicial, donde también será prensado y hecho otro dobléz para continuar con las demás extendidas de tela de la misma forma. Este tipo de extendido es usualmente utilizado para tejidos lisos y blue jeans.



*Figura 2-13. Extendido zig-zag*

#### **2.2.5.4. Extendido escalonado**

El extendido escalón es una variante de la extendida cara arriba, su desarrollo es similar pero los confeccionistas lo recomiendan y utilizan cuando tienen distintas telas de diferentes (colores, materiales, longitudes), que repercutirán al momento de extenderlas sobre la mesa. Por lo tanto, es muy útil cuando se desea que con un solo corte se obtenga varios modelos y pocas cantidades de tallas por cada capa de tela.



*Figura 2-14. Extendido escalonado*

### 2.2.6. Tela Poliéster

La tela poliéster es una fibra manufacturada cuya composición se deriva de cualquier polímero sintético de cadena larga, al menos, el 85% (por peso) es un éster de ácido tereftálico. La mayoría del poliéster se hace de tereftalato de polietileno. [13]



*Figura 2-15. Tela Poliéster [14]*



*Figura 2-16. Tela Poliéster [14]*

A continuación, se mencionan algunas ventajas que presenta la tela poliéster al momento de trabajar con ella:

Tabla 2-4. Ventajas de tela poliéster



### 2.2.7. Diseño mecánico

Es importante describir cómo funcionan los componentes específicos de una máquina y saber cómo se encuentran diseñados de tal modo que funcionen correctamente sin ninguna falla estructural.

#### 2.2.7.1. Diagrama de cuerpo libre

Este diagrama es muy utilizado para simplificar un análisis de una estructura o máquina compleja por medio del aislamiento sucesivo de cada elemento de la máquina. De esta forma, se descompone el problema general en segmentos manejables donde al final se recopila los resultados de cada elemento. A

continuación, se mencionan algunos propósitos importantes del uso del diagrama de cuerpo libre. [15]

- El diagrama establece las direcciones de los ejes de referencia; proporciona un lugar para registrar las dimensiones del subsistema y las magnitudes y direcciones de las fuerzas conocidas; además, ayuda a suponer las direcciones de las fuerzas desconocidas.
- El diagrama simplifica el análisis porque proporciona un lugar para almacenar una idea, mientras se procede con la siguiente.
- El diagrama proporciona un medio para comunicar a otras personas las ideas de forma clara y sin ambigüedades.
- La construcción cuidadosa y completa del diagrama clarifica las ideas confusas y permite destacar puntos que no siempre son obvios en el enunciado o en la geometría del problema total. Así, el diagrama ayuda a entender todas las facetas del problema.
- El diagrama ayuda a planear un análisis lógico del problema y a establecer las relaciones matemáticas.
- También ayuda a registrar el avance del proceso de solución y a ilustrar los métodos que se utilizan en él.
- El diagrama permite que otros comprendan su razonamiento, pues muestra todas las fuerzas.

## 2.2.7.2. Fuerza cortante y momento flector en vigas

### 2.2.7.2.1. Fuerza cortante

Se obtiene de la suma algebraica de todas las fuerzas externas que se encuentran perpendicular al eje de un elemento estructural y que actúan a un lado de una sección cortada.

Esta fuerza cortante es positiva cuando la parte izquierda de la sección cortada tiende a subir con respecto a la parte derecha.

### 2.2.7.2.2. Momento flector

Se obtiene de la sumatoria de momentos de las fuerzas externas originados sobre la sección tomada respecto a un punto de dicha sección.

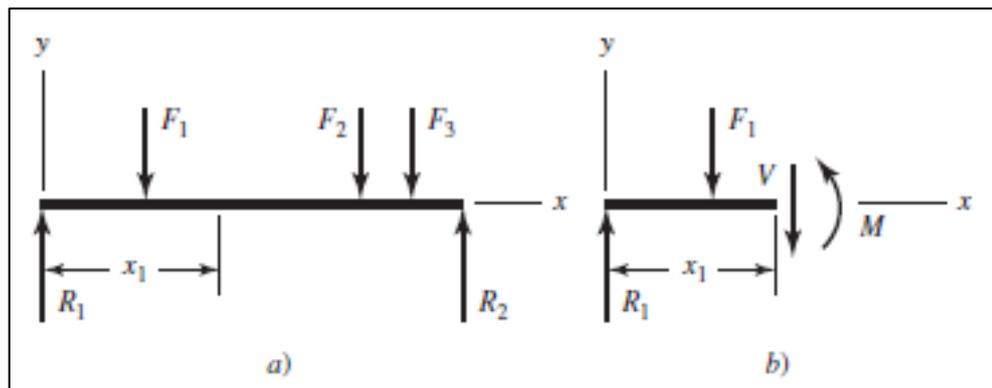


Figura 2-17. D.C.L. de una viga simplemente apoyada que muestra a  $V$  y  $M$  en direcciones positivas

En la figura 2-18 se puede observar que las fuerzas cortantes positivas son aquellas que producen una rotación horaria hacia el elemento.

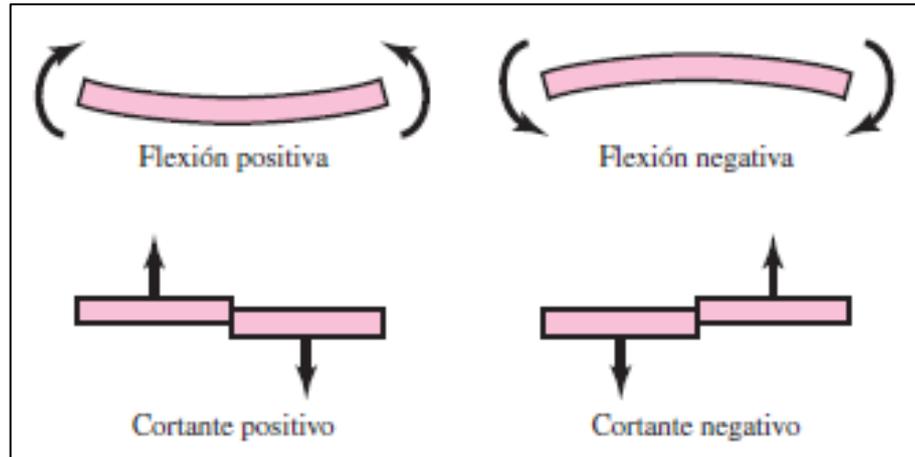


Figura 2-18. Convenciones de signos de la flexión y el cortante

En la figura 2-19 se puede observar que los momentos positivos son aquellos que se producen concavidad hacia arriba en el elemento horizontal o tracciones en la fibra inferior.

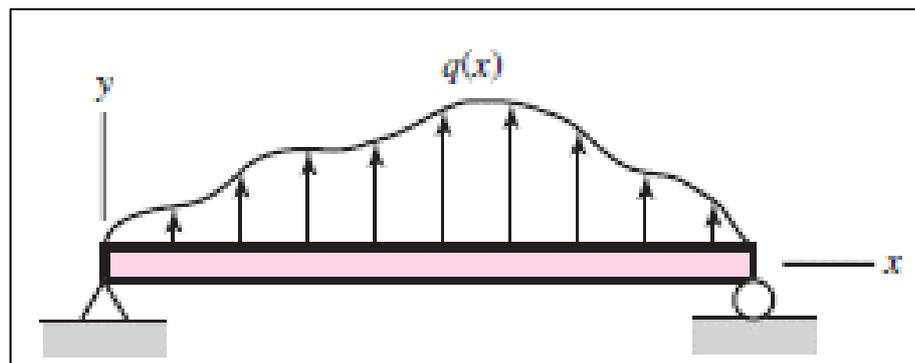


Figura 2-19. Carga distribuida sobre una viga

La fuerza cortante y el momento flexionante se relacionan mediante la ecuación

$$V = \frac{dM}{dx} \quad (2-1)$$

### 2.2.7.3. Esfuerzos normales para vigas en flexión

Para representar los esfuerzos normales a flexión en vigas rectas se basan en los siguientes supuestos: [15]

1. La viga se somete a flexión pura; esto significa que la fuerza cortante es nula y que no hay cargas de torsión o axiales presentes.
2. El material es isotrópico y homogéneo.
3. El material cumple con la ley de Hooke.
4. Inicialmente la viga es recta, con una sección transversal constante en toda su longitud.
5. La viga tiene un eje de simetría en el plano de la flexión.
6. Las proporciones de la viga son tales que fallaría ante la flexión, en vez de fallar por aplastamiento, corrugación o pandeo lateral.
7. Las secciones transversales de la viga permanecen planas durante la flexión.

A continuación, en la Figura 2-20 se representa una porción de una viga que se encuentra sometida a un momento flexionante positivo  $M$  mostrado por la flecha curva que representa la acción física del momento junto con una flecha recta que indica el vector momento.

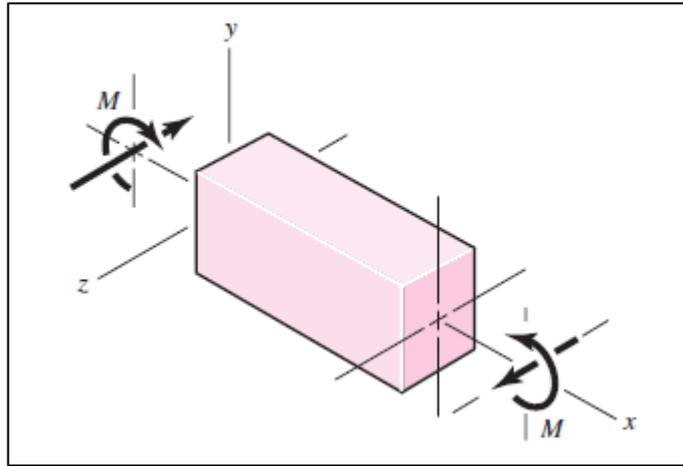


Figura 2-20. Viga recta en flexión positiva [15]

Se denomina *plano neutro* al plano  $xz$  porque contiene a los ejes neutros de todas las secciones transversales, también el eje  $x$  coincide con el *eje neutro* de la sección. Tendrán un esfuerzo igual a cero todos los elementos de la viga que coincidan con este plano. [15]

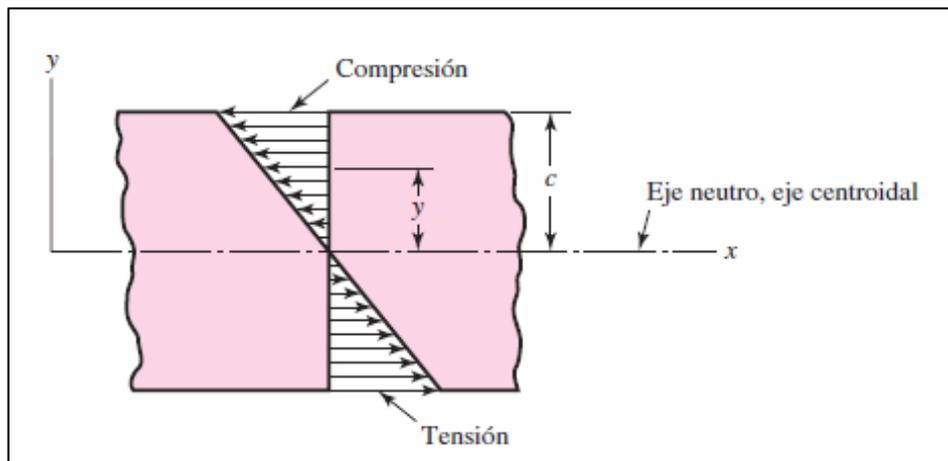


Figura 2-21. Esfuerzos en flexión [15]

El esfuerzo en flexión varía linealmente con la distancia desde el eje neutro  $y$ , y está dado por:

$$\sigma_x = -\frac{My}{I} \quad (2-2)$$

donde  $I$  es el *segundo momento de área* alrededor del eje  $z$ . Esto es

$$I = \int y^2 dA \quad (2-3)$$

De la Figura 2-21, la magnitud máxima del esfuerzo en flexión ocurrirá donde  $y$  tiene la magnitud más grande.

Si se designa  $\sigma_{m\acute{a}x}$  como *la magnitud máxima* del esfuerzo en flexión y  $c$  como la magnitud máxima de  $y$  se tiene

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{Mc}{I} \quad (2-4)$$

También puede usarse la siguiente ecuación para determinar el valor de  $\sigma_{m\acute{a}x}$  a tensión o compresión

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M}{Z} \quad (2-5)$$

Donde  $Z = I/c$  se llama *módulo de sección*

#### 2.2.7.4. Teorías de falla

Una falla se manifiesta por la pérdida de funcionalidad de un elemento mecánico tanto por deformación (fluencia) como por separación de sus partes (fractura). Para diseñar hay que predecir una falla en los materiales bajo cargas estáticas (se considera carga estática a aquella que no varía su magnitud ni dirección en el tiempo) y poder hacer diseños de elementos de máquinas confiables.

De acuerdo a la estructura microscópica del material, basándose en investigaciones experimentales se han clasificado de manera típica como dúctil o frágil. Normalmente, los materiales se clasifican como dúctiles cuando  $\epsilon_f \geq 0,05$  y cuando tienen una resistencia a la fluencia identificable que a menudo es la misma en compresión que en tensión  $S_{yt} = S_{yc} = S_y$ . Los materiales frágiles,  $\epsilon_f < 0,05$ , no presentan una resistencia a la fluencia identificable y típicamente se clasifican por resistencias últimas a la tensión y la compresión. [15]

Las teorías de falla se clasifican en:

Tabla 2-5. Teorías de Falla

<b>MATERIALES DÚCTILES</b> <b>(criterio de fluencia)</b>	<b>MATERIALES FRÁGILES</b> <b>(criterio de fractura)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Esfuerzo cortante máximo (ECM)</li><li>➤ Energía de distorsión (ED)</li><li>➤ Mohr Coulomb dúctil (CMC)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Esfuerzo normal máximo (ENM)</li><li>➤ Mohr Coulomb frágil (CMF)</li><li>➤ Mohr modificada (MM)</li></ul>

### 2.2.7.4.1. Teoría de la energía de distorsión para materiales dúctiles

“La teoría de la energía de deformación máxima predice que la falla por fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material”. [15]

Esta teoría se originó cuando se comprobó que los materiales dúctiles sometidos a esfuerzos hidrostáticos presentan resistencias a la fluencia. Es así que, *la energía de distorsión* es la diferencia entre la energía total de deformación por unidad de volumen y la energía de deformación por unidad de volumen debida a los esfuerzos hidrostáticos.

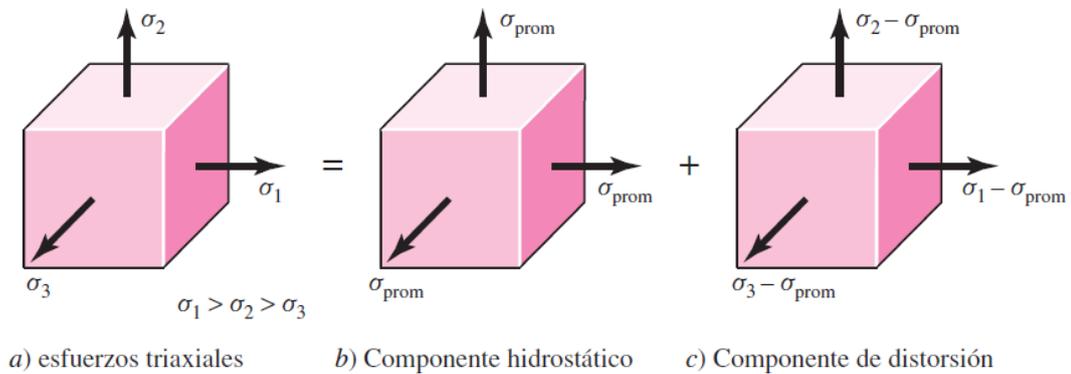


Figura 2-22. a) Elemento con esfuerzos triaxiales; este elemento experimenta cambio de volumen y distorsión angular. b) Elemento sometido a tensión hidrostática que sólo experimenta cambio de volumen. c) Elemento con distorsión angular sin cambio de volumen. [15]

En la sección b), el estado de esfuerzos se encuentra en tensión hidrostática debido a los esfuerzos  $\sigma_{prom}$  que actúan en cada una de las mismas direcciones principales.

$$\sigma_{prom} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \quad (2-6)$$

Para el elemento de la sección a), la energía de deformación por unidad de volumen de la tensión simple es

$$u = \frac{1}{2} \epsilon \sigma \quad (2-7)$$

La energía de la deformación por volumen unitario es

$$u = \frac{1}{2} [\epsilon_1 \sigma_1 + \epsilon_2 \sigma_2 + \epsilon_3 \sigma_3] \quad (2-8)$$

Sustituyendo se obtiene

$$u = \frac{1}{2E} [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + 2\sigma_1\sigma_2 + 2\sigma_2\sigma_3 + 2\sigma_3\sigma_1] \quad (2-9)$$

Para producir sólo cambio de volumen  $u_v$ , se sustituye  $\sigma_{prom}$  para  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ , y  $\sigma_3$  en la ecuación (2-8)

$$u_v = \frac{3\sigma_{prom}^2}{2E} (1 - 2\nu) \quad (2-10)$$

Sustituyendo el cuadrado de la ecuación (2-6) en (2-9) y simplificando la expresión

$$u_v = \frac{1 - 2\nu}{6E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + 2\sigma_1\sigma_2 + 2\sigma_2\sigma_3 + 2\sigma_3\sigma_1) \quad (2-11)$$

Restando la ecuación (2-11) de la ecuación (2-8) se obtiene la energía de distorsión

$$u_d = u - u_v = \frac{1 + \nu}{3E} \left[ \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right] \quad (2-12)$$

La energía de la distorsión es cero cuando  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ .

Para el ensayo a tensión simple, en la fluencia,  $\sigma_1 = S_y$  y  $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$ , la energía de la distorsión es

$$u_d = \frac{1 + \nu}{3E} S_y^2 \quad (2-13)$$

En el caso del estado general de esfuerzo dado por la ecuación (2-12), se predice la fluencia si la ecuación (2-12) es igual o mayor que la ecuación (2-13). Esto da

$$\left[ \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]^{1/2} \geq S_y \quad (2-14)$$

Teoría: Esfuerzo de Von Mises

$$\sigma' = \left[ \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]^{1/2} \quad (2-15)$$

Para esfuerzo plano,  $\sigma_A$  y  $\sigma_B$  los esfuerzos principales diferentes de cero. Se obtiene

$$\sigma' = (\sigma_A^2 - \sigma_A\sigma_B + \sigma_B^2)^{1/2} \quad (2-16)$$

A continuación, se representa una gráfica real de la Teoría de energía de distorsión (ED) de estados de esfuerzo plano que se obtiene mediante la utilización de la ecuación (2 – 16) con  $\sigma' = S_y$ .

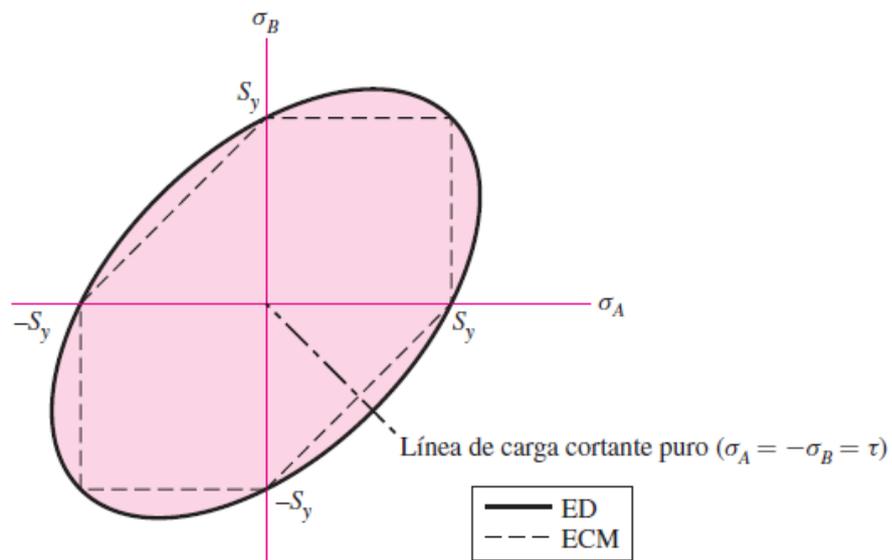


Figura 2-23. Teoría de energía de distorsión (ED) [15]

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DEL PROYECTO**

#### **3.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

La selección de alternativas permite comparar y escoger la mejor opción de máquina tendedora de telas que cumpla con los requerimientos de la micro empresa.

A continuación, se presenta tres diseños de acuerdo al método de tendido:

- Diseño 1: Manual
- Diseño 2: Semi-automático
- Diseño 3: Automático

Por consiguiente, se requiere utilizar un sistema de valoración y para ello este proyecto se basará en el método ordinal.

##### **3.1.1. Método ordinal corregido de criterios ponderados**

Este método es muy utilizado para seleccionar la alternativa más adecuada, implementando tablas donde cada uno de los criterios previamente definidos, son evaluados con la siguiente tabla valorativa.

Tabla 3-1. Descripción de valores – método ordinal

VALOR	DESCRIPCIÓN
1	Si el criterio de las filas es superior o mejor al de las columnas.
0,5	Si la solución o criterio de las filas es equivalente al de las columnas.
0	Si la solución es inferior al de las columnas.

Para la elaboración de las tablas se tomará en consideración los siguientes aspectos:

- **Costo:** Es uno de los parámetros más importantes debido a que existe un límite de inversión para la construcción de la máquina.
- **Facilidad de construcción:** Este criterio dependerá de los materiales que se encuentran disponibles a nivel local, y de fácil adquisición presentada por una amplia cartera de proveedores.
- **Facilidad de ensamblaje:** La máquina deberá ser de fácil ensamblaje, siendo el caso que, ésta pueda ser transportada de un lugar de trabajo (taller) a otro sin complicación alguna.
- **Peso:** El peso de la máquina no deberá ser un obstáculo para su movilización, pero debe ser lo necesaria para poder mantener la estable y con firmeza durante los procesos de confección.
- **Mantenimiento:** Su mantenimiento será de un modo autónomo, de manera que su operador antes de su funcionamiento sea capaz de detectar un posible fallo.

#### DESARROLLO DE MÉTODO ORDINAL:

- 1) Primero se colocan los criterios en orden de prioridad a elección del diseñador de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.
- 2) Segundo se compara filas con columnas y se asigna valores según tabla.

3) Luego, se realiza la sumatoria en cada fila sumando a este una unidad, con la finalidad de no perjudicar al criterio menos favorable y evitando una valoración nula.

4) Después a dichos valores se los divide por el sumatorio total de estos, para obtener así las ponderaciones correspondientes a cada criterio.

5) Finalmente, para la evaluación final se multiplica el valor ponderado de los criterios por cada alternativa. Así, la alternativa con mayor valoración será la mejor postulada.

### 3.1.1.1. Evaluación de criterios para el diseño y construcción de la máquina tendedora de telas

Tabla 3-2. Orden jerárquico de criterios

<b><u>CRITERIOS</u></b>	<b>Costo</b>	<b>Facilidad de construcción y ensamblaje</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Peso</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>Costo</b>		1	0,5	0	0,5	3	0,176
<b>Facilidad de construcción y ensamblaje</b>	1		1	0,5	0,5	4	0,235
<b>Tamaño</b>	0	0,5		0,5	0	2	0,118
<b>Peso</b>	0,5	1	1		1	4,5	0,265
<b>Mantenimiento</b>	0,5	1	1	0		3,5	0,206
<b>SUMA</b>						<b>17</b>	<b>1</b>

**3.1.1.2. Evaluación de cada uno de los criterios para el diseño y construcción de la máquina tendedora de telas**

*Tabla 3-3. Evaluación del peso específico del criterio Costo*

<b><u>COSTO</u></b>	Manual	Semi-automático	Automático	$\Sigma+1$	Ponderado
Manual		1	1	3	0,500
Semi-automático	0,5		0	1,5	0,250
Automático	0	0,5		1,5	0,250
<b>SUMA</b>				6	1

*Tabla 3-4. Evaluación del peso específico del criterio Facilidad de construcción y ensamblaje*

<b><u>Facilidad de construcción y ensamblaje</u></b>	Manual	Semi-automático	Automático	$\Sigma+1$	Ponderado
Manual		0,5	1	2,5	0,417
Semi-automático	0,5		0,5	2	0,333
Automático	0	0,5		1,5	0,250
<b>SUMA</b>				6	1

Tabla 3-5. Evaluación del peso específico del criterio Tamaño

<u>Tamaño</u>	Manual	Semi-automático	Automático	$\Sigma+1$	Ponderado
Manual		0,5	1	2,5	0,500
Semi-automático	0		0	1	0,200
Automático	0	0,5		1,5	0,300
<b>SUMA</b>				5	1

Tabla 3-6. Evaluación del peso específico del criterio Peso

<u>Peso</u>	Manual	Semi-automático	Automático	$\Sigma+1$	Ponderado
Manual		1	1	3	0,545
Semi-automático	0		0,5	1,5	0,273
Automático	0	0		1	0,182
<b>SUMA</b>				5,5	1

Tabla 3-7. Evaluación del peso específico del criterio Mantenimiento

<b><u>Mantenimiento</u></b>	Manual	Semi-automático	Automático	$\Sigma+1$	Ponderado
Manual		0,5	1	2,5	0,417
Semi-automático	0,5		0,5	2	0,333
Automático	0	0,5		1,5	0,250
<b>SUMA</b>				6	1

**3.1.1.3. Resultado de la evaluación de los criterios y selección de la alternativa para diseño y construcción de la máquina tendedora de telas**

Tabla 3-8. Resultados de la evaluación de criterios

<b><u>RESULTADOS</u></b>	Costo	Facilidad de construcción y ensamblaje	Tamaño	Peso	Mantenimiento	$\Sigma$	PRIORIDAD
Manual	0,088	0,098	0,059	0,144	0,086	0,475	1
Semi-automático	0,044	0,078	0,024	0,072	0,069	0,287	2
Automático	0,044	0,059	0,035	0,048	0,051	0,238	3

**CONCLUSIÓN:**

Observando los resultados se declara al Diseño Manual como la mejor opción y, por ende, ganador para el presente proyecto técnico.

## 3.2. CÁLCULOS O MODELO OPERATIVO

### 3.2.1. Flujograma para proceso de diseño y construcción de máquina tendedora de telas



Figura 3-1. Flujograma para proceso de diseño y construcción

### 3.2.2. Parámetros de diseño

En primer lugar, el diseño y construcción de la máquina tendedora de telas está enfocada a las necesidades del personal de la microempresa textil “GRUPO K&L” y, por ende, la ergonomía es un parámetro fundamental para mejorar las condiciones del espacio de trabajo. Es por ello que, se utiliza el siguiente gráfico con sus respectivas designaciones para indicar diferentes dimensiones recomendadas para que una persona pueda trabajar de una manera cómoda.

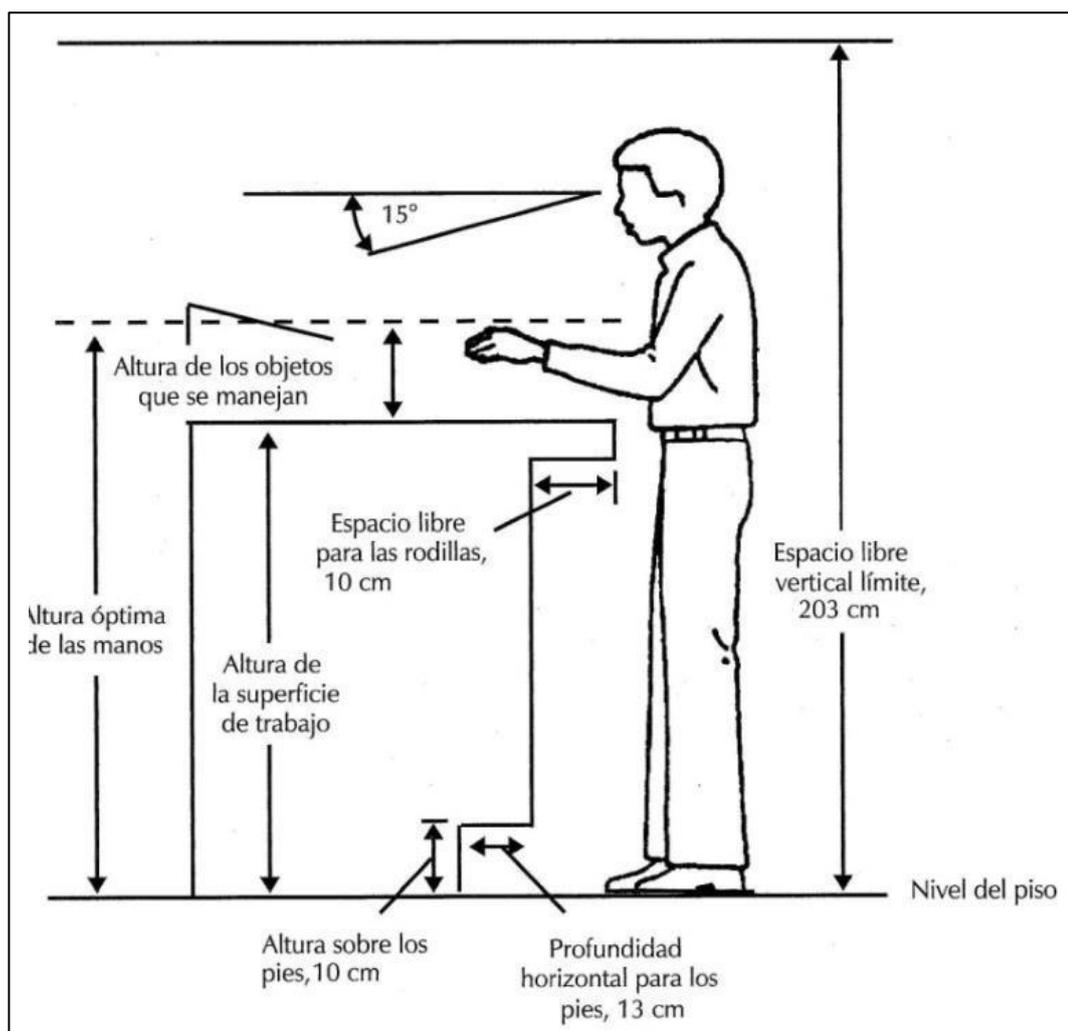


Figura 3-2. Dimensiones recomendadas para mesas de trabajo [16]

### 3.2.3. Toma de medidas antropométricas del personal

Utilizando la Tabla 3-9, se seleccionan ciertas designaciones para obtener dimensiones que ayudarán a la delimitación de parámetros como: altura, ancho de la mesa, espacios necesarios para las rodillas, pies, etc.

Tabla 3-9. Nómina de personal de la microempresa

No.	NOMBRE Y APELLIDO	DESIGNACIÓN	
		Altura de cintura de pie. (cm)	Altura óptima de las manos. (cm)
1	Sr. Germán Acosta	96	108
2	Sra. Myriam Carrasco	92	103
3	Sra. Sandra Castro	90	101
4	Sra. Paulina Galora	92	102
5	Sra. Katty Jiménez	91	96
6	Sra. Blanca Paucar	90	98
7	Sr. Gonzalo Quispe	96	107
8	Sr. Luis Tisalema	95	107

### 3.2.4. Diseño de mesa para corte

Para la determinación de la altura de la mesa de corte se utiliza el percentil 50 el cual es un valor promedio que cumple con las dimensiones de la mayoría de la muestra que en este caso será el mismo personal de la microempresa.

A continuación, la Tabla 3-10 presenta la medida referencial de la altura para el diseño de la mesa que será 92 cm, permitiendo la comodidad de todos durante la utilización para el tendido y corte de tela sobre la mesa.

#### 3.2.4.1. Cálculo de percentiles

$$i = n * k \quad (3-1)$$

Donde:

$n = \text{Número de datos}$

$k = \text{Percentil}$

$$n * k = \text{entero} \quad \rightarrow \quad P_{(k)} = \frac{i + (i + 1)}{2}$$

$$n * k = \text{no es entero} \quad \rightarrow \quad P_{(k)} = \text{siguiente entero}$$

Datos ordenados: Altura de cintura de pie

90	90	91	92	92	95	96	96
----	----	----	----	----	----	----	----

  
PERCENTIL 50

$$i = 8 * (0.50)$$

$$i = 4$$

$$P_{(50)} = \frac{4 + (4 + 1)}{2} = 4.5$$

Datos ordenados: Altura óptima de las manos

96	98	101	102	103	107	107	108
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

  
PERCENTIL 70

$$i = 8 * (0.70)$$

$$i = 5.6 \approx 6$$

$$P_{(70)} = 6$$

Tabla 3-10. Percentiles seleccionados para el diseño

DESIGNACIÓN	PERCENTIL	MEDIDA	UNIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
Altura de cintura de pie	50	92	cm	Altura aproximada a la que se trabaja una vez realizado el tendido de telas.
Altura óptima de las manos	70	107	cm	Altura aproximada entre 5 a 20 cm de los objetos que se manejan, o considerando también la altura de capas tendidas.

Se debe aclarar que la mesa no solo será utilizada para el tendido sino además también para el corte de la tela, aumento un factor más que es la utilización de herramientas como: reglas, máquina cortadora, tijeras, entre otros insumos. También se considera que la altura de tendidas de capas de tela es alrededor de 5 cm a 20 cm como mínimo y máximo respectivamente, esto es de acuerdo a la demanda de producción.

Eludiendo este factor se selecciona el percentil 50 (altura de la mesa +  $\Delta$  del número de capas de tela) ajustándose a los 92 cm y el percentil 70 (altura de la superficie de trabajo + Altura de los objetos que se manejan) ajustándose a los 107 cm, garantizando que el trabajo de tendido y corte de tela se realizarán de una manera ergonómica. La Figura 3-4, describe dimensiones de alturas anteriormente mencionadas.

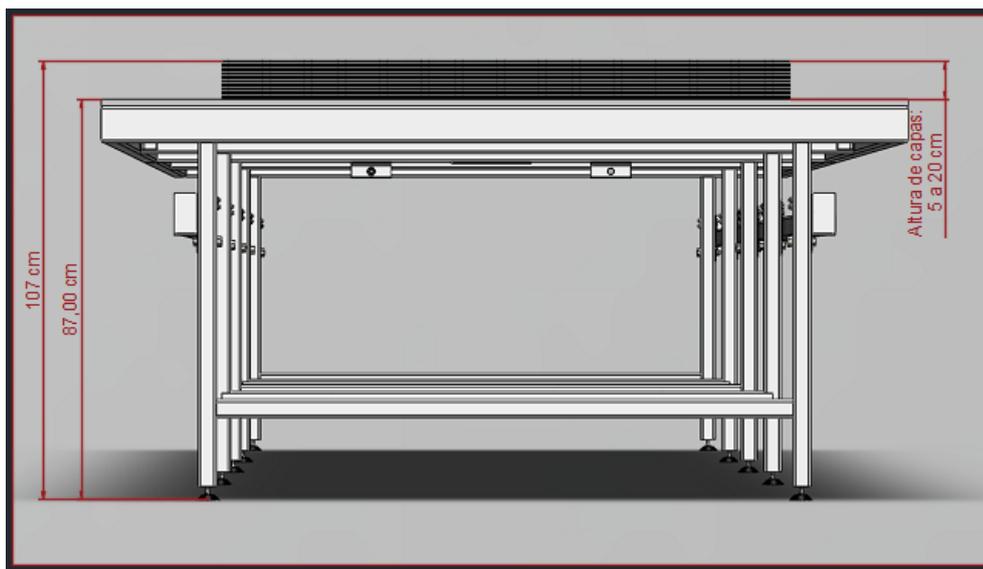


Figura 3-3. Detalle de dimensiones recomendadas para mesas de trabajo textil

### 3.2.4.2. Determinación de altura para refuerzo vertical (H)

Utilizando la Figura 3-7, recomienda que la altura mínima sobre los pies sea de 10 cm, en este caso por tener la mesa espacio suficiente se ubicará a 17 cm de altura.

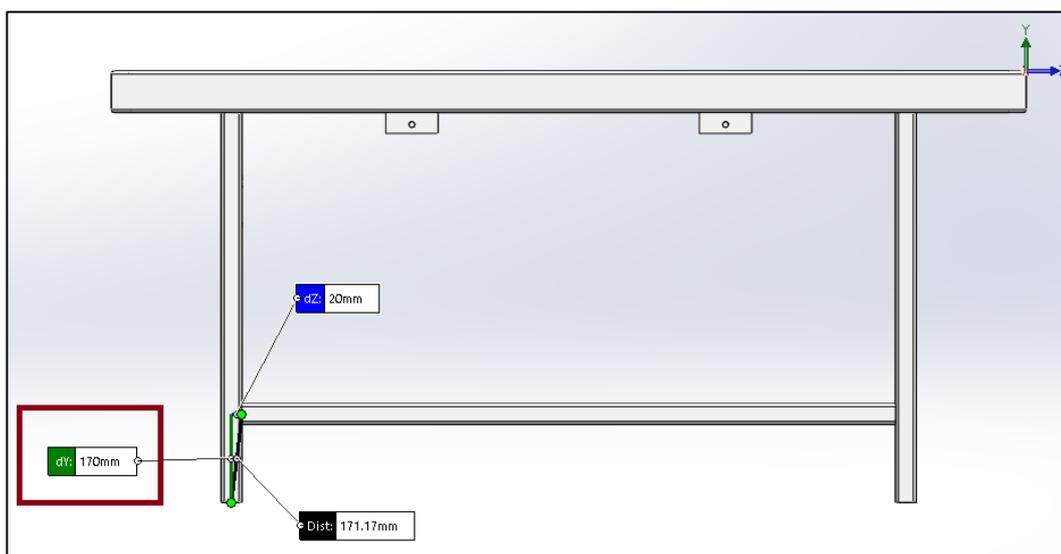


Figura 3-4. Altura refuerzo H sobre los pies

### 3.2.4.3. Determinación de espacio libre para las rodillas y profundidad para los pies.

De acuerdo a la Figura 3-9, las dimensiones de espacios recomendados para las rodillas son de 10 cm y para la profundidad horizontal de los pies es de 13 cm. Tomando referencia a dichas medidas se realiza la sumatoria y se coloca las patas de la mesa a 23 cm.

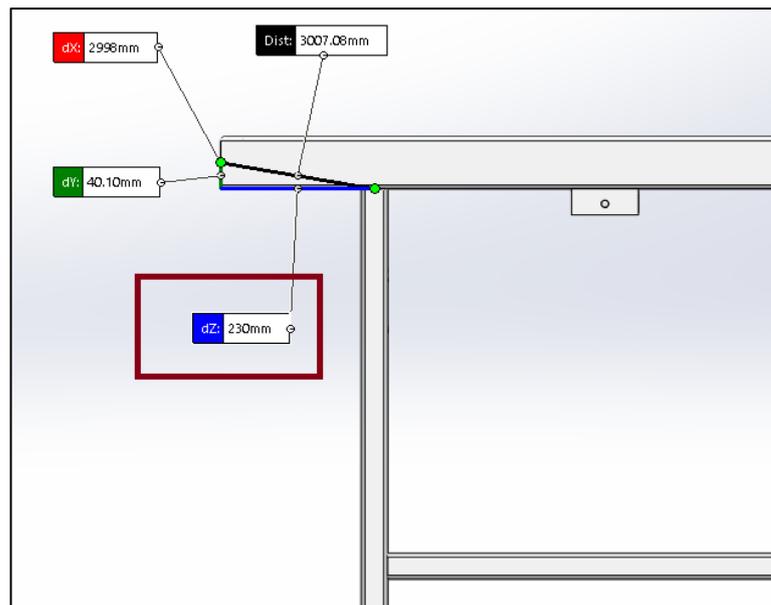


Figura 3-5. Espacio necesario para rodillas y pies

### 3.2.4.4. Determinación del peso de rollo de tela poliéster



Figura 3-6. Rollos de tela poliéster utilizada por “Grupo K&L”

Existe una gran variedad de pesos en los rollos de tela, el motivo es porque los rollos poseen diferente metraje. Por cuanto, el peso varía entre 15 a 25 kg.

Se elegirá para el estudio el peso mayor, este valor garantizará la resistencia de los perfiles a seleccionar más adelante y que deberán soportar su peso.

$$Peso_{\text{rollo de tela}} = Masa_{\text{rollo de tela poliéster}} * gravedad \quad (3-2)$$

$$Peso = 25 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$Peso = 245.25 \text{ N}$$

### 3.2.4.5. Estructura de mesa para corte

En primera instancia, para el diseño y construcción de la estructura de la mesa para corte se selecciona el perfil tubo estructural rectangular del catálogo DIPAC. Este perfil servirá para reforzar la base perimetral de la mesa.

Tabla 3-11. Tubo estructural rectangular [17]

DIMENSIONES			AREA		EJES X-X			EJES Y-Y		
A mm	B mm	ESPE- SOR mm	PESO Kg/m	AREA cm2	I cm4	W cm3	i cm	I cm4	W cm3	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	1,65
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

Luego se selecciona otro perfil estructural de menores dimensiones para reforzar el área de la mesa, además este perfil también será utilizado para soportar el peso total de las telas tendidas.

Tabla 3-12. Tubo estructural cuadrado [17]

DIMENSIONES			AREA		EJES X-Xe Y-Y	
A	ESPEJOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,45	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94

Posteriormente, se procede a utilizar software de elementos finitos ANSYS ACADEMICS para realizar un estudio estructural a la mesa de corte. Se debe saber que se poseerá una longitud de la mesa de 6m. Para el estudio se asume que se tenderán 3 rollos de telas con un peso de 25 kg c/u. Se obtiene un peso total distribuido de 75 kg  $\approx$  735,75 N a lo largo de la mesa, donde se observa que la estructura en la figura 3-8 posee 8 refuerzos horizontales los que soportarán un peso de 91,97 N c/u.

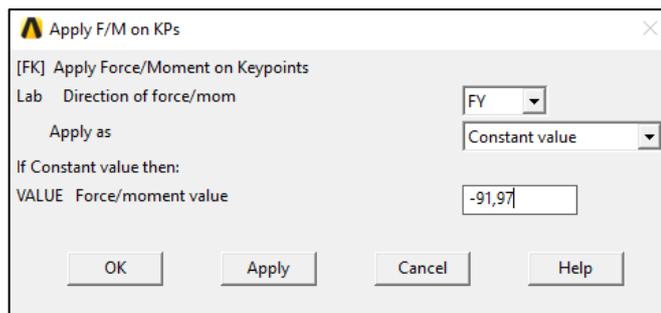


Figura 3-7. Aplicación de cargas

Después se asigna restricciones de desplazamiento en las columnas de la mesa.

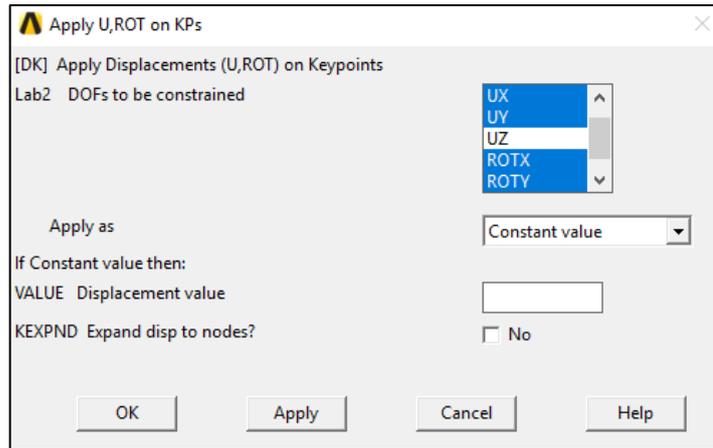


Figura 3-8. Restricciones de desplazamiento

Aplicando este peso distribuido y asignando las debidas restricciones en las columnas de la mesa se presenta la siguiente figura.

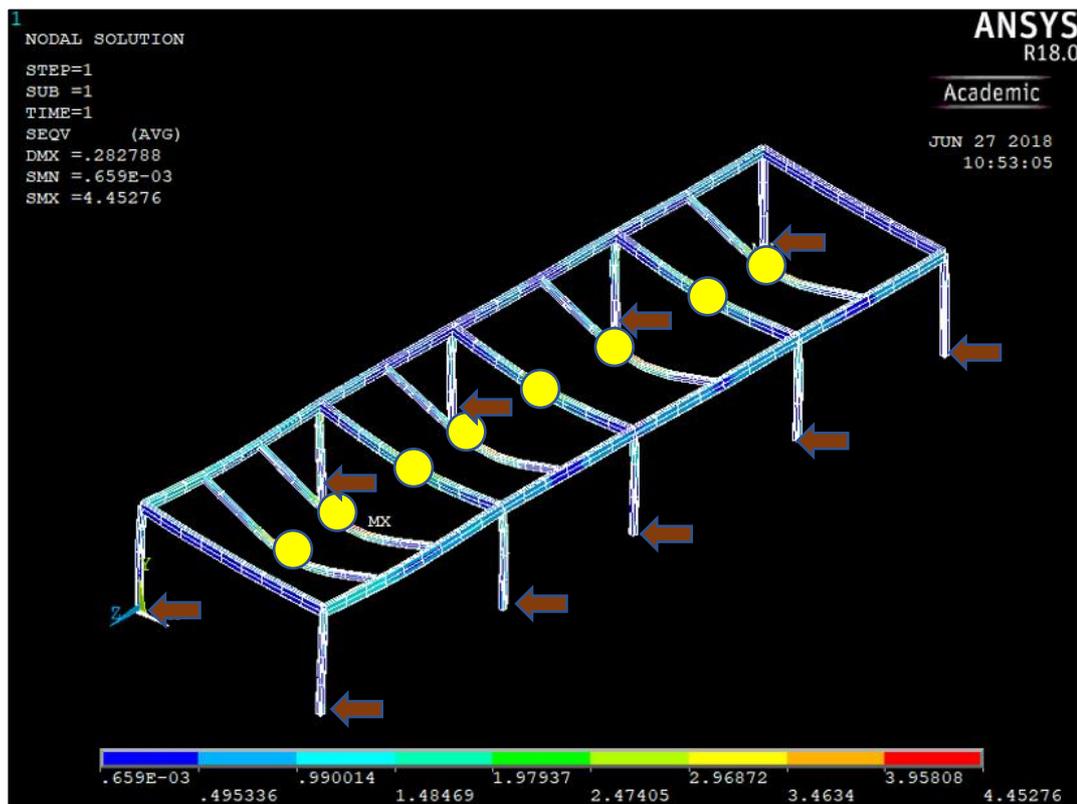


Figura 3-9 Análisis Teoría de Von Mises – Deformación Estructura mesa de corte

Tabla 3-13. Simbología de cargas en mesa de corte

	Aplicación de reacciones $R_{Ay}$ y $R_{By}$
	Aplicación de restricciones de desplazamiento

De acuerdo al análisis M.E.F. realizado a la estructura de la mesa de corte se produce un esfuerzo de Von Mises de  $\sigma' = 4,93368 \text{ MPa}$ .

### Factor de Seguridad

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (3-3)$$

$$n = \frac{250 \text{ MPa}}{4,45276 \text{ MPa}}$$

$$n = 56,15$$

El material no falla

Observando los resultados obtenidos se demuestra que el perfil seleccionado (Tubo cuadrado) de dimensiones 40x40x2 mm, resiste a las cargas aplicadas sobre la mesa para corte con un factor de seguridad alto, por ende, la selección es correcta. Además, por software se indica que la deflexión máxima en los tubos será de  $\delta_{m\acute{a}x} = 0,282788 \text{ mm}$ .

### 3.2.5. Diseño de carro móvil

#### 3.2.5.1. Selección eje estructural

##### 3.2.5.1.1. Determinación Fuerza manual

Para hallar la fuerza necesaria que se debe ejercer sobre la manivela se utilizará un dinamómetro, esta fuerza debe ser capaz de hacer girar el eje que contiene al rollo de tela, sabiendo que cada rollo de tela pesa aproximadamente 25 kg.



Figura 3-10. Fuerza aplicada sobre manivela

La fuerza manual aplicada a la manivela servirá para enrollar y desenrollar la tela desde su propio carrete de cartón, actividad para realizar el tendido de tela a lo largo de la mesa de corte.

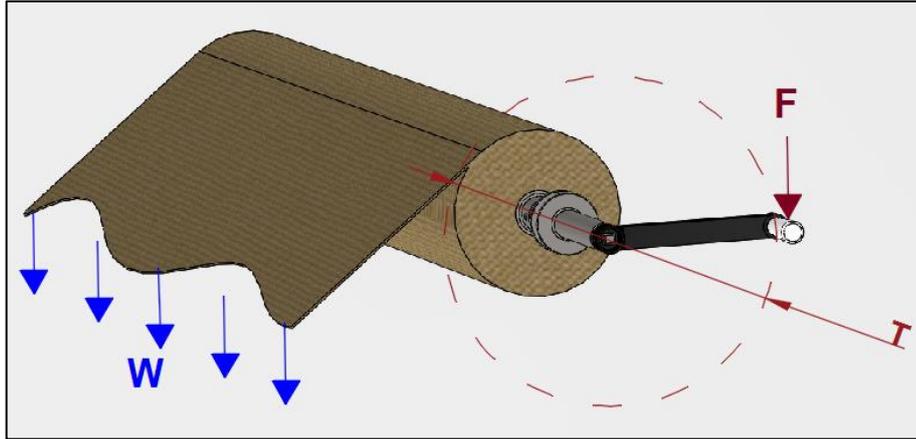


Figura 3-11. Esquema manivela – rollo de tela

Utilizando dinamómetro graduado en kilogramos fuerza representa un valor de:

$$F = 12 \text{ kgf}$$

$$F = 12 \text{ kgf} * \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kgf}}$$

$$F = 117,60 \text{ N}$$

### 3.2.5.1.2. Torque o Momento torsor

$$T = F * d \tag{3-4}$$

$$T = 117,60 \text{ [N]} * 0,15 \text{ m}$$

$$T = 17,64 \text{ N.m}$$

### 3.2.5.1.3. Peso distribuido de rollo de tela poliéster

Distribución de peso del rollo de carga puntual a carga distribuida a lo largo del carrete de cartón.

$$W_D = \frac{245,25 \text{ N}}{1,5 \text{ m}}$$

$$W_D = 163,50 \text{ N/m}$$

### Diagrama de Cuerpo Libre

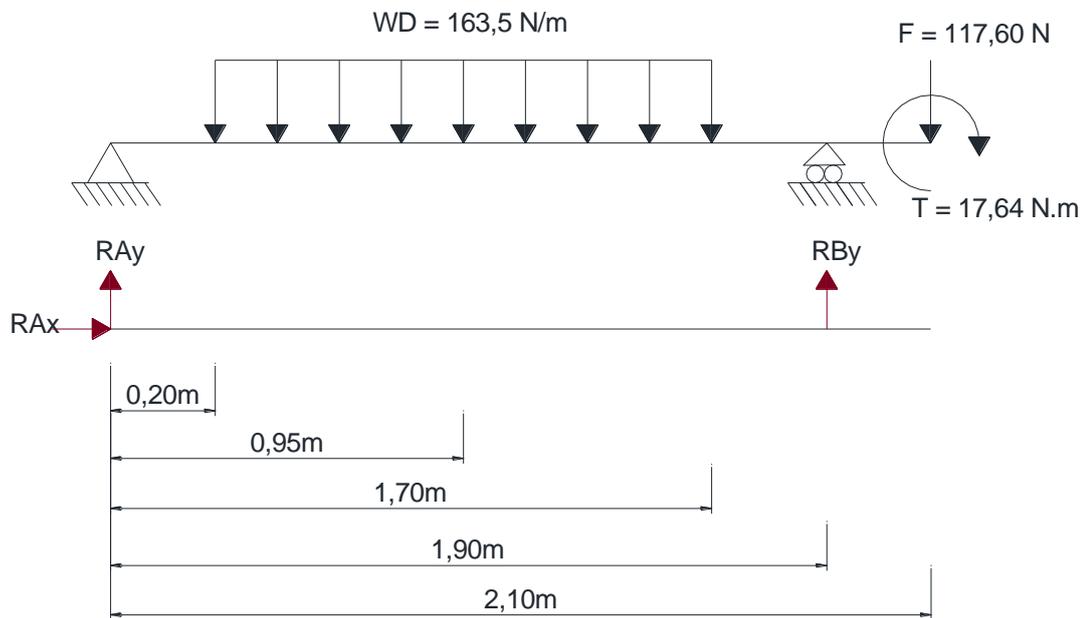


Figura 3-12. Diagrama de cuerpo libre del eje

### PUNTO A

$$+ \rightarrow \sum F_x = 0 \quad (3-5)$$

$$+ \uparrow \sum F_y = 0 \quad (3-6)$$

$$R_{Ay} + R_{By} - W - F = 0$$

$$R_{Ay} = 245,25 \text{ N} + 117,60 \text{ N} - 261,89 \text{ N}$$

$$RA_y = 100,96 N$$

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \quad (3-7)$$

$$RB_y(1,9) - W(0,95 m) - F(2,10 m) - T = 0$$

$$RB_y(1,9) - 245,25 N(0,95 m) - 117,60 N(2,10 m) - 17,64 N \cdot m = 0$$

$$RB_y = \frac{(497,59) N \cdot m}{1,9 m}$$

$$RB_y = 261,89 N$$

#### Diagrama de esfuerzo cortante (V)

$$V_{AI} = 0$$

$$V_{AD} = 0 + 100,96 N = 100,96 N$$

$$V_{WI} = 100,96 N - 245,25 N = -144,29 N$$

$$V_{WD} = -144,29 N + 261,89 N = 117,6 N$$

$$V_{BI} = 117,60 N - 0 = 117,60 N$$

$$V_{WI} = 117,60 N - 117,60 N = 0$$

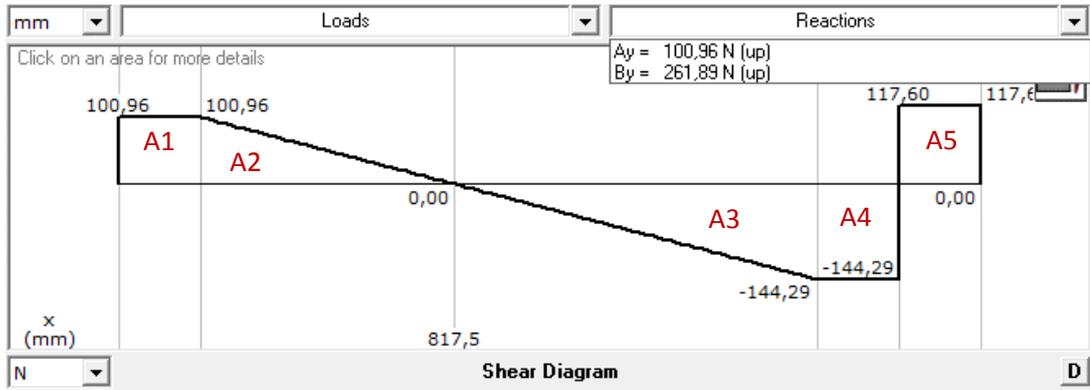


Figura 3-13. Diagrama de esfuerzo cortante

### Diagrama de momento flector (M)

$$A_1 = \frac{b * h}{2} = \frac{0,20 \text{ m} * (100,96 \text{ N})}{2} = 20,19 \text{ N.m}$$

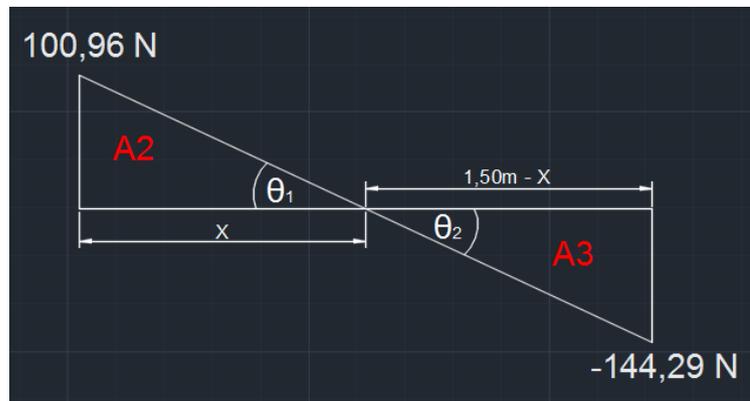


Figura 3-14. Leyes trigonométricas

Igualando:

$$\tan \theta_1 = \tan \theta_2 \quad (3-8)$$

$$\frac{100,96 \text{ N}}{x} = \frac{144,29 \text{ N}}{1,50 \text{ m} - x}$$

$$151,44 \text{ N.m} - (100,96 \text{ N}) * X = (144,29 \text{ N}) * X$$

$$x = \frac{151,44 \text{ N.m}}{245,25 \text{ N}}$$

$$X = 0,62 \text{ m}$$

$$A_2 = \frac{b * h}{2} = \frac{0,62 \text{ m} * (100,96 \text{ N})}{2} = 31,30 \text{ N.m}$$

$$A_3 = \frac{b * h}{2} = \frac{0,88 \text{ m} * (144,29 \text{ N})}{2} = 63,49 \text{ N.m}$$

$$A_4 = b * h = 0,20 \text{ m} * 144,29 \text{ N} = 28,86 \text{ N.m}$$

$$A_5 = b * h = 0,20 \text{ m} * 117,60 \text{ N} = 23,52 \text{ N.m}$$

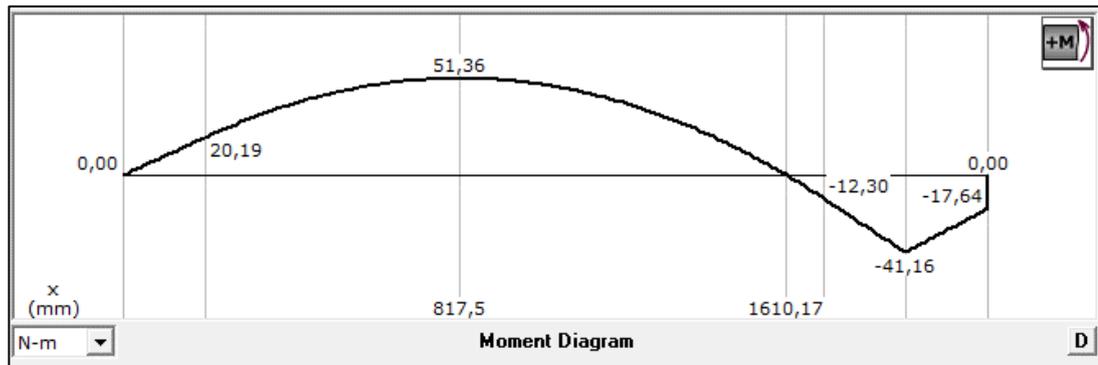


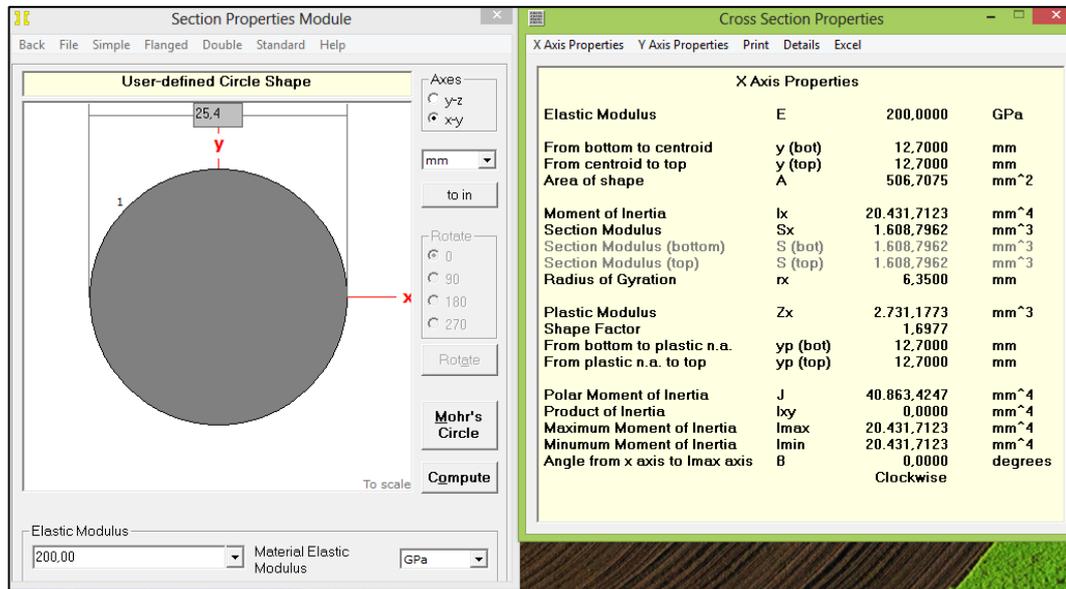
Figura 3-15. Diagrama de esfuerzo cortante

Tabla 3-14. Resultados de reacciones en eje

RESULTADOS	
ANALÍTICO	SOFTWARE
$RA_y = 100,96 \text{ N}$	$A_y = 100,96 \text{ N}$
$RB_y = 261,89 \text{ N}$	$B_y = 261,89 \text{ N}$
$M_{máx.} = 51,36 \text{ N.m}$	

Introducción de dimensión del diámetro seleccionado de eje de transmisión del catálogo DIPAC, en módulo de propiedades de sección del software para determinar propiedades de sección transversal.

Tabla 3-15. Propiedades de sección transversal (eje) - Software



### Esfuerzo Normal para eje en Flexión

$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{M}{S} \quad (3-9)$$

$$\varnothing = 1 \text{ plg} \approx 25,4 \text{ mm} \approx 0,0254$$

$$I_x = I_y$$

$$I_x = \frac{\pi * \varnothing^4}{64} \quad (3-10)$$

$$I_x = \frac{\pi * \phi^4}{64}$$

$$I_x = \frac{\pi * (0,0254 \text{ m})^4}{64}$$

$$I_x = 2,043 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$C_1 = \frac{\phi}{2} \quad (3-11)$$

$$C_1 = \frac{0,0254 \text{ m}}{2}$$

$$C_1 = 0,0127 \text{ m}$$

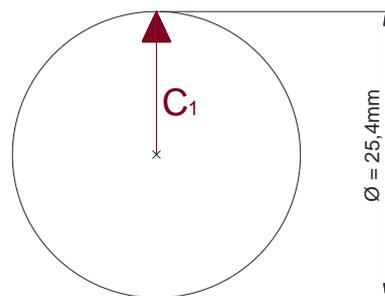


Figura 3-16. Constante torsional

Reemplazando datos en ecuación (3-20) se obtiene

$$\sigma_x = \frac{MC}{I} \quad (3-12)$$

$$\sigma_x = \frac{(51,36 \text{ N}\cdot\text{m})(0,0127 \text{ m})}{2,043 \times 10^{-8} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_x = 31927165,93 \text{ Pa}$$

$$\sigma_x = \mathbf{31,93 \text{ MPa}}$$

### **Esfuerzo Cortante de eje a Flexión**

$$V = 117,60 \text{ N}$$

$$A = \frac{\pi * \theta^2}{4} \quad (3-13)$$

$$A = \frac{\pi * (0,0254 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 5,07 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{4V}{3A} \quad (3-14)$$

$$\tau = \frac{4(117,60 \text{ N})}{3(5,07 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}$$

$$\tau = 309270,28 \text{ Pa}$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = \mathbf{0,31 \text{ MPa}}$$

### Esfuerzo Cortante del eje a Torsión

$$J = \frac{\pi * \theta^4}{32} \quad (3-15)$$

$$J = \frac{\pi * (0,0254 \text{ m})^4}{32}$$

$$J = 4,09 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{T * r}{J} \quad (3-16)$$

$$\tau = \frac{(17,64 \text{ N.m}) * (0,0127 \text{ m})}{4,09 \times 10^{-8} \text{ m}^4}$$

$$\tau = 5477457,21 \text{ Pa}$$

$$\tau_{\text{máx}} = 5,48 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{\text{flexión}} + \tau_{\text{torsión}} \quad (3-17)$$

$$\tau_{xy} = 0,31 \text{ MPa} + 5,48 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = 5,79 \text{ MPa}$$

Para comprobar resistencia de tubo cuadrado 50x50x3 mm se utiliza Teoría de Von Mises o Von Mises – Hencky.

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)} \quad (3-18)$$

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)}$$

$$\sigma' = \sqrt{(31,93 \text{ MPa})^2 + 3(5,79 \text{ MPa})^2}$$

$$\sigma' = 33,47 \text{ MPa}$$

### Factor de Seguridad

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (3-19)$$

$$n = \frac{250 \text{ Mpa}}{33,47 \text{ MPa}}$$

$$n = 7,469$$

El material no falla

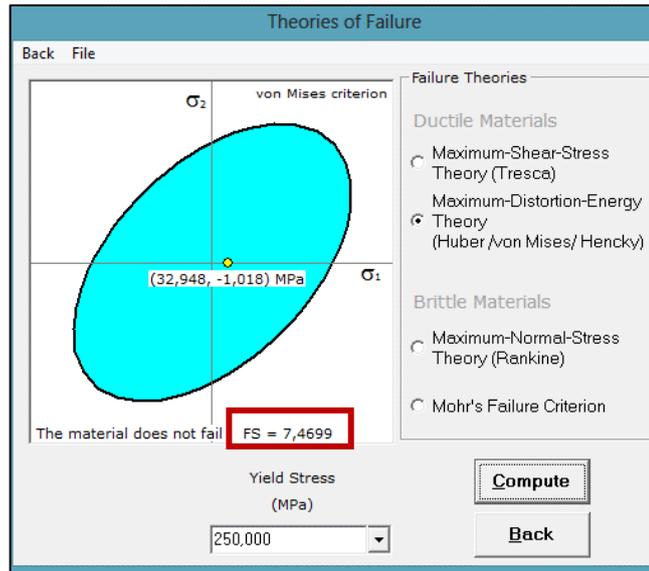


Figura 3-17. Teoría de falla de Von Mises y Factor de seguridad

### Esfuerzo permisible

$$\frac{L}{1200} \tag{3-20}$$

$$\sigma_{permisible} = \frac{1900 \text{ mm}}{1200}$$

$$\sigma_{permisible} = 1,58 \text{ mm}$$

Observando los resultados obtenidos se demuestra que el eje seleccionado de  $\emptyset = 1 \text{ plg}$ , resiste al peso del rollo de tela con un buen factor de seguridad, por ende, la selección es correcta.

### 3.2.5.2. Selección de rodamientos para eje de rollo de tela

Tomando en consideración que la fuerza de resistencia en el apoyo B es más crítico que en el apoyo A se utilizará  $RB_y = 261,89 N$ .

Se selecciona de catálogo OXEN, 4 rodachines o rulimanes iguales con sus respectivas bases metálicas que permiten la rotación del eje y fácil ensamblaje sobre la estructura del carro móvil respectivamente.

Tabla 3-16. Dimensiones de Rodachin [18]

CANAL V - 1 RULEMAN							
			Ruleman			Bulto Cerrado	Código N°
40mm	18mm	10 x 45	6201-RS	24mm	40kg,	30	22205
50mm	18mm	10 x 45	6201-RS	24mm	50kg,	30	22205
60mm	18mm	10 x 45	6201-RS	24mm	70kg,	30	22206
70mm	18mm	12 x 50	6202-RS	24mm	90kg,	25	22207
90mm	20mm	14 x 60	6203-RS	35mm	150kg,	20	22209
100mm	20mm	14 x 60	6203-RS	35mm	170kg,	20	22210
120mm	20mm	14 x 60	6203-RS	35mm	190kg,	10	22212



Figura 3-18. Rodachin con base metálica [18]

$$\text{Resistencia } ^c/\text{rodachin} = 40 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 392,40 \text{ N}$$

### Determinación de carga radial aplicada en cada rodachin

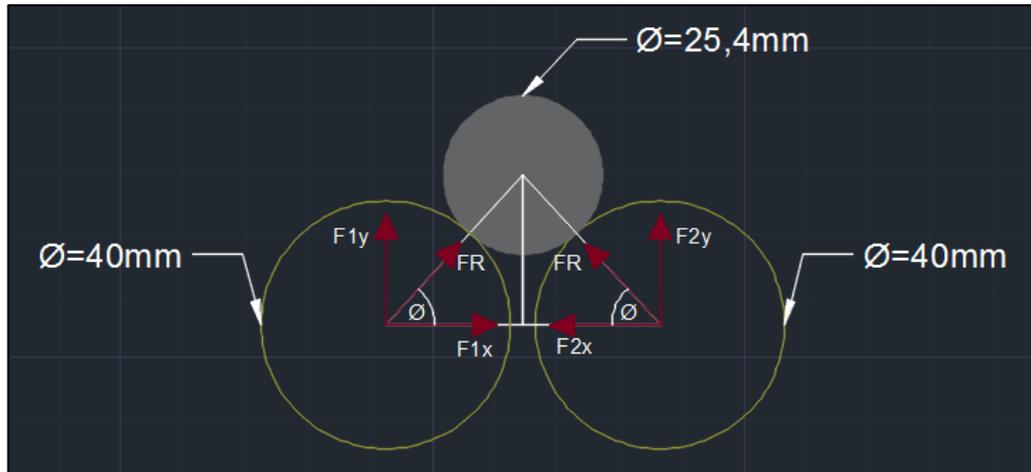


Figura 3-19. Ángulo de contacto entre eje de rollo y rodachines

$$\tan \phi = \frac{24,19 \text{ mm}}{22 \text{ mm}}$$

$$\phi = 47,72^\circ$$

### Apoyo B

$$F_{1y} = F_{2y} = \frac{261,89 \text{ N}}{2} = 130,95 \text{ N}$$

$$\tan \phi = \frac{F_{1y}}{F_{1x}} \quad (3-21)$$

$$F_{1x} = \frac{130,95 \text{ N}}{\tan 47,72^\circ}$$

$$F_{1x} = 119,07 \text{ N}$$

$$FR = \sqrt{(F1_x)^2 + (F1_y)^2} \quad (3-22)$$

$$FR = \sqrt{(119,07 N)^2 + (130,95 N)^2}$$

$$FR = 176,99 N$$

Como resultado se obtiene que en cada rodachin se produce una fuerza radial con un valor de  $FR = 176,99 N$ , por lo tanto:

$$\sum \text{Resistencias de rodachines} \geq \sum \text{Fuerzas radiales}$$

$$392,40 N + 392,40 N \geq 176,99 N + 176,99 N$$

$$784,8 N \geq 353,98 N$$

*Ok*

Se seleccionó el rodachin de  $\varnothing = 40 mm$ , porque es un elemento relativamente fácil de adquirir en el mercado ya con su base incluida, es decir, en caso de requerir cambiarla simplemente se encuentra empernada hacia la estructura del carro móvil, además de resistir las cargas radiales necesaria sin ningún problema.

### **3.2.5.3. Estructura de carro móvil**

Para el diseño y construcción de la estructura del carro móvil se utiliza tubo estructural cuadrado de dimensiones 40x40x2 mm anteriormente elegido en la selección de materiales para la mesa de corte del catálogo DIPAC.

A continuación, utilizando software de elementos finitos ANSYS ACADEMICS se realiza un estudio estructural al carro móvil aplicando restricciones de

desplazamiento en las siguientes direcciones como se muestra en la figura 3-20, sobre los 4 keypoints donde se ubicarán las garruchas fijas, asumiendo que se encuentran en estado estático para realizar el estudio.

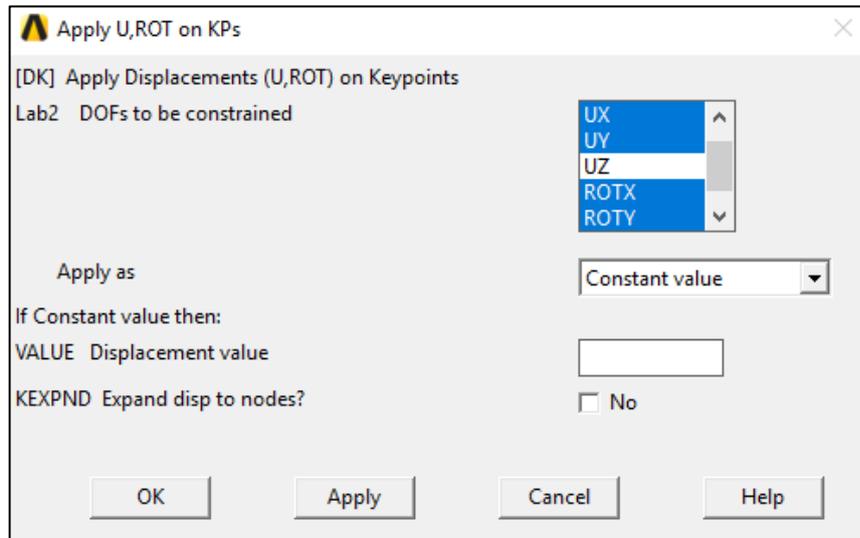


Figura 3-20. Restricciones de desplazamiento

Después en la figura se muestra cómo se aplicarán los valores de las reacciones halladas en el diagrama de esfuerzos cortantes del eje para el rollo de tela (ver figura 3-13), ubicándolos sobre los apoyos A y B de la estructura.

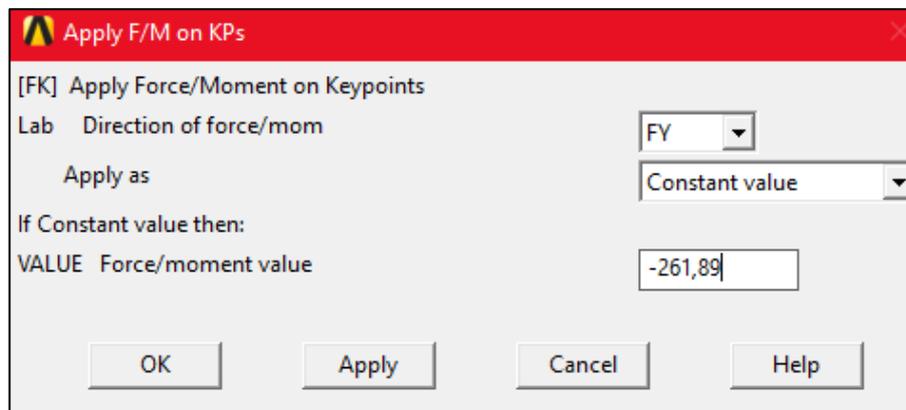


Figura 3-21. Aplicación de cargas sobre apoyos

Demostración de estudio estructural

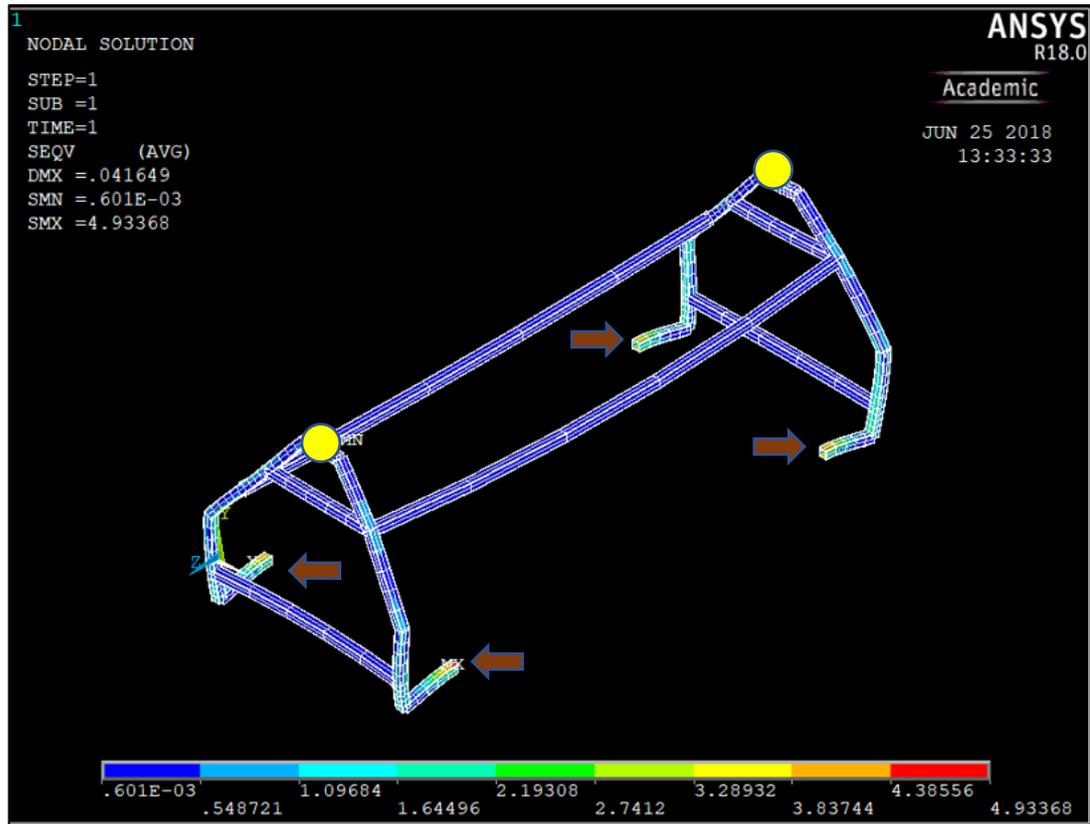


Figura 3-22. Análisis Teoría de Von Mises – Deformación Estructura carro móvil

Tabla 3-17. Simbología de cargas en carro móvil

	Aplicación de reacciones $RAy$ y $RBy$
	Aplicación de restricciones de desplazamiento

De acuerdo al análisis M.E.F. realizado a la estructura del carro móvil se produce un esfuerzo de Von Mises de  $\sigma' = 4,93368 \text{ MPa}$ .

## Factor de Seguridad

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (3-23)$$

$$n = \frac{250 \text{ Mpa}}{4,93368 \text{ MPa}}$$

$$n = 50,67$$

El material no falla

Observando los resultados obtenidos se demuestra que el perfil seleccionado (Tubo cuadrado) de dimensiones 40x40x2 mm, resiste a las cargas aplicadas sobre el carro móvil con un factor de seguridad alto, por ende, la selección es correcta. Además, por software se indica que la deflexión máxima en el tubo será de  $\delta_{m\acute{a}x} = 0,041649$  mm.

### 3.2.5.3.1. Determinación del peso de carro móvil

Mediante software de diseño mecánico se selecciona las partes que conforman el carro móvil y se determina las propiedades físicas, en donde se observa que la masa de estos elementos es de 57260,77 gr.

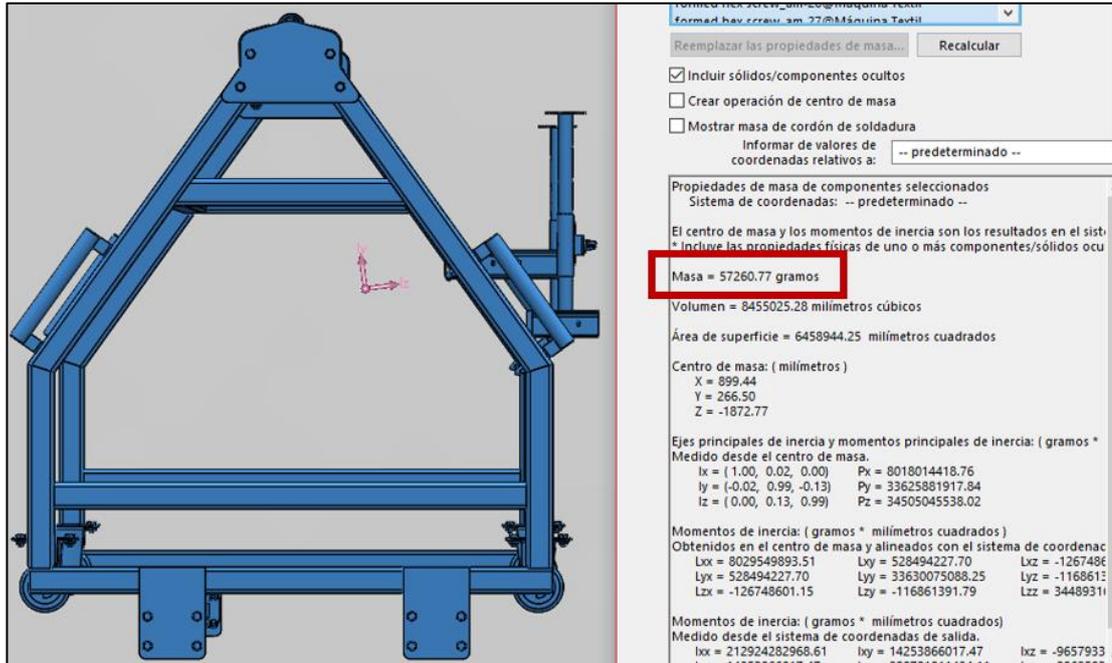


Figura 3-23. Propiedades físicas de ensamble de carro móvil

$$Peso_{\text{carro móvil}} = Masa_{\text{carro móvil}} * gravedad \quad (3-24)$$

$$Peso_{\text{carro móvil}} = 57,26 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$Peso_{\text{carro móvil}} = 561,72 \text{ N}$$

### 3.2.5.4. Selección de viga que soporta al carro móvil

Se desea seleccionar un perfil estructural que resista a las cargas puntuales generadas sobre las garruchas fijas en dicho perfil y que tiene la función de permitir el desplazamiento longitudinal de la mesa de corte donde se ubicará el carro móvil.

De la Figura 3-7, se selecciona la distancia  $D1 = 172 \text{ cm}$  entre soportes de la mesa siendo la más crítica donde el carro móvil producirá mayor deformación de la viga.

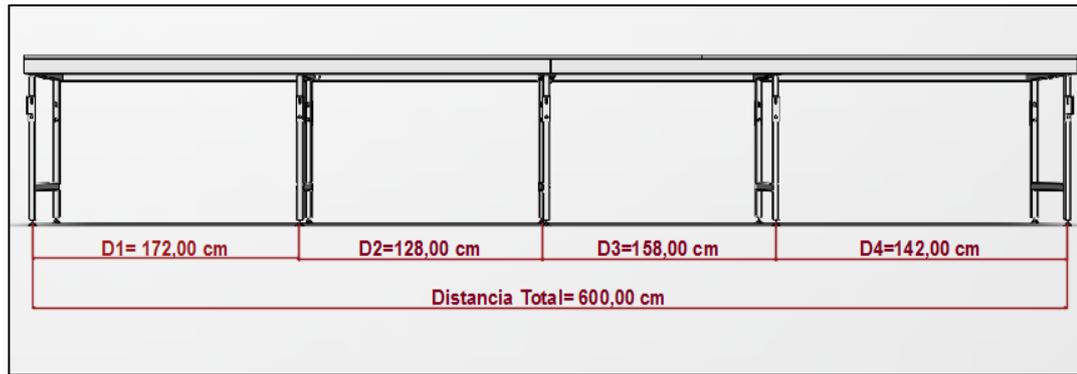


Figura 3-24. Distancias entre soportes de mesa de corte

### Determinación de peso total

$$Peso_{Total} = \sum Peso_{carro\ móvil} + Peso_{rollo\ de\ tela} \quad (3-25)$$

$$P_{Total} = \sum 561,72\ N + 245,25\ N$$

$$P_{Total} = 806,97\ N$$

El valor del peso total será distribuido a las cuatro garruchas fijas (sentido vertical) del carro móvil, subvalorados en **201,74 N**  $c/u$ .

Además, en la Figura 3-10 determina la distancia entre centros de garruchas fijas, las cuales ejercerán fuerzas de apoyo sobre un riel.

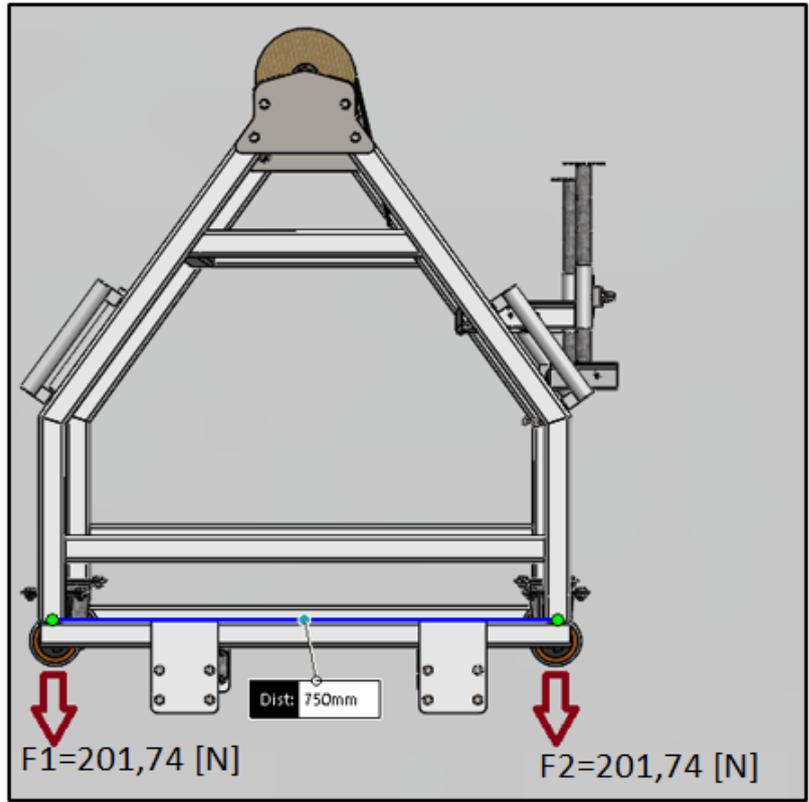


Figura 3-25. Distancias entre centros de garruchas fijas

**Diagrama de cuerpo libre de sección crítica máxima**

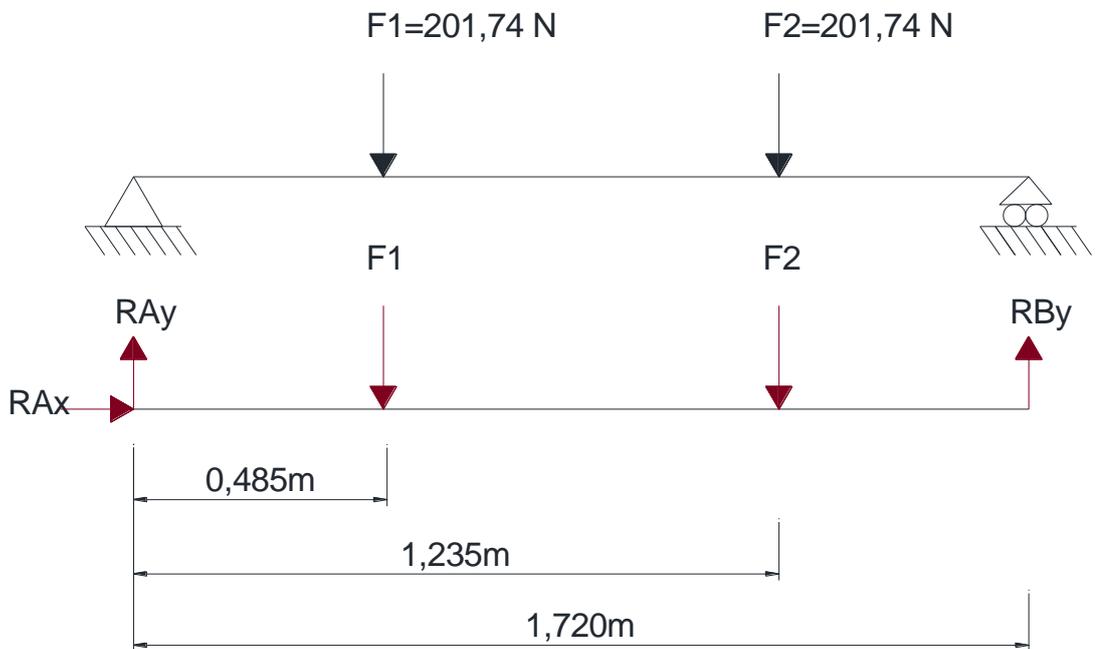


Figura 3-26. Diagrama de cuerpo libre de sección más crítica

## PUNTO A

$$+ \rightarrow \sum F_x = 0 \quad (3-26)$$

$$+ \uparrow \sum F_y = 0 \quad (3-27)$$

$$R_{A_y} + R_{B_y} - F_1 - F_2 = 0$$

$$R_{B_y} = F_1 + F_2 - R_{A_y}$$

$$\mathbf{R_{B_y} = 201,74 N}$$

$$+ \curvearrowright \sum M_A = 0 \quad (3-28)$$

$$R_{A_y}(1,72 \text{ m}) - F_1(0,485 \text{ m}) - F_2(1,235 \text{ m}) = 0$$

$$R_{A_y} = \frac{(346,99) \text{ N} * \text{ m}}{1,720 \text{ m}}$$

$$\mathbf{R_{A_y} = 201,74 N}$$

Utilizando software libre MD Solid se compara resultados de reacciones de manera analítica y mediante software. Además de representar diagrama de esfuerzo cortante y diagrama de momentos.

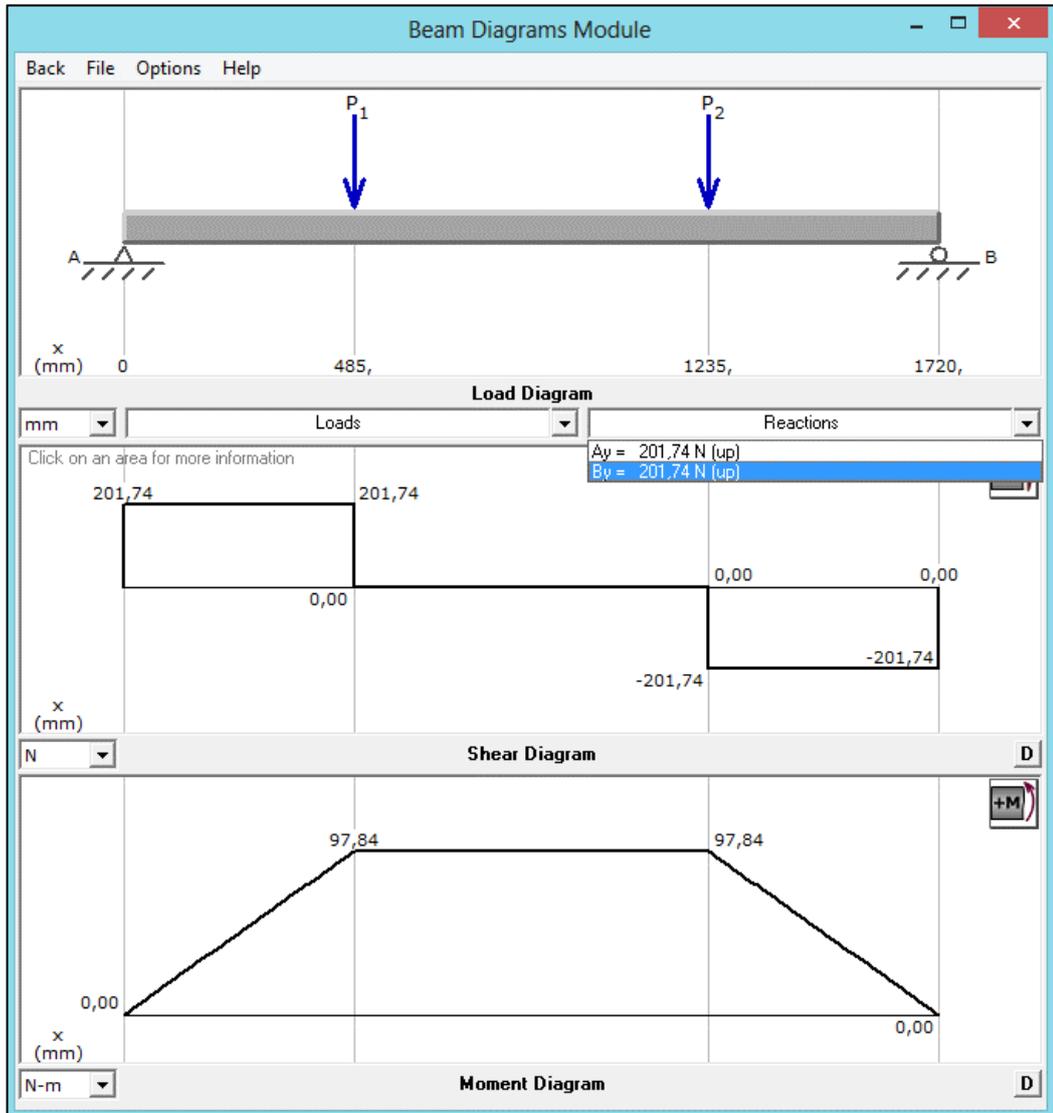


Figura 3-27. Diagrama cortante y Diagrama de momento flector

Tabla 3-18. Resultados de reacciones en viga

RESULTADO DE REACCIONES	
ANALÍTICO	SOFTWARE
$RA_y = 201,74 \text{ N}$	$A_y = 201,74 \text{ N}$
$RB_y = 201,74 \text{ N}$	$B_y = 201,74 \text{ N}$

### 3.2.5.4.1. Selección de perfil estructural (Riel)

Para la selección del perfil se utiliza catálogo DIPAC.

Primero, a criterio del diseñador se elige un tubo para este caso se seleccionó de dimensiones (50x50x3 mm).

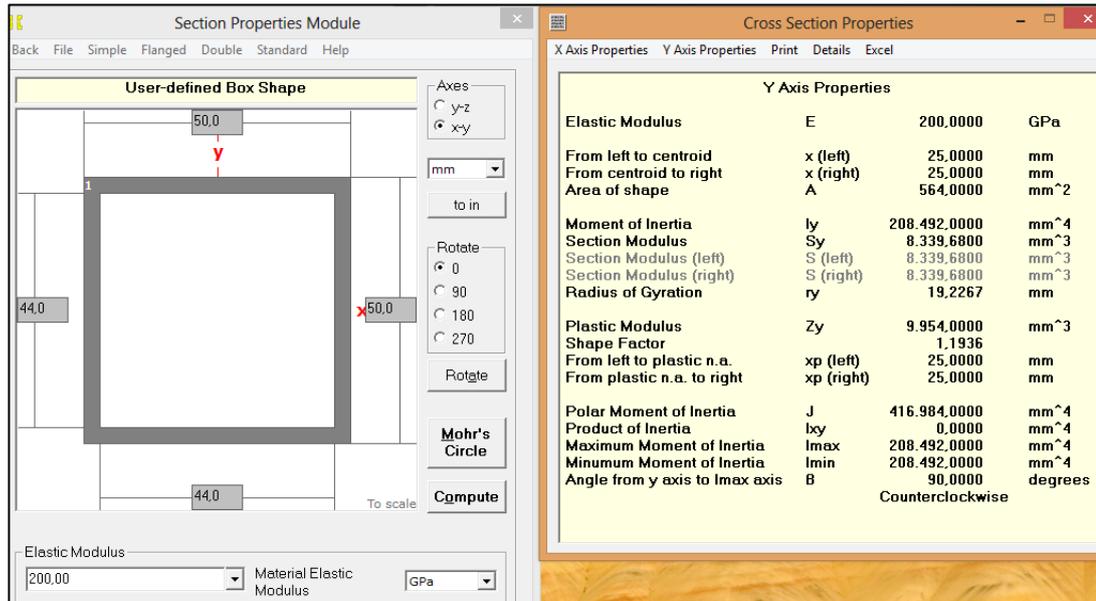
Segundo, se procede a la verificar si resiste o no a las cargas ejercidas por el carro móvil.

Tabla 3-19. Tubo estructural cuadrado [17]

DIMENSIONES		AREA		EJES X-X <sub>0</sub> Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39

Introducción de dimensiones del perfil seleccionado de catálogo DIPAC, en módulo de propiedades de sección del software para determinar propiedades de sección transversal.

Tabla 3-20. Propiedades de sección transversal (tubo) - Software



### Esfuerzo Normal para viga en Flexión

$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{M}{S} \quad (3-29)$$

$$\sigma_x = \frac{97,84 \text{ N.m}}{8,34 \times 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\sigma_x = 11,73 \text{ MPa}$$

### Esfuerzo Cortante para viga en Flexión

$$V = 201,74 \text{ N}$$

$$A = 564 \text{ mm}^2 \approx 5,64 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{3V}{2A} \quad (3-30)$$

$$\tau = \frac{3(201,74 N)}{2(5,64 \times 10^{-4} m^2)}$$

$$\tau = 536542,55 Pa$$

$$\tau_{xy} = 0,54 MPa$$

Para comprobar resistencia de tubo cuadrado 50x50x3 mm se utiliza Teoría de Von Mises o Von Mises – Hencky.

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)} \quad (3-31)$$

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)}$$

$$\sigma' = \sqrt{(11,73 MPa)^2 + 3(0,54 MPa)^2}$$

$$\sigma' = 11,76 MPa$$

Comprobación mediante ANSYS R18.0 Academic

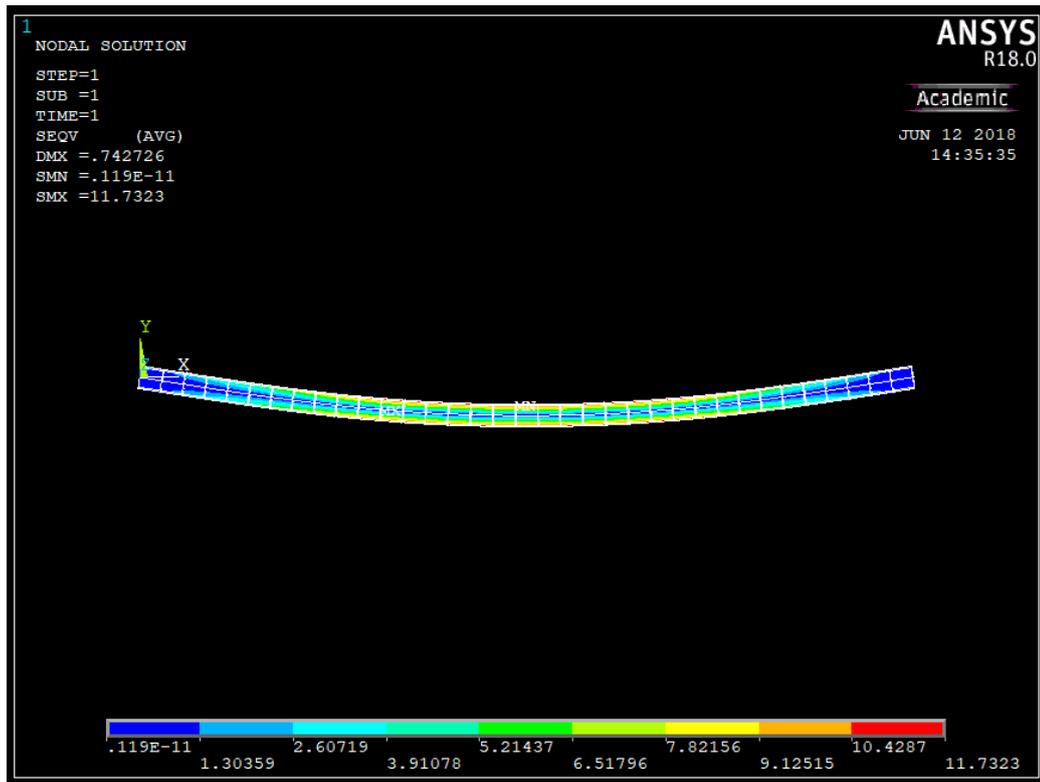


Figura 3-28. Análisis Teoría de Von Mises – Deformación Tubo Cuadrado

Tabla 3-21. Resultados Esfuerzo de Von Mises

RESULTADO ESFUERZO VON MISES	
ANALÍTICO	SOFTWARE
$\sigma' = 11,76 \text{ MPa}$	$\sigma' = 11,7323 \text{ MPa}$

## Factor de Seguridad

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (3-32)$$

$$n = \frac{250 \text{ Mpa}}{11,76 \text{ MPa}}$$

$$n = 21,26$$

El material no falla

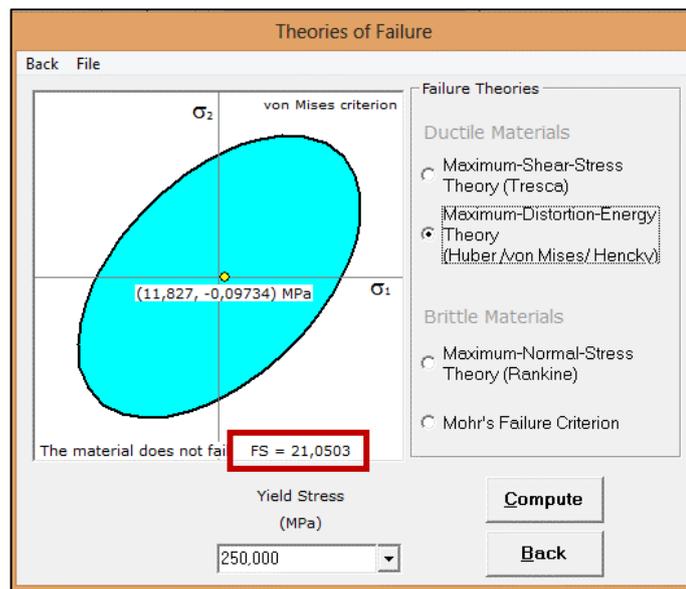


Figura 3-29. Teoría de falla de Von Mises y Factor de seguridad

## Esfuerzo permisible

$$\frac{L}{1200} \quad (3-33)$$

$$\sigma_{permisible} = \frac{1720 \text{ mm}}{1200}$$

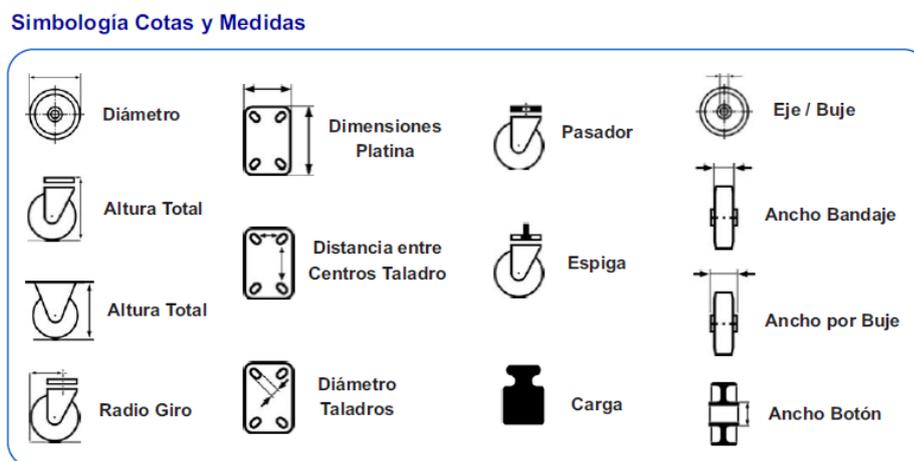
$$\sigma_{permisible} = 1,43 \text{ mm}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos se demuestra que el perfil seleccionado (Tubo cuadrado) de dimensiones 50x50x3 mm, resiste a las cargas aplicadas por el carro móvil con un factor de seguridad alto, por ende, la selección es correcta. Además, por software se indica que la deflexión máxima en el tubo será de  $\delta_{m\acute{a}x} = 0,742426 \text{ mm}$ , existiendo un gran margen en comparación con el esfuerzo permisible.

### 3.2.5.5. Selección de Garruchas (Ruedas)

Para el desplazamiento de la estructura del carro móvil en sentido longitudinal a la mesa se implementará ruedas. A continuación, la Tabla 3-22 presenta de manera pictográfica simbología de cotas y medidas de ruedas.

Tabla 3-22. Simbología cotas y Medidas [19]



Así también las tablas Tabla 3-23, Tabla 3-24 detallan siglas de composición de los diferentes materiales e interpretación descriptiva de rueda respectivamente.

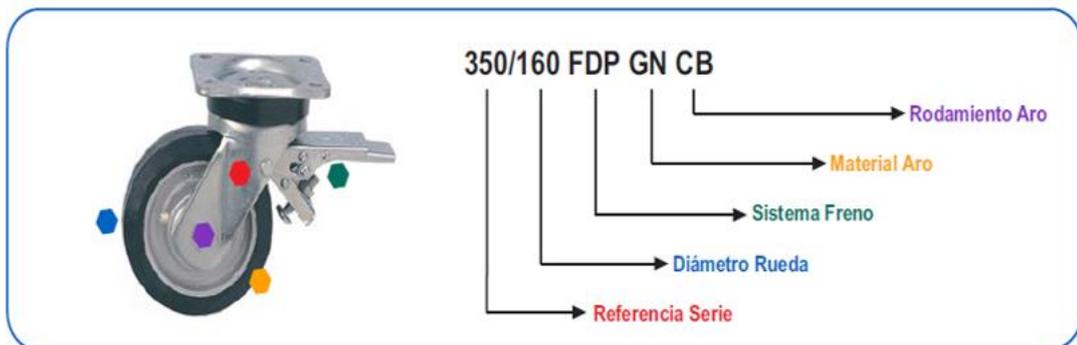
Tabla 3-23. Simbología cotas y Medidas [19]

### Claves y Siglas

GN - Goma Negra	PN - Polipropileno Negro	FDA - Freno Doble
GNK - Goma Negra	RB - Poliuretano Rojo	FDP - Freno Doble
GG - Goma Gris	RBN - Poliuretano Rojo	CR - Cojinete a Rodillos
GA - Goma Azul	POL R - Poliuretano Rojo	CB - Cojinete a Bolas
GB - Goma Blanca	POL A - Poliuretano Azul	ER - Espiga Roscada
NYL - Nylon (poliamida)	RF - Resina Fenólica	EH - Espiga Lisa Anilla
NYL N. - Nylon Negro	FV - Fibra de Vidrio	ETP - Espiga Taco Plástico
PBL - Polipropileno Blanco	FA - Freno Simple	MT - Manguito Extensible

Tabla 3-24. Descripción ruedas [19]

### Interpretación Descripción Rueda

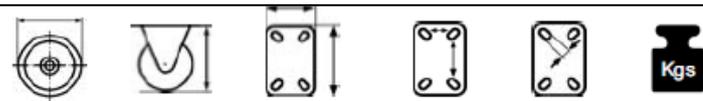


#### 3.2.5.5.1. Parámetros necesarios para la selección de ruedas

- Especificar tipo de suelo donde se desplazarán
- Capacidad de carga
- Tipo de soporte

Utilizando Catálogo AFO, de la sección *Ruedas Semi – Industriales para Pequeñas Cargas de 60 a 200 kg*, se seleccionó la rueda con las siguientes características:

- **Aro:** Bandaje de poliuretano, inyectado sobre núcleo de nylon (poliamida).
- **Soporte:** Fijo de acero estampado de 2 a 3 m/m. de espesor con platina base de sujeción horizontal.
- **Rodamiento:** Buje con taladro liso o CR cojinete a rodillos.



80X35	108	105X80	80X60	9	100
100X35	128	105X80	80X60	9	115
125X38	158	105X80	80X60	9	135
160X40	190	135X105	105X80	11	150

Figura 3-30. Dimensiones de garrucha fija con base metálica [19]

$$\sum \text{Peso carro móvil} + \text{Peso rollo de tela} \geq \sum \text{Resistencia 4 garuchas fijas}$$

$$82,26 \text{ kg} \geq 400 \text{ kg}$$

Ok

### 3.2.5.5.2. Determinación de presión de contacto y profundidad

Datos:

$$F = 201,74 \text{ N } ^c / \text{rueda}$$

➤ Tubo cuadrado (Acero estructural)

$$E_1 = 200 \text{ GPa}$$

$$\nu_1 = 0,30$$

$$b = 40 \text{ mm} = 0,040 \text{ m}$$

➤ Garrucha Fija (Poliuretano)

$$E_2 = 0,03 \text{ GPa}$$

$$\emptyset = 3 \text{ plg} = 76,2 \text{ mm}$$

$$r_2 = 38,1 \text{ mm} = 0,0381 \text{ m}$$

$$\nu_2 = 0,49$$

**Módulo de elasticidad equivalente**

$$E^* = \left( \frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2} \right)^{-1} \quad (3-34)$$

$$E^* = \left( \frac{1 - 0,30^2}{200 \text{ GPa}} + \frac{1 - 0,49^2}{0,03 \text{ GPa}} \right)^{-1}$$

$$E^* = 0,039 \text{ GPa}$$

### Ancho de la huella

$$W = 4 * \sqrt{\frac{F}{\pi * b} * \frac{R}{E^*}} \quad (3-35)$$

$$W = 4 * \sqrt{\frac{201,74 \text{ N}}{\pi * 0,040 \text{ m}} * \frac{0,0381 \text{ m}}{0,039 \times 10^9 \text{ Pa}}}$$

$$W = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

### Área

$$A = b * W \quad (3-36)$$

$$A = 0,040 \text{ m} * 0,035 \text{ m}$$

$$A = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

### Presión máxima

$$P_{C_{\text{máx}}} = \frac{4F}{\pi * W * b} \quad (3-37)$$

$$P_{C_{\text{máx}}} = \frac{4(201,74 \text{ N})}{\pi * 0,035 \text{ m} * 0,040 \text{ m}}$$

$$P_{C_{\text{máx}}} = 0,18 \text{ MPa}$$

### **Esfuerzo cortante máximo**

$$S_c = 0,304 * Pc_{m\acute{a}x} \quad (3-38)$$

$$S_c = 0,304 * 0,18 \text{ MPa}$$

$$S_c = 0,05 \text{ MPa}$$

### **Profundidad**

$$Z_r = 0,4 * W \quad (3-39)$$

$$Z_r = 0,4 * 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$Z_r = 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 2 \text{ mm}$$

Se demuestra que las garruchas seleccionadas pueden resistir la carga aplicada sobre ellas. Además, de producirse una leve profundidad de 2 mm, es decir, que se encuentra sometidas a un bajo desgaste.

#### **3.2.5.6. Diseño de rodillos**

Según catálogo ULMA, la correcta selección del diámetro del eje y rodamiento, a su vez también el diámetro del tubo que se encuentra en contacto con la tela poliéster, son los componentes clave para un óptimo funcionamiento de los rodillos. [20]

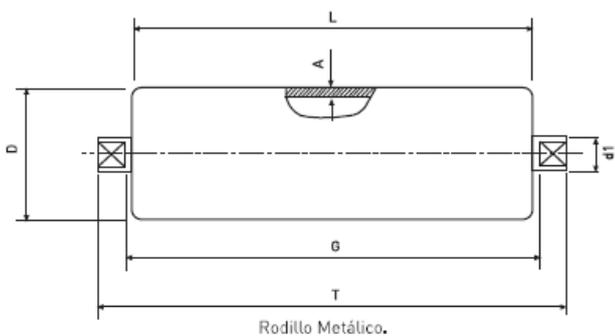
Especificaciones necesarias que deben presentar los rodillos:

- Diámetro = 1,5 mm

- Espesor = 1,5 mm
- Longitud = 2100 mm

Para la fabricación de los rodillos se utilizará el mismo principio con el que son fabricados los rodillos ULMA. Al ser un fabricante de rodillos para trabajos pesados en la Tabla 3-25, se observa que el diámetro del eje más pequeño comercializado es de 63,5 mm, que el diámetro del tubo y su espesor para la longitud necesaria en este caso son de 14,8 mm y 9,9 mm respectivamente, concluyendo que estos valores son demasiado grandes. Es por ello, que para los rodillos de la máquina tendedora de telas se seleccionará un tubo de menor espesor minorando así característicamente el precio de adquisición y peso innecesario.

Tabla 3-25. Rodillos metálicos [20]

ULMA		RODILLO METÁLICO RM																																																																																																																																																																																							
RODILLOS																																																																																																																																																																																									
 <p>Rodillo Metálico.</p>																																																																																																																																																																																									
<b>Gama de Producto</b>																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodamiento</th> <th colspan="10">(D) Diámetro de tubo (mm)</th> <th colspan="6">(A) Espesores tubo (mm)</th> </tr> <tr> <th>D/A</th> <th>63.5/3</th> <th>70/3</th> <th>76/3</th> <th>89/3</th> <th>102/3.5</th> <th>108/3.5</th> <th>114/3.6</th> <th>127/4</th> <th>133/4</th> <th>152/4</th> <th>159/4.5</th> <th>165/4.5</th> <th>178/5</th> <th>193/6.3</th> <th>219/8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6204</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6205</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6305</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6306</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6307</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6308</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6310</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6312</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>																	Rodamiento	(D) Diámetro de tubo (mm)										(A) Espesores tubo (mm)						D/A	63.5/3	70/3	76/3	89/3	102/3.5	108/3.5	114/3.6	127/4	133/4	152/4	159/4.5	165/4.5	178/5	193/6.3	219/8	6204																	6205																	6305																	6306																	6307																	6308																	6310																	6312																
Rodamiento	(D) Diámetro de tubo (mm)										(A) Espesores tubo (mm)																																																																																																																																																																														
	D/A	63.5/3	70/3	76/3	89/3	102/3.5	108/3.5	114/3.6	127/4	133/4	152/4	159/4.5	165/4.5	178/5	193/6.3	219/8																																																																																																																																																																									
6204																																																																																																																																																																																									
6205																																																																																																																																																																																									
6305																																																																																																																																																																																									
6306																																																																																																																																																																																									
6307																																																																																																																																																																																									
6308																																																																																																																																																																																									
6310																																																																																																																																																																																									
6312																																																																																																																																																																																									
<b>Pesos rodillos</b>																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">D</th> <th rowspan="2">g1(mm)</th> <th colspan="15">Longitud del rodillo L (mm)</th> </tr> <tr> <th>200</th> <th>250</th> <th>315</th> <th>380</th> <th>465</th> <th>530</th> <th>600</th> <th>670</th> <th>750</th> <th>950</th> <th>1150</th> <th>1400</th> <th>1600</th> <th>1800</th> <th>2000</th> <th>2200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">63</td> <td>20</td> <td>2/1,3</td> <td>2,4/1,6</td> <td>2,9/1,9</td> <td>3,4/2,2</td> <td>4,1/2,7</td> <td>4,6/3</td> <td>5,2/3,5</td> <td>5,7/3,8</td> <td>6,4/4,3</td> <td>8/5,3</td> <td>9,6/6,4</td> <td>11,6/7,7</td> <td>13,2/8,8</td> <td>14,8/9,9</td> <td>16,4/10,9</td> <td>18/12</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>2,4/1,8</td> <td>2,9/2,2</td> <td>3,4/2,6</td> <td>4,2/3</td> <td>4,8/3,6</td> <td>5,4/4,1</td> <td>6/4,5</td> <td>6,6/5</td> <td>7,8/5,7</td> <td>9,7/7,0</td> <td>11,2/8,2</td> <td>14/10,2</td> <td>16,1/11,27</td> <td>18/13,1</td> <td>20/14,5</td> <td>21,9/15,9</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">89</td> <td>25</td> <td>3,1/2,2</td> <td>3,6/2,5</td> <td>4,3/3,1</td> <td>5/3,4</td> <td>5,9/4</td> <td>6,6/4,4</td> <td>7,4/5,0</td> <td>8,3/5,6</td> <td>9,2/6,2</td> <td>11,4/7,6</td> <td>13,6/9,0</td> <td>16,4/10,8</td> <td>18,6/12,2</td> <td>20,8/13,6</td> <td>23/15</td> <td>25,2/16,4</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>																	D	g1(mm)	Longitud del rodillo L (mm)															200	250	315	380	465	530	600	670	750	950	1150	1400	1600	1800	2000	2200	63	20	2/1,3	2,4/1,6	2,9/1,9	3,4/2,2	4,1/2,7	4,6/3	5,2/3,5	5,7/3,8	6,4/4,3	8/5,3	9,6/6,4	11,6/7,7	13,2/8,8	14,8/9,9	16,4/10,9	18/12	20	2,4/1,8	2,9/2,2	3,4/2,6	4,2/3	4,8/3,6	5,4/4,1	6/4,5	6,6/5	7,8/5,7	9,7/7,0	11,2/8,2	14/10,2	16,1/11,27	18/13,1	20/14,5	21,9/15,9	89	25	3,1/2,2	3,6/2,5	4,3/3,1	5/3,4	5,9/4	6,6/4,4	7,4/5,0	8,3/5,6	9,2/6,2	11,4/7,6	13,6/9,0	16,4/10,8	18,6/12,2	20,8/13,6	23/15	25,2/16,4																																																																																			
D	g1(mm)	Longitud del rodillo L (mm)																																																																																																																																																																																							
		200	250	315	380	465	530	600	670	750	950	1150	1400	1600	1800	2000	2200																																																																																																																																																																								
63	20	2/1,3	2,4/1,6	2,9/1,9	3,4/2,2	4,1/2,7	4,6/3	5,2/3,5	5,7/3,8	6,4/4,3	8/5,3	9,6/6,4	11,6/7,7	13,2/8,8	14,8/9,9	16,4/10,9	18/12																																																																																																																																																																								
	20	2,4/1,8	2,9/2,2	3,4/2,6	4,2/3	4,8/3,6	5,4/4,1	6/4,5	6,6/5	7,8/5,7	9,7/7,0	11,2/8,2	14/10,2	16,1/11,27	18/13,1	20/14,5	21,9/15,9																																																																																																																																																																								
89	25	3,1/2,2	3,6/2,5	4,3/3,1	5/3,4	5,9/4	6,6/4,4	7,4/5,0	8,3/5,6	9,2/6,2	11,4/7,6	13,6/9,0	16,4/10,8	18,6/12,2	20,8/13,6	23/15	25,2/16,4																																																																																																																																																																								

### 3.2.5.6.1. Selección de tubo redondo

Utilizando catálogo DIPAC, se selecciona tubo redondo de acero galvanizado  $\emptyset = 1,5 \text{ plg}$  y de espesor  $e = 1,5 \text{ mm}$ .

Tabla 3-26. Tubo estructural Redondo [17]

DIAMETRO pulgadas	ESPESOR mm	PESO kg/m	AREA cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	i cm
7 / 8 "	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1 "	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	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	2.64

Para la sujeción entre el tubo redondo y el rodamiento se insertará un acople de similares características a los acoples por ULMA, en la siguiente Figura 3-31 se describe cómo será el sistema de acoplamiento de estos tres elementos.



Figura 3-31. Acople de rodamientos [20]

### 3.2.5.6.2. Selección de rodamiento

Normalmente, para la selección de rodamientos inicialmente se basa en la capacidad de carga, en relación con las cargas que tendrá que soportar, y según las exigencias de duración y fiabilidad. Pero para este caso las cargas que deberán

soportar los rodamientos son despreciables, debido a que estos trabajan como guías y permiten el paso de la tela entre dos rodillos generando de esta manera un mínimo rozamiento, y templando la tela de forma que durante el desplazamiento del carro móvil no se produzca arrugas de tela sobre la mesa.

Para la selección, se basará en las siguientes dimensiones de acuerdo a los diámetros de eje y acople.

- Diámetro interior del acople  $\varnothing = 19 \text{ mm}$
- Diámetro exterior del eje  $\varnothing = 6 \text{ mm}$

Utilizando catálogo SKF, se selecciona un rodamiento rígido de una hilera de bolas que son los más utilizados por su muy bajo mantenimiento, es decir, son engrasados de por vida.

Tabla 3-27. Rodamiento rígido de una hilera de bolas [21]

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades	Velocidad	Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	Velocidad de referencia	limite		
mm			kN		kN	rpm		kg	–
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130 000	80 000	0,0015	623
4	9	2,5	0,54	0,18	0,007	140 000	85 000	0,0007	618/4
	11	4	0,715	0,232	0,010	130 000	80 000	0,0017	619/4
	12	4	0,806	0,28	0,012	120 000	75 000	0,0021	604
	13	5	0,936	0,29	0,012	110 000	67 000	0,0031	624
	16	5	1,11	0,38	0,016	95 000	60 000	0,0054	634
5	11	3	0,637	0,255	0,011	120 000	75 000	0,0012	618/5
	13	4	0,884	0,34	0,014	110 000	67 000	0,0025	619/5
	16	5	1,14	0,38	0,016	95 000	60 000	0,0050	*625
	19	6	2,34	0,95	0,04	80 000	50 000	0,0090	*635
6	13	3,5	0,884	0,345	0,015	110 000	67 000	0,0020	618/6
	15	5	1,24	0,475	0,02	100 000	63 000	0,0030	619/6
	19	6	2,34	0,95	0,04	80 000	50 000	0,0084	*626
7	14	3,5	0,956	0,4	0,017	100 000	63 000	0,0022	618/7
	17	5	1,48	0,56	0,024	90 000	56 000	0,0049	619/7
	19	6	2,34	0,95	0,04	85 000	53 000	0,0075	*607
	22	7	3,45	1,37	0,057	70 000	45 000	0,013	*627

### 3.2.6. Determinación del costo de soldadura

#### 3.2.6.1.1. Especificaciones Técnicas de la soldadora

- Proceso de soldadura:

SMAW (Soldadura de Electrodo Revestido)

➤ Soldadora:

Lincoln AC-225 GLM

➤ Electrodo:

E-6011

$\varnothing = 1/8" \approx 3,20 \text{ mm}$

*Tabla 3-28. Especificaciones Técnicas de la soldadora [22]*

<b>Entrada de Poder (Voltaje/Fase/Frecuencia)</b> 115 / 230 / 1 / 60 110 / 220 / 1 / 50	<b>Rango de Salida</b> CA: 35-225A
<b>Corriente de entrada a rango de salida</b> 55A 60A	<b>Voltaje Máximo Circuito Abierto</b> CA: 79V
<b>Salida Nominal</b> 140A / 25,6V / 18% - 60 Hz      140A / 25,6V / 12% - 50 Hz 225A / 29V / 18% - 60 Hz      225A / 29V / 12% - 50 Hz	<b>Peso / Dimensiones (Alto x Ancho x Largo)</b> 42 Kg (92.59 Lb) 470 x 350 x 280 mm (18,50 x 13,77 x 11,02 in)

Para la determinación del costo de soldadura se utilizará catálogo INDURA.

Previamente se realiza la medición de los pequeños tramos de soldadura y se la expresa en metros lineales (m.l.) para determinar el costo total de la soldadura.

➤ Metros lineales del cordón de soldadura = 19,20 m.l.

### 3.2.6.1.2. Determinación costo electrodo

$$\text{Costo Electrodo} \frac{(\$)}{\text{m.l.}} = \frac{Pmd \left(\frac{\text{kg}}{\text{m.l.}}\right) * \text{Valor depositado} \left(\frac{\$}{\text{kg}}\right)}{\text{Eficiencia deposición \%}} \quad (3-40)$$

El peso de metal depositado es la cantidad de metal de aporte necesario para completar una unión soldada. Relación para determinar peso metal depositado.

$Pmd = \text{Área seccional} \times \text{longitud} \times \text{densidad aporte.}$

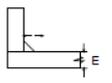
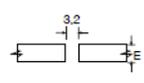
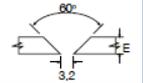
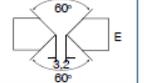
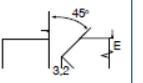
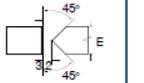
Unión de soldadura						
Espesor (E) mm	METAL DEPOSITADO (kg/ml) (acero)					
3.2	0,045	0,098				
6,4	0,177	0,190	0,380		0,358	
9,5	0,396		0,638		0,605	
12,5	0,708		1,168		1,066	
16	1,103		1,731		1,707	1,089
19	1,592		2,380	1,049	2,130	1,449
25	2,839		3,987	2,578	3,554	2,322
32				3,768		3,380
37,5				5,193		4,648
51				8,680		7,736
63,5				13,674		11,617
76				18,432		16,253

Figura 3-32. Peso metal depositado [23]

$$Pmd = 0,045 \frac{\text{kg}}{\text{m.l.}}$$

La eficiencia de deposición es la Relación entre el metal efectivamente depositado y la cantidad en peso de electrodos requeridos para efectuar ese depósito.

Tabla 3-29. Eficiencia de deposición [23]

Proceso	Eficiencia deposición (%)
Electrodo manual	60-70
MIG sólido	90
MIG tubular c/protección	83
MIG tubular s/protección	79
TIG	95
Arco sumergido	98

Soldador hábil = 70%

$$\text{Costo Electrodo} \frac{(\$)}{\text{m.l.}} = \frac{0,045 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m.l.}}\right) * 3,20 \left(\frac{\$}{\text{kg}}\right)}{0,70 \%}$$

$$\text{Costo Electrodo} \frac{(\$)}{\text{m.l.}} = 0,205 \frac{\$}{\text{m.l}}$$

$$\text{Costo Electrodo} = 0,205 \frac{\$}{\text{m.l}} * 19,20 \text{ m.l.}$$

$$\text{Costo Electrodo} = \$3,94$$

### 3.2.6.1.3. Costo de mano de obra y Gastos generales

$$\text{Costo M.O. y G.G.} \frac{(\$)}{\text{m.l.}} = \frac{Pmd \left(\frac{\text{kg}}{\text{m.l.}}\right) * \text{Valor M.O. y G.G.} \left(\frac{\$}{\text{hr}}\right)}{\text{Velocidad de deposición} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hr}}\right) * \text{Factor de operación}(\%)} \quad (3-41)$$

La velocidad de deposición es la cantidad de material de aporte depositado en una unidad de tiempo.

➤ Rango de salida: 35 A – 225 A

Promedio = 130 Amp.

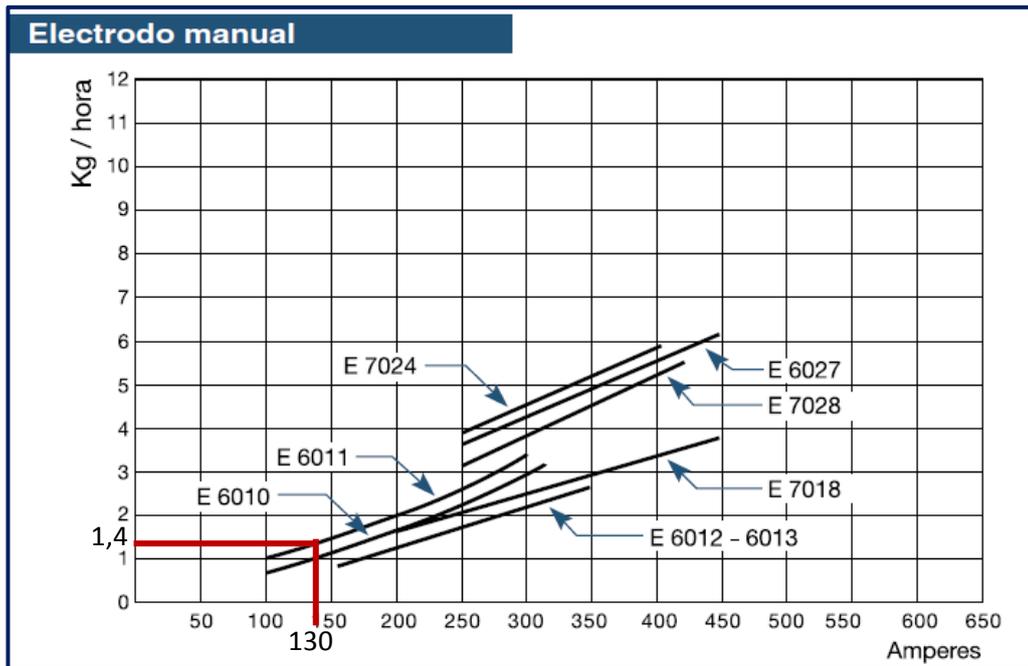


Figura 3-33. Electrodo manual [23]

### Valor mano de obra

- Sueldo soldador = \$500,00
- Décimo tercero:  $\frac{\$500}{12 \text{ meses}} = \$41,67$
- Décimo cuarto:  $\frac{\$386}{12 \text{ meses}} = \$32,17$
- Vacaciones:  $\frac{\$500}{24 \text{ meses}} = \$20,83$
- IESS: Aporte empleador 11,15% = \$55,75

$$\Sigma Total = \$650,42 / mes$$

$$M.O. = \frac{\$650,42}{mes} * \frac{1 \text{ mes}}{160 \text{ hr. laborales}}$$

$$M.O. = \$4,07 / hr$$

$$Gastos G. = \$2,00 / hr$$

Proceso	Factor de Operación (%)
Electrodo manual	5- 30
MIG sólido	10- 60
MIG tubular	10- 60
TIG	5- 20
Arco sumergido	50-100

Figura 3-34. Electrodo manual [23]

$$\text{Factor de operación} = \frac{30 + 5}{2} = 17,5\% \text{ (Promedio)}$$

$$\text{Costo M.O.Y G.G.} \frac{(\$)}{m.l.} = \frac{0,045 \left( \frac{kg}{m.l.} \right) * (4,07 + 2) \left( \frac{\$/hr}{m.l.} \right)}{1,4(0,175)}$$

$$\text{Costo M.O.Y G.G.} \frac{(\$)}{m.l.} = 1,12 \frac{(\$)}{m.l.}$$

$$\text{Costo M.O.Y G.G.} = 1,12 \frac{(\$)}{m.l.} * 19,20 m.l$$

$$\text{Costo M.O.Y G.G.} = \$21,50$$

#### 3.2.6.1.4. Costo Eléctrico

Según INDURA, para los procesos de soldadura por fusión se considera aproximadamente un valor de 4 KW.hr/kg el consumo de energía eléctrica.

$$\text{Peso depositado} = Pmd * \text{longitud lineal soldadura}$$

$$\text{Peso depositado} = 0,045 \left( \frac{kg}{m.l.} \right) * 19,2 m.l. = 0,864 kg$$

$$\text{Consumo Eléctrico} = \frac{4 \text{ KW} \cdot \text{hr}}{\text{kg}} * 0,864 \text{ kg} = 3,46 \text{ KW} \cdot \text{hr}$$

$$\text{Consumo Eléctrico} = 3,46 \text{ KW} \cdot \text{hr} * \frac{\$0,12}{1 \text{ KW} \cdot \text{hr}}$$

$$\text{Costo Eléctrico} = \$0,42$$

Tabla 3-30. Costo de soldadura

1	Costo Electrodo	\$3,94
2	Costo M.O. y G.G.	\$21,50
3	Costo Eléctrico	\$0,42
<b>TOTAL</b>		<b>\$25,86</b>

### 3.2.7. Pintura

Las estructuras metálicas se encuentran expuestas a la corrosión, que no es más que una reacción química de la unión del metal con el oxígeno, originando el deterioro prematuro de elementos mecánicos. Para prevenir este problema se utiliza catálogo de las pinturas Cónдор donde recomienda que en primer lugar se debe administrar un fondo para posterior untar la pintura.

En la figura se observa las propiedades que presentar UNI-PRIMER utilizado como fondo en la estructura metálica de toda la máquina tendedora de telas.

**LÍNEA METALMECANICA / Fondos Promotor de Adherencia y Anticorrosivos.**



**UNI-PRIMER**

Promotor de adherencia diseñado para adherirse a cualquier tipo de superficies metálicas (ferrosas y no ferrosas). Producto caracterizado por su facilidad de aplicación, rápido secamiento.

**Propiedades:**

- Buen cubrimiento
- Buena nivelación
- Óptima adherencia y compatibilidad

**N° de manos:** 1 mano

**Secamiento:** Para repinte de 20 a 30 min

**Rendimiento:** 1 litro rinde de 12 a 13 m<sup>2</sup> (0.5mils)

**Dilución:** 2 litros Thinner 100SM + 4 litros del producto

Puede aplicarlo con:



*Figura 3-35. Uni-Primer [24]*

Una vez administrado el fondo se utiliza pintura acrílica para recubrimientos en metales, para la máquina se aplicará de color blanco para una buena apreciación estética.

**LÍNEA METALMECANICA / Esmaltes y Acabados**

**TAN**

Son recubrimientos protectores y decorativos utilizados para superficies metálicas ferrosas y no ferrosas, madera y mampostería en general para ambientes interiores y exteriores.

**Usos:** sobre todo tipo de mampostería, madera y metal.

**N° de manos:** 2 manos

**Secamiento:** de 6 a 8 horas (brillante)  
de 3 a 4 horas (mate)

**Rendimiento:** 1 litro. rinde 8 m<sup>2</sup> (1.5 mils brillante)  
1 litro rinde 9 m<sup>2</sup> (1.5 mils mate)

**Dilución:** 1 litro Thinner 100SM + 4 litros de Esmalte Tan (brillante)  
1 litro Thinner 100SM + 2 litros de Esmalte Tan (mate)



**CONDOR Mix**

Puede aplicarlo con:



*Figura 3-36. Pintura [24]*

### 3.3. PRESUPUESTO

#### 3.3.1. Recursos Materiales

A estos recursos se adicionará el impuesto sobre el valor agregado (IVA), que para el Ecuador es del 12%.

*Tabla 3-31. Costo de materiales*

CANTIDAD (UNIDAD)		DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO TOTAL
9,88	kg	Eje de acero de transmisión Frío	\$ 1,64	\$ 16,20
1	U	Manivela	\$ 8,00	\$ 8,00
4	u	Tubo galvanizado redondo $\varnothing= 1\ 1/2''$ x 1,5mm	\$ 9,50	\$ 38,00
2	u	Tubo redondo de aluminio $\varnothing= 1''$ x 1,5mm	\$ 9,50	\$ 19,00
2	u	Tubo estructural cuadrado acero galvanizado (50x50x3) mm	\$ 19,63	\$ 39,26
4	u	Tubo estructural rectangular negro (80x40x2) mm	\$ 20,15	\$ 80,60
9	u	Tubo estructural cuadrado negro (40x40x2) mm	\$ 14,03	\$ 126,27
2	u	Ángulo (40mm x 3mm)	\$ 10,15	\$ 20,30
22	u	Perno RF 7/16" x 2 1/2"	\$ 0,42	\$ 9,24
2	u	Perno RF 7/16" x 1"	\$ 0,19	\$ 0,38
24	u	Tuerca RF 7/16"	\$ 0,07	\$ 1,68
24	u	Rodela plana 7/16" UN	\$ 0,05	\$ 1,20
10	u	Niveladores de patas doble anillo	\$ 0,60	\$ 6,00
2	u	Seguros color plata	\$ 1,25	\$ 2,50
2	u	Manijas color plata	\$ 3,60	\$ 7,20

Tabla 3-32. Continuación Costo de materiales

3	u	MDF Melamínico Blanco Soft 15 mm 2140x2500	\$ 36,17	\$ 108,51
20	u	Tapacanto Duro Blanco 22x1,5 mm	\$ 0,55	\$ 11,00
2	lb	Guaípe	\$ 1,25	\$ 2,50
3	u	Lijas	\$ 0,50	\$ 1,50
2	u	Disco de corte $\phi = 4 \frac{1}{2}$ "	\$ 1,80	\$ 3,60
1	u	Disco de corte $\phi = 7$ "	\$ 4,50	\$ 4,50
3	litro	Thinner	\$ 1,25	\$ 3,75
2	kg	Electrodo E6011 $\phi = 1/8$ "	\$ 3,20	\$ 6,40
1	u	Platina laminada al frío e=2 mm	\$ 15,00	\$ 15,00
8	u	Tuerca siega	\$ 0,05	\$ 0,40
8	u	Tornillo 1/4" x 2,5"	\$ 0,08	\$ 0,64
4	u	Tornillo tipo mariposa	\$ 0,15	\$ 0,60
32	u	Tuerca M8	\$ 0,10	\$ 3,20
32	u	Perno M8 x 15 mm	\$ 0,15	\$ 4,80
4	u	Garruchas Fijas $\phi = 3$ in	\$ 2,90	\$ 11,60
4	u	Garruchas Fijas $\phi=2,5$ in	\$ 2,50	\$ 10,00
8	u	Rodamiento SKF *626	\$ 3,85	\$ 30,80
4	u	Rodachin con base metálica $\phi=40$ mm	\$ 3,75	\$ 15,00
			<i>SUB TOTAL</i>	\$ 609,63
			<i>I.V.A. (12%)</i>	\$ 73,16
			<b>TOTAL #1</b>	<b>\$ 682,79</b>

### 3.3.2. Transporte de materiales

Tabla 3-33. Costo de Transporte de materiales

<b>DETALLE DE TRANSPORTE (MATERIA PRIMA)</b>	<b>COSTO</b>
Tubegal - Taller Industrial	\$ 10,00
Soluciones - Taller Industrial	\$ 5,00
DIPAC - Taller Industrial	\$ 5,00
El Obrero - Taller Industrial	\$ 3,00
DIPAC - Taller Industrial	\$ 6,00
Movilización máquina Taller Industrial - Taller de confección	\$ 10,00
<b>TOTAL #2</b>	<b>\$ 39,00</b>

### 3.3.3. Costo Mano de Obra

#### 3.3.3.1. Costo Mano de Obra Directa

Tabla 3-34. Costo de mano de obra directa

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
Servicio de Corte MDF	\$ 1,00
Servicio pegado de Tapacanto	\$ 6,80
Operario	\$ 500,00
Soldadura	\$ 25,86
Torno	\$ 49,00
Pintura	\$ 25,14
<b>TOTAL #3</b>	<b>\$ 607,80</b>

#### 3.3.3.2. Costo Mano de Obra Indirecta

Tabla 3-35. Costo de mano de obra indirecta

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
Diseño Mecánico	\$ 20,00
Elaboración de planos	\$ 40,00
Internet	\$ 25,00
Energía eléctrica	\$ 20,00
<b>TOTAL #4</b>	<b>\$ 105,00</b>

### 3.3.4. Gastos Varios

Tabla 3-36. Costo de gastos varios

<b>RECURSOS (EXTRAS)</b>	<b>COSTO</b>
Alimentación	\$ 30,00
Impresiones	\$ 50,00
<b>TOTAL #5</b>	<b>\$ 80,00</b>

### 3.3.5. Costo Total del Proyecto

Tabla 3-37. Costo total del proyecto

<b>DESCRIPCIÓN DE GASTOS SUBTOTALES</b>		<b>COSTO</b>
TOTAL #1	Recursos Materiales	\$ 580,04
TOTAL #2	Transporte de materiales	\$ 39,00
TOTAL #3	Costo Mano de Obra Directa	\$ 607,80
TOTAL #4	Costo Mano de Obra Indirecta	\$ 105,00
TOTAL #5	Gastos Varios	\$ 80,00
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>		<b>\$ 1.411,84</b>

## 3.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Concluido el diseño y construcción de la máquina tendedora de telas, en la figura x se muestran las dos partes que conforman la máquina.

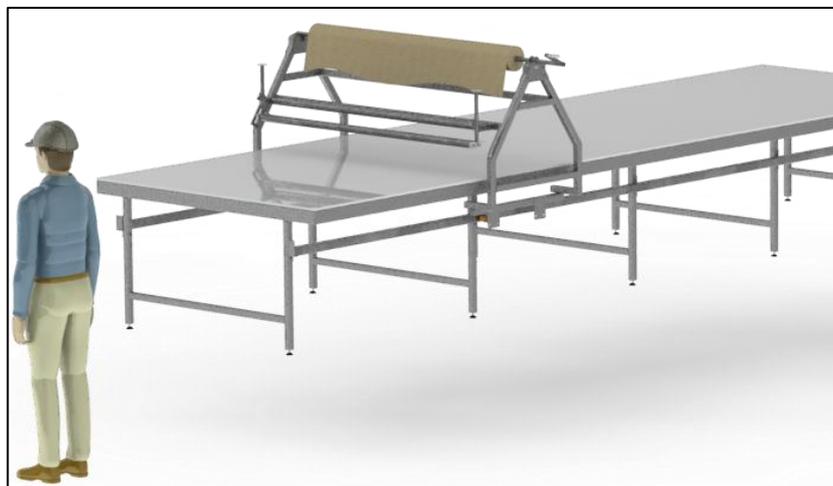
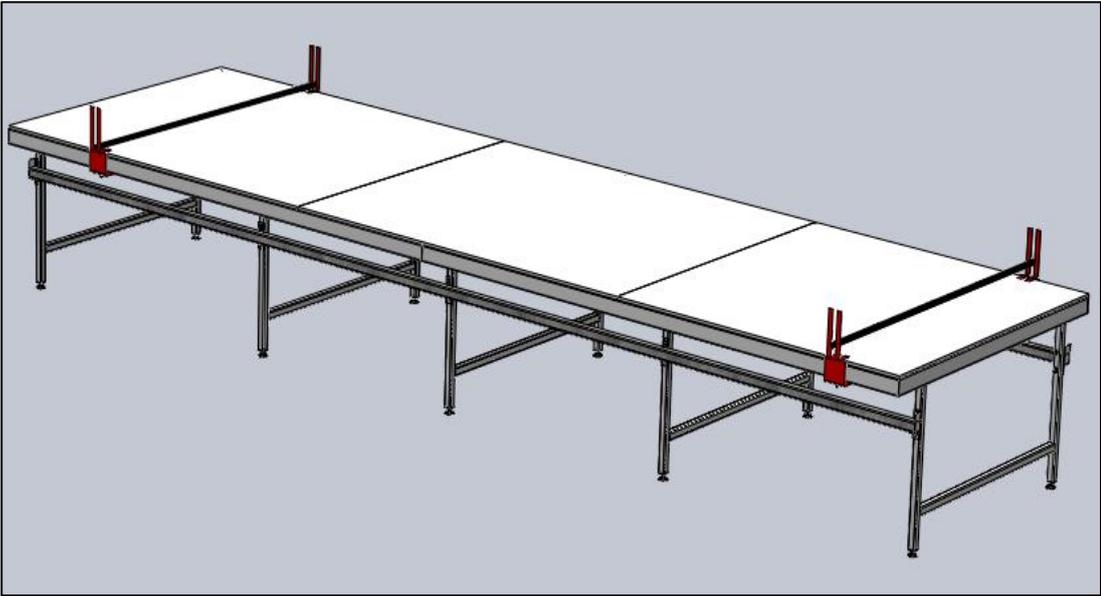


Figura 3-37. Máquina tendedora de telas

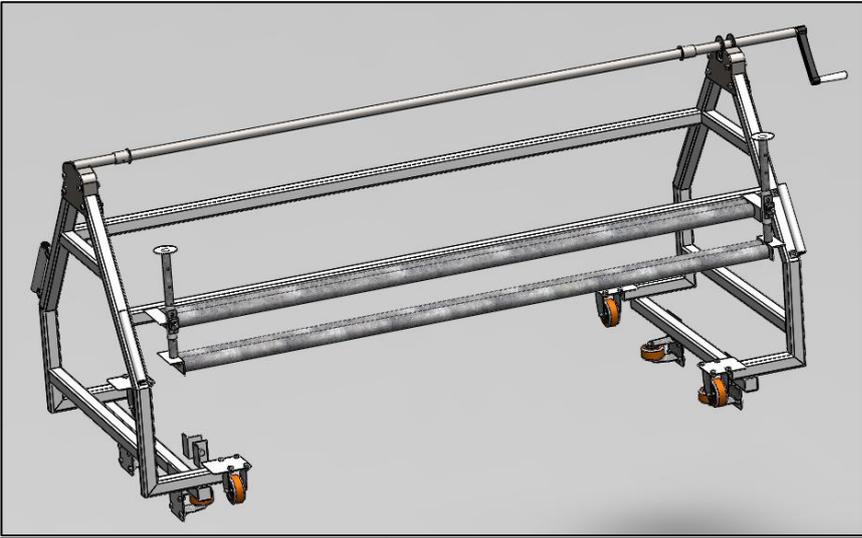
### 3.4.1. Ficha técnica de mesa de corte

Tabla 3-38. Ficha técnica - Mesa de corte

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>					
<b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>					
<b>FICHA DE:</b>		<b>MÁQUINA</b> X		<b>EQUIPO</b>	
<b>TALLER TEXTIL</b>					
					
<b>MÁQUINA:</b> Mesa de corte			<b>CÓDIGO:</b> M.01		
					
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>					
<b>LONGITUD:</b>		6m		<b>ENSAMBLAJE:</b>	
<b>ANCHO:</b>		1.75m		2 mesas (3m c/u)	
<b>SUJECIÓN DE TELA:</b>		Prensas regulables		<b>ALTURA:</b>	
<b>PESO MESA FRONTAL:</b> 80kg		<b>PESO MESA POSTERIOR:</b> 83kg		85 (5±cm)	
<b>ESTRUCTURA:</b>		Metálica ASTM A-36 y Planchas MDF e=1,5mm			
<b>FUNCIÓN:</b> Sirve para tender, trazar y cortar la tela poliéster.					

### 3.4.2. Ficha técnica de carro móvil

Tabla 3-39. Ficha técnica – Carro móvil

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE:</b>	<b>MÁQUINA</b> X <b>EQUIPO</b>		
<b>TALLER TEXTIL</b>			
			
<b>MÁQUINA:</b> Carro móvil	<b>CÓDIGO:</b> C.01		
			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>			
<b>LONGITUD:</b>	0,79m	<b>ENSAMBLAJE:</b>	Carro móvil Eje para rollo
<b>ANCHO:</b>	1.93m	<b>ALTURA:</b>	0,90m
<b>ALTURA NIVELACIÓN DE RODILLOS:</b>	25cm regulables (5 cm cada nivel)		
<b>PESO ESTRUCTURA:</b> 50kg	<b>PESO EJE:</b> 8kg		
<b>ESTRUCTURA:</b>	Metálica ASTM A-36		
<b>DESPLAZAMIENTO:</b>	4garruchas sobre paredes horizontales del tubo cuadrado 4garruchas sobre paredes verticales del tubo cuadrado		
<b>FUNCIÓN:</b> Sirve para tender la tela poliéster sobre mesa de corte.			

### 3.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para realizar el tendido de telas se debe seguir los siguientes pasos.

*Tabla 3-40. Pasos para tendido de tela*

1. Introducir el eje dentro de carrete del rollo de tela.



2. Colocar el eje sobre los apoyos A y B de la estructura, luego se procede a ajustar los prisioneros para evitar que el rollo se desplace en sentido axial al eje.



3. Pasar la tela poliéster por la mitad de los rodillos templadores.



4. Desde la primera capa de tela se debe prensar los extremos de la mesa con los tubos de aluminio, y continuar sucesivamente tendiendo varias capas sobre la mesa de corte.



5. Alinear los bordes de la tela si es necesario evitando arrugas.



6. Volver al paso 1 cada vez que se desee tender otro rollo de tela.

Durante las pruebas de funcionamiento se utilizó algunos rollos de tela de diferentes colores tomando en consideración los siguientes aspectos como se muestra en la siguiente tabla.

Se debe acotar que 10min aproximadamente toma colocar las prensas de cuerdo a la longitud que se desee ocupar de la mesa y colocar el eje dentro del carrete de cartón y posteriormente colocarlo en los apoyos.

*Tabla 3-41. Pruebas de funcionamiento*

<b>ROLLO (color)</b>	<b>Longitud (metro)</b>	<b>No. de capas (#)</b>	<b>Tiempo (min)</b>
<i>Prueba #1 Negro</i>	49	11	10
<i>Prueba #2 Café</i>	60	13	12
<i>Prueba #3 Azul</i>	30	7	6
<i>Prueba #4 Rosa</i>	35	8	7
<b><i>Promedios</i></b>	<b>43,5</b>	<b>9,25</b>	<b>8,75</b>

Para el tendido se utilizó una longitud de 4,75 m de extremo a extremo de la mesa, para cada una de las capas, esta uniformidad se evidencia con junta utilización de las prensas y los tubos de aluminio.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

- Se logró el diseño y construcción de una máquina tendedora de telas para la microempresa textil “GRUPO K&L”, en base a los parámetros de diseño solicitados por la misma.
- De acuerdo a las diversas alternativas y en base a los criterios de diseño planteados: costo, facilidad de construcción, facilidad de ensamblaje, peso y mantenimiento, se determinó que la opción más idónea sea una máquina por el método manual. Considerando que el capital de inversión de las microempresas no es muy elevado como para un sistema automático.
- Anteriormente, el tiempo empleado para el proceso de tendido de telas se lo realizaba en 50 min ahora se emplea 18 min obteniendo una reducción del 64% de tiempo. Además, dos personas ubicadas a cada extremo debían colocarse para hacer el giro de una nueva capa, ahora con las prensas lo realiza el tendido una sola persona.
- Según análisis M.E.F. el esfuerzo de Von Mises producido en la estructura del carro móvil es de  $\sigma' = 4,93368 \text{ MPa}$ , y de apenas una deformación de  $\delta_{\text{máx}} = 0,041649 \text{ mm}$  en el tubo cuadrado, garantizando la estabilidad del carro sobre el tubo.
- Según análisis M.E.F. para próximas construcciones es posible utilizar tubo cuadrado para la estructura del carro móvil con dimensión de 30x30x2 mm para

reducir costos de fabricación, demostrando que la deformación no variaría considerablemente y asegurando de igual forma un factor de seguridad alto.

➤ El costo de la máquina tendedora fue de \$1.411,84 dólares, inversión aceptable. Comercialmente esta máquina con similares características se encuentra en \$2.500 dólares, si comparamos ambos costos, el ahorro fue del 56,47%.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

➤ Es aconsejable que dos personas coloquen el eje dentro del carrete de rollo de tela debido al leve apriete que existe entre las dos partes. Luego, considerando el peso del ensamble procedan a ubicarlo sobre los rodachines para posteriormente una sola persona realizar el tendido.

➤ Revisar el desgaste de elementos mecánicos como rodillos, rodamientos, rodachines, garruchas, etc., si es notable el deterioro se deberán reemplazar estas partes. Una vez realizado el cambio se deberá asegurar de que todos los elementos se encuentren correctamente alineados para evitar un prematuro desgaste.

➤ En el proceso de tendido es recomendable que el rollo de tela poliéster tenga una caída con el sentido de cara arriba la tela porque de esta manera no se originan demasiadas arrugas de tela sobre la mesa de corte en comparación cuando tiene una caída con el sentido de cara abajo.

➤ Para prensar la tela se utilizarán tubos redondos de aluminio, pero también pueden ser regletas de madera, de forma que el peso no sea un obstáculo para realizar el giro de la tela durante este movimiento repetitivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Farías Iribarren , 10 Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://goo.gl/BfZy1B>.
- [2] R. Shishoo, «Introduction: trends in the global textile industry,» de *The Global Textile and Clothing Industry.*, Suecia, Woodhead Publishing, 2012, pp. 1-7.
- [3] A. EFE, «Sector textil es el segundo de Ecuador que genera más empleo.,» *EL COMERCIO*, 15 Marzo 2017.
- [4] «Sector textil busca nuevos mercados,» *La Hora*, 28 Marzo 2016.
- [5] «Análisis Sectorial,» *Info/economía*, vol. Publicación 6, 2012.
- [6] L. E. M. LEMA, «“MÁQUINA AUTOMÁTICA TENEDORA DE TELA PARA TALLERES,» Ibarra, 2016.
- [7] L. A. C. Polo, «“DISEÑO Y MANUFACTURA DE UNA MÁQUINA DOBLADORA Y,» Quito, 2012.
- [8] C. A. M. Andino, «“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPENSADOR DE TELA PARA UNA MÁQUINA TROQUELADORA DE PUENTE EN LA EMPRESA DISTRISHOES S.A.”,» Ambato , 2017.
- [9] A. G. Julián Pérez Porto, «DEFINICIÓN.DE,» 2014. [En línea]. Available: <https://goo.gl/pccn3J>.
- [10] «Global, Audaces,» 22 Junio 2015. [En línea]. Available: <https://goo.gl/24qukp>.
- [11] LABOTEX, 2018. [En línea]. Available: <https://goo.gl/YdGufg>.
- [12] V. E. GROUP, «DIRECT INDUSTRY,» 2018. [En línea]. Available: <https://goo.gl/rsuxos>.
- [13] Mallory, R., «eHOW - Propiedades de las telas de poliéster,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/PUXt56>.
- [14] «Lafayette,» 25 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://goo.gl/HeP11F>.
- [15] J. K. N. Richard G. Budynas, *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*, México: Mc Graw-Hill .
- [16] «TECHNOLOGY & CHEMICAL, S.L.,» Octubre 2015. [En línea]. Available: <http://www.tch.es/mesa-de-trabajo-de-almacen-ergonomia/>.
- [17] DIPAC, «Catálogo - Productos de acero,» [En línea]. Available: <http://www.dipacmanta.com/>.
- [18] OXEN, «Ruedas Industriales,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/TuVYLn>.

- [19] «Catálogo - AFO,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/AkW5vv>.
- [20] ULMA, «Rodillos,» [En línea]. Available: <http://www.ulmaconveyor.com/wp-content/uploads/sites/6/2014/10/RodillosULMA.pdf>.
- [21] SKF, «Rolling Bearings,» [En línea]. Available: [http://www.skf.com/binary/89-121486/10000\\_2-ES---Rolling-bearings.pdf](http://www.skf.com/binary/89-121486/10000_2-ES---Rolling-bearings.pdf).
- [22] Lincoln Electric, «Máquinas de electrodo revestido,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/32k6p9>.
- [23] INDURA, «Manual de sistemas y materiales de soldadura,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/XscScd>.
- [24] Condór , «Academia del pintor,» [En línea]. Available: [http://www.pinturascondor.com/images/manual\\_academia\\_del\\_pintor\\_modulo\\_3.pdf](http://www.pinturascondor.com/images/manual_academia_del_pintor_modulo_3.pdf).
- [25] J. C. McCormac, Diseño de estructuras de acero, México: Alfaomega Grupo Editor, 2013.
- [26] CHIAPERO , «Ruedas Industriales,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/M4BASP>.
- [27] Pinturas Cóndor, [En línea]. Available: <http://www.pinturascondor.com/>.

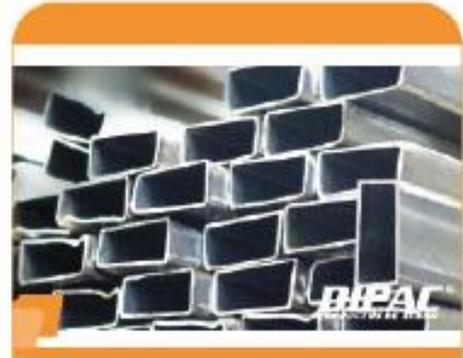
# ANEXOS

## ANEXO A. TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR [17]

### TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

#### Especificaciones Generales

<b>Norma</b>	ASTM A-500
<b>Recubrimiento</b>	Negro o galvanizado
<b>Largo normal</b>	6.00m
<b>Otros largos</b>	Previa Consulta
<b>Dimensiones</b>	Desde 12.00mm x 25.00mm a 40.00mm x 80.00mm
<b>Espeor</b>	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 <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	i cm	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	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	1,65
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	25,55	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	27,56	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

## ANEXO B. TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO [17]

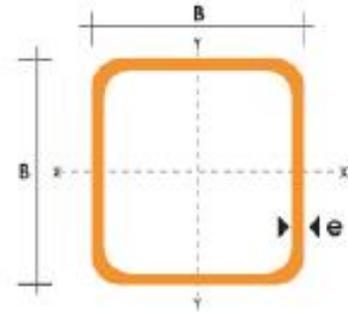
### TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

#### Especificaciones Generales

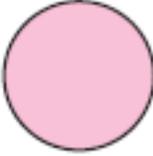
<b>Norma</b>	ASTM A-500
<b>Recubrimiento</b>	Negro o galvanizado
<b>Largo normal</b>	6,00m
<b>Otros largos</b>	Previa Consulta
<b>Dimensiones</b>	Desde 20,00mm a 100,00mm
<b>Espesor</b>	Desde 2,00mm a 3,00mm



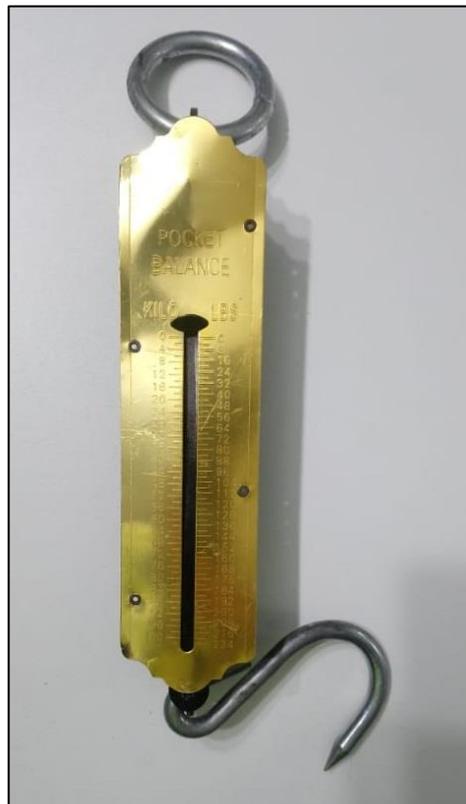
DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xa Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,67	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,48	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,00	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



ANEXO C. Fórmulas del esfuerzo cortante máximo debido a flexión [15]

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

ANEXO D. DINAMÓMETRO



## ANEXO E. EJE DE ACERO DE TRANSMISIÓN [17]

### EJES ACERO DE TRANSMISION

#### Especificaciones Generales

<b>Material</b>	AISI 1018
<b>Dureza HRC</b>	60
<b>nivel de influencia</b>	235 N/mm <sup>2</sup>
<b>Aplicaciones</b>	LEVAS, UNIONES, BUJES, PINES, PIVOTES, PERNOS GRADO 3



### EJES DE TRANSMISION DE BAJA RESISTENCIA AL TORQUE

#### DIMENSIONES

DIAMETRO	LONGITUD
3/8"	6m.
1/2"	6m.
5/8"	6m.
3/4"	6m.
7/8"	6m.
1"	6m.
1-1/4"	6m.
1-1/2"	6m.
2"	6m.
2-1/2"	6m.
3"	6m.
4"	6m.
5"	6m.
6"	6m.

#### PROPIEDADES QUÍMICAS

%C	%Si	%Mn	%P	%S
0 - 0,20	0 - 0,25	0 - 0,70	0 - 0,04	0 - 05

## ANEXO F. RODILLO METÁLICO [20]

ULMA		RODILLO METÁLICO RM																																																																																																																																																																																											
RODILLOS																																																																																																																																																																																													
<p>Rodillo Metálico.</p>																																																																																																																																																																																													
<b>Gama de Producto</b>																																																																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodamiento</th> <th colspan="11">[D] Diámetro de tubo (mm)</th> <th colspan="5">[A] Espesores tubo (mm)</th> </tr> <tr> <th>D/A</th> <th>63.5/3</th> <th>70/3</th> <th>76/3</th> <th>89/3</th> <th>102/3.5</th> <th>108/3.5</th> <th>114/3.6</th> <th>127/4</th> <th>133/4</th> <th>152/4</th> <th>159/4.5</th> <th>165/4.5</th> <th>178/5</th> <th>193/6.3</th> <th>219/8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6204</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6205</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6305</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6306</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6307</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6308</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6310</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6312</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>																	Rodamiento	[D] Diámetro de tubo (mm)											[A] Espesores tubo (mm)					D/A	63.5/3	70/3	76/3	89/3	102/3.5	108/3.5	114/3.6	127/4	133/4	152/4	159/4.5	165/4.5	178/5	193/6.3	219/8	6204																	6205																	6305																	6306																	6307																	6308																	6310																	6312																				
Rodamiento	[D] Diámetro de tubo (mm)											[A] Espesores tubo (mm)																																																																																																																																																																																	
	D/A	63.5/3	70/3	76/3	89/3	102/3.5	108/3.5	114/3.6	127/4	133/4	152/4	159/4.5	165/4.5	178/5	193/6.3	219/8																																																																																																																																																																													
6204																																																																																																																																																																																													
6205																																																																																																																																																																																													
6305																																																																																																																																																																																													
6306																																																																																																																																																																																													
6307																																																																																																																																																																																													
6308																																																																																																																																																																																													
6310																																																																																																																																																																																													
6312																																																																																																																																																																																													
<b>Pesos rodillos</b>																																																																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">D</th> <th rowspan="2">Ø1(mm)</th> <th colspan="15">Longitud del rodillo L (mm)</th> </tr> <tr> <th>200</th> <th>250</th> <th>315</th> <th>380</th> <th>445</th> <th>530</th> <th>600</th> <th>670</th> <th>750</th> <th>950</th> <th>1150</th> <th>1400</th> <th>1600</th> <th>1800</th> <th>2000</th> <th>2200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">63</td> <td>20</td> <td>2/1,3</td> <td>2,4/1,6</td> <td>2,9/1,9</td> <td>3,4/2,2</td> <td>4,1/2,7</td> <td>4,6/3</td> <td>5,2/3,5</td> <td>5,7/3,8</td> <td>6,4/4,3</td> <td>8/5,3</td> <td>9,6/6,4</td> <td>11,4/7,7</td> <td>13,2/8,8</td> <td>14,8/9,9</td> <td>16,4/10,9</td> <td>18/12</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>2,4/1,8</td> <td>2,9/2,2</td> <td>3,6/2,6</td> <td>4,2/3</td> <td>4,8/3,6</td> <td>5,4/4,1</td> <td>6/4,5</td> <td>6,6/5</td> <td>7,4/5,7</td> <td>9,7/7,0</td> <td>11,2/8,2</td> <td>14/10,2</td> <td>16,1/11,27</td> <td>18/13,1</td> <td>20/14,5</td> <td>21,9/15,9</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">89</td> <td>25</td> <td>3,1/2,2</td> <td>3,4/2,5</td> <td>4,3/3,1</td> <td>5/3,4</td> <td>5,9/4</td> <td>6,6/4,4</td> <td>7,4/5,0</td> <td>8,3/5,6</td> <td>9,2/6,2</td> <td>11,4/7,6</td> <td>13,4/9,0</td> <td>14,4/10,8</td> <td>18,6/12,2</td> <td>20,8/13,6</td> <td>23/15</td> <td>25,2/16,4</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>3,5/2,2</td> <td>4,2/2,6</td> <td>5/3,2</td> <td>5,8/3,5</td> <td>6,9/4,1</td> <td>7,8/4,5</td> <td>8,7/5</td> <td>9,6/5,7</td> <td>10,7/6,3</td> <td>13,3/7,7</td> <td>15,9/9,1</td> <td>19,1/10,9</td> <td>21,7/12,3</td> <td>24,3/13,8</td> <td>26,9/15,2</td> <td>29,5/16,5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">101,4</td> <td>20</td> <td>2,9/2,2</td> <td>3,4/2,4</td> <td>4,2/3,2</td> <td>4,9/3,7</td> <td>5,9/4,5</td> <td>6,6/5</td> <td>7,4/5,7</td> <td>8,2/6,3</td> <td>9,1/7,0</td> <td>11,4/8,7</td> <td>13,7/10,5</td> <td>16,6/12,7</td> <td>18,8/14,4</td> <td>21,1/16,2</td> <td>23,4/17,9</td> <td>25,7/19,7</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>3,4/2,7</td> <td>4,3/3,2</td> <td>5,1/3,8</td> <td>5,9/4,3</td> <td>7,0/5,1</td> <td>7,8/5,6</td> <td>8,7/6,2</td> <td>9,6/6,9</td> <td>10,6/7,4</td> <td>13,2/9,4</td> <td>15,7/11,1</td> <td>18,9/13,3</td> <td>21,4/15</td> <td>24/16,8</td> <td>26,5/18,5</td> <td>29/20,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"></td> <td>20</td> <td>3/2,3</td> <td>3,6/2,8</td> <td>4,4/3,4</td> <td>5,1/3,9</td> <td>6,2/4,8</td> <td>6,9/5,3</td> <td>7,8/6,1</td> <td>8,6/6,7</td> <td>9,6/7,5</td> <td>12/9,3</td> <td>14,4/11,2</td> <td>17,4/13,5</td> <td>19,7/15,3</td> <td>22,1/17,2</td> <td>24,5/19</td> <td>26,9/20,9</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>3,7/2,8</td> <td>4,4/3,3</td> <td>5,3/4,0</td> <td>6,1/4,5</td> <td>7,3/5,4</td> <td>8,1/5,9</td> <td>9,1/6,6</td> <td>10/7,3</td> <td>11/8,0</td> <td>13,7/9,9</td> <td>16,4/11,8</td> <td>19,7/14,1</td> <td>22,3/15,9</td> <td>25/17,8</td> <td>27,6/19,6</td> <td>30,3/21,5</td> </tr> </tbody> </table>																	D	Ø1(mm)	Longitud del rodillo L (mm)															200	250	315	380	445	530	600	670	750	950	1150	1400	1600	1800	2000	2200	63	20	2/1,3	2,4/1,6	2,9/1,9	3,4/2,2	4,1/2,7	4,6/3	5,2/3,5	5,7/3,8	6,4/4,3	8/5,3	9,6/6,4	11,4/7,7	13,2/8,8	14,8/9,9	16,4/10,9	18/12	25	2,4/1,8	2,9/2,2	3,6/2,6	4,2/3	4,8/3,6	5,4/4,1	6/4,5	6,6/5	7,4/5,7	9,7/7,0	11,2/8,2	14/10,2	16,1/11,27	18/13,1	20/14,5	21,9/15,9	89	25	3,1/2,2	3,4/2,5	4,3/3,1	5/3,4	5,9/4	6,6/4,4	7,4/5,0	8,3/5,6	9,2/6,2	11,4/7,6	13,4/9,0	14,4/10,8	18,6/12,2	20,8/13,6	23/15	25,2/16,4	30	3,5/2,2	4,2/2,6	5/3,2	5,8/3,5	6,9/4,1	7,8/4,5	8,7/5	9,6/5,7	10,7/6,3	13,3/7,7	15,9/9,1	19,1/10,9	21,7/12,3	24,3/13,8	26,9/15,2	29,5/16,5	101,4	20	2,9/2,2	3,4/2,4	4,2/3,2	4,9/3,7	5,9/4,5	6,6/5	7,4/5,7	8,2/6,3	9,1/7,0	11,4/8,7	13,7/10,5	16,6/12,7	18,8/14,4	21,1/16,2	23,4/17,9	25,7/19,7	25	3,4/2,7	4,3/3,2	5,1/3,8	5,9/4,3	7,0/5,1	7,8/5,6	8,7/6,2	9,6/6,9	10,6/7,4	13,2/9,4	15,7/11,1	18,9/13,3	21,4/15	24/16,8	26,5/18,5	29/20,2		20	3/2,3	3,6/2,8	4,4/3,4	5,1/3,9	6,2/4,8	6,9/5,3	7,8/6,1	8,6/6,7	9,6/7,5	12/9,3	14,4/11,2	17,4/13,5	19,7/15,3	22,1/17,2	24,5/19	26,9/20,9	25	3,7/2,8	4,4/3,3	5,3/4,0	6,1/4,5	7,3/5,4	8,1/5,9	9,1/6,6	10/7,3	11/8,0	13,7/9,9	16,4/11,8	19,7/14,1	22,3/15,9	25/17,8	27,6/19,6	30,3/21,5
D	Ø1(mm)	Longitud del rodillo L (mm)																																																																																																																																																																																											
		200	250	315	380	445	530	600	670	750	950	1150	1400	1600	1800	2000	2200																																																																																																																																																																												
63	20	2/1,3	2,4/1,6	2,9/1,9	3,4/2,2	4,1/2,7	4,6/3	5,2/3,5	5,7/3,8	6,4/4,3	8/5,3	9,6/6,4	11,4/7,7	13,2/8,8	14,8/9,9	16,4/10,9	18/12																																																																																																																																																																												
	25	2,4/1,8	2,9/2,2	3,6/2,6	4,2/3	4,8/3,6	5,4/4,1	6/4,5	6,6/5	7,4/5,7	9,7/7,0	11,2/8,2	14/10,2	16,1/11,27	18/13,1	20/14,5	21,9/15,9																																																																																																																																																																												
89	25	3,1/2,2	3,4/2,5	4,3/3,1	5/3,4	5,9/4	6,6/4,4	7,4/5,0	8,3/5,6	9,2/6,2	11,4/7,6	13,4/9,0	14,4/10,8	18,6/12,2	20,8/13,6	23/15	25,2/16,4																																																																																																																																																																												
	30	3,5/2,2	4,2/2,6	5/3,2	5,8/3,5	6,9/4,1	7,8/4,5	8,7/5	9,6/5,7	10,7/6,3	13,3/7,7	15,9/9,1	19,1/10,9	21,7/12,3	24,3/13,8	26,9/15,2	29,5/16,5																																																																																																																																																																												
101,4	20	2,9/2,2	3,4/2,4	4,2/3,2	4,9/3,7	5,9/4,5	6,6/5	7,4/5,7	8,2/6,3	9,1/7,0	11,4/8,7	13,7/10,5	16,6/12,7	18,8/14,4	21,1/16,2	23,4/17,9	25,7/19,7																																																																																																																																																																												
	25	3,4/2,7	4,3/3,2	5,1/3,8	5,9/4,3	7,0/5,1	7,8/5,6	8,7/6,2	9,6/6,9	10,6/7,4	13,2/9,4	15,7/11,1	18,9/13,3	21,4/15	24/16,8	26,5/18,5	29/20,2																																																																																																																																																																												
	20	3/2,3	3,6/2,8	4,4/3,4	5,1/3,9	6,2/4,8	6,9/5,3	7,8/6,1	8,6/6,7	9,6/7,5	12/9,3	14,4/11,2	17,4/13,5	19,7/15,3	22,1/17,2	24,5/19	26,9/20,9																																																																																																																																																																												
	25	3,7/2,8	4,4/3,3	5,3/4,0	6,1/4,5	7,3/5,4	8,1/5,9	9,1/6,6	10/7,3	11/8,0	13,7/9,9	16,4/11,8	19,7/14,1	22,3/15,9	25/17,8	27,6/19,6	30,3/21,5																																																																																																																																																																												

## ANEXO G. EJE DE ACERO DE TRANSMISIÓN [17]

### TUBO MECANICO REDONDO

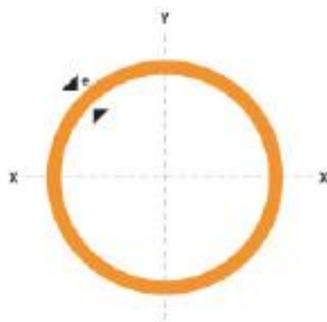
#### Especificaciones Generales

<b>Norma</b>	ASTM A 513
<b>Recubrimiento</b>	Negro o galvanizado
<b>Largo Normal</b>	6.00m
<b>Otros largos</b>	Previa consulta
<b>dimensiones</b>	Desde 1/2" hasta 2-1/2"
<b>Espesor</b>	Desde 0.60mm hasta 1.50mm



#### NOMENCLATURA

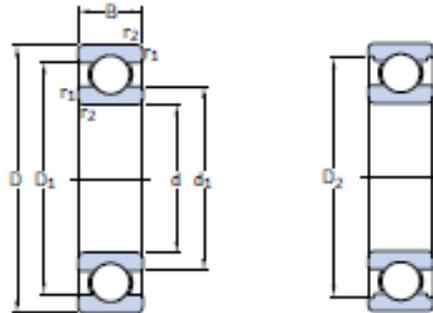
<b>A=</b>	Área de la sección transversal del tubo, cm <sup>2</sup>
<b>I=</b>	Momento de inercia de la sección, cm <sup>4</sup>
<b>W=</b>	Módulo resistente de la sección, cm <sup>3</sup>
<b>r=</b>	Radio de giro de la sección, cm



DIAMETRO EXTERIOR (D)		ESPEGOR		PESO		PROPIEDADES	
Pulg	mm	e mm	P kg/6m	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	r cm
1/2	12.70	0.60	1.14	0.23	0.04	0.07	0.43
		0.75	1.44	0.28	0.05	0.08	0.42
		0.95	1.86	0.35	0.06	0.09	0.41
		1.10	2.10	0.40	0.07	0.11	0.41
		1.50	2.82	0.53	0.08	0.13	0.39
5/8	15.88	0.60	1.44	0.29	0.06	0.11	0.54
		0.75	1.86	0.36	0.10	0.13	0.53
		0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.54	0.51	0.14	0.18	0.52
		1.50	3.54	0.68	0.18	0.22	0.51
3/4	19.05	0.60	1.74	0.35	0.15	0.18	0.65
		0.75	2.16	0.43	0.19	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.26	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.60	2.04	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	0.52	0.50	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.36	0.28	0.88
		0.75	2.88	0.58	0.44	0.35	0.87
		0.95	3.60	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.64	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4	44.45	0.95	6.24	1.30	3.07	1.38	1.54
		1.10	7.26	1.50	3.52	0.16	1.53
		1.50	9.84	2.02	4.67	2.10	1.52
1 7/8	47.63	0.95	6.78	1.40	3.80	1.60	1.65
		1.10	7.80	1.61	4.35	1.83	1.64
		1.50	10.26	2.17	5.79	2.43	1.63
2	50.80	0.95	7.20	1.49	4.62	1.82	1.76
		1.10	8.34	1.72	5.30	2.09	1.76
		1.50	10.80	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/8	50.80	1.50	11.90	2.77	8.06	3.00	2.00

## ANEXO H. Rodamientos rígidos de una hilera de bolas [21]

### Rodamientos rígidos de una hilera de bolas d 3 – 10 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga		Carga límite de fatiga $P_u$	Velocidades Velocidad de referencia	Velocidad límite	Masa	Designación
d	D	B	C	$C_0$					
mm			kN		kN	rpm		kg	-
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130000	80000	0,0015	623
4	9	2,5	0,54	0,18	0,007	140000	85000	0,0007	618/4
	11	4	0,715	0,232	0,010	130000	80000	0,0017	619/4
	12	4	0,806	0,28	0,012	120000	75000	0,0021	604
	13	5	0,936	0,29	0,012	110000	67000	0,0031	624
5	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	60000	0,0054	634
	11	3	0,637	0,255	0,011	120000	75000	0,0012	618/5
	13	4	0,884	0,34	0,014	110000	67000	0,0025	619/5
6	16	5	1,14	0,38	0,016	95000	60000	0,0050	* 625
	19	6	2,34	0,95	0,04	80000	50000	0,0090	* 635
	13	3,5	0,884	0,345	0,015	110000	67000	0,0020	618/6
7	15	5	1,24	0,475	0,02	100000	63000	0,0039	619/6
	19	6	2,34	0,95	0,04	80000	50000	0,0084	* 626
	14	3,5	0,956	0,4	0,017	100000	63000	0,0022	618/7
8	17	5	1,48	0,56	0,024	90000	56000	0,0049	619/7
	19	6	2,34	0,95	0,04	85000	53000	0,0075	* 607
	22	7	3,45	1,37	0,057	70000	45000	0,013	* 627
	16	4	1,33	0,57	0,024	90000	56000	0,0030	618/8
9	19	6	1,9	0,735	0,031	80000	50000	0,0071	619/8
	22	7	3,45	1,37	0,057	75000	48000	0,012	* 608
	24	8	3,9	1,66	0,071	63000	40000	0,017	* 628
	17	4	1,43	0,64	0,027	85000	53000	0,0034	618/9
10	20	6	2,08	0,865	0,036	80000	48000	0,0076	619/9
	24	7	3,9	1,66	0,071	70000	43000	0,014	* 609
	26	8	4,75	1,96	0,083	60000	38000	0,020	* 629
	19	5	1,38	0,585	0,025	80000	48000	0,0055	61800
10	22	6	2,08	0,85	0,036	75000	45000	0,010	61900
	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	40000	0,019	* 6000
	28	8	4,62	1,96	0,083	63000	40000	0,022	16100
	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	* 6200
	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	32000	0,053	* 6300

## ANEXO I. Soldadora Lincoln AC-225 GLM

# AC - 225 GLM

Procesos de aplicación  
SMAW (Soldadura de  
Electrodo Revestido)

Código  
50220

Entrada de Poder (Voltaje/Fase/Frecuencia)  
115 / 230 / 1 / 60  
110 / 220 / 1 / 50

Corriente de entrada a rango de salida  
55A  
60A

Salida Nominal  
140A / 25,6V / 18% - 60 Hz    140A / 25,6V / 12% - 50 Hz  
225A / 29V / 18% - 60 Hz    225A / 29V / 12% - 50 Hz

Rango de Salida  
CA: 35-225A

Voltaje Máximo Circuito Abierto  
CA: 79V

Peso / Dimensiones (Alto x Ancho x Largo)  
42 Kg (92.59 Lb)  
470 x 350 x 290 mm (18,50 x 13,77 x 11,02 in)

Máquina Soldadora de Corriente Alterna.

La AC-225 GLM con Tablero de Conexiones es la soldadora de su clase que mejor ha integrado en su diseño un enfoque que ofrece una fácil operación de la máquina en conjunto con la más alta calidad de aplicación de soldadura, calidad que siempre ha caracterizado a LINCOLN ELECTRIC y que le permite hacer de sus trabajos de soldadura operaciones sencillas, seguras y siempre superan expectativas.

### Ventajas

- ▶ Selector de corriente de 11 posiciones que le permite variar la corriente sin necesidad de cambiar de conexión.
- ▶ Aislamiento clase 220°C que provee gran durabilidad y larga vida al equipo.
- ▶ Un arco suave y estable. Suelta aerox al carbono, de baja aleación e inoxidables que operen en corriente alterna (-).
- ▶ Tablero de conexiones para cambio de tensión de alimentación.
- ▶ Enfriamiento por ventilador para larga duración.
- ▶ Pequeña, liviana y fácil de mover con sus ruedas inclinadas y manubrio.
- ▶ 3 años de garantía en partes y mano de obra.
- ▶ Cables con portaelectrodos y pinza de tierra calibre No. 6 AWG, 2 m para electrodo y 1.50 m para pinza de tierra.
- ▶ Fabricada bajo sistema de calidad ISO 9000 : 2008
- ▶ Certificación ANCE

### Aplicaciones Típicas

8011, 8013 en 3/32 (2,4 mm),  
1/8" (3,2 mm) y 5/32 (4,0mm)  
7018 AC 3/32 (2,4 mm) y 1/8 (3,2 mm)

### Accesorios Incluidos

- Cable con Portaelectrodos
- Cable con Pinza de Tierra
- Kit de Ruedas y Jaladera



LINCOLN ELECTRIC MAQUINAS, S. DE R.L. DE C.V.  
CERRADA SAN JOSE No. 15 • FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL FERROPUERTO LAGUNA  
CP 27400 • TORREON COAHUILA • MEXICO  
TEL.: +52 (871) 7290600 • www.lincolnelectric.com.mx

**LINCOLN  
ELECTRIC**  
THE WELDING EXPERTS®

ANEXO J. Constantes físicas de materiales [15]

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Relación de Poisson $\nu$	Peso específico $w$		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lbf/pulg <sup>3</sup>	lbf/ft <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
Abeto Douglas	1.6	11.0	0.6	4.1	0.33	0.016	28	4.3
Acero al carbono	30.0	207.0	11.5	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Acero al níquel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Acero inoxidable (18-8)	27.6	190.0	10.6	73.1	0.305	0.280	484	76.0
Aleaciones de titanio	16.5	114.0	6.2	42.4	0.340	0.160	276	43.4
Aluminio (todas las aleaciones)	10.4	71.7	3.9	26.9	0.333	0.098	169	26.6
Bronce fosforado	16.1	111.0	6.0	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Cobre	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Cobre al berilio	18.0	124.0	7.0	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Hierro fundido (gris)	14.5	100.0	6.0	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Inconel	31.0	214.0	11.0	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Latón	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Magnesio	6.5	44.8	2.4	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molibdeno	48.0	331.0	17.0	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.5	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Plata niquelada	18.5	127.0	7.0	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Plomo	5.3	36.5	1.9	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Vidrio	6.7	46.2	2.7	18.6	0.245	0.094	162	25.4

ANEXO K. Propiedades Mecánicas Acero Estructural A – 36 [24]

Tipo de acero	Designación de la ASTM	Esfuerzo mínimo de fluencia $F_y$ (klb/plg <sup>2</sup> )	Esfuerzo <sup>a</sup> de tensión $F_u$ (klb/plg <sup>2</sup> )	Serie de perfiles aplicables											
				W	M	S	HP	C	MC	L	HSS		Tubo		
											Rect.	Redondo			
Al carbono	A36	36	58-80 <sup>b</sup>												
	A53 Gr. B	35	60												
	A500	Gr. B	42	58											
		Gr. C	46	58											
			46	62											
			50	62											
	A501	Gr. A	36	58											
		Gr. B	50	70											
	A529 <sup>e</sup>	Gr. 50	50	65-100											
		Gr. 55	55	70-100											
Gr. 42		42	60												
Baja aleación alta resistencia	A572	Gr. 50	50	65 <sup>d</sup>											
		Gr. 55	55	55											
		Gr. 60 <sup>e</sup>	60	60											
		Gr. 65 <sup>e</sup>	65	65											
		Gr. 50	50	60											
	A618 <sup>f</sup>	Gr. I & II	50 <sup>g</sup>	70 <sup>g</sup>											
		Gr. III	50	50											
	A913	50	50 <sup>h</sup>	60 <sup>h</sup>											
		60	60	75											
		65	65	80											
70		70	90												
A992	50	65 <sup>i</sup>													
Baja aleación alta resistencia resistente a la corrosión	A242	42 <sup>j</sup>	63 <sup>j</sup>												
		46 <sup>k</sup>	67 <sup>k</sup>												
		50 <sup>l</sup>	70 <sup>l</sup>												
	A588	50	70												
A847	50	70													

■ = Especificación recomendada para el material  
 □ = Otra especificación de material aplicable, cuya disponibilidad deberá confirmarse antes de la especificación  
 □ = La especificación de material no aplica

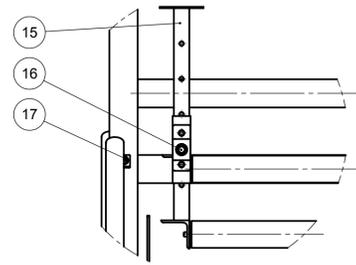
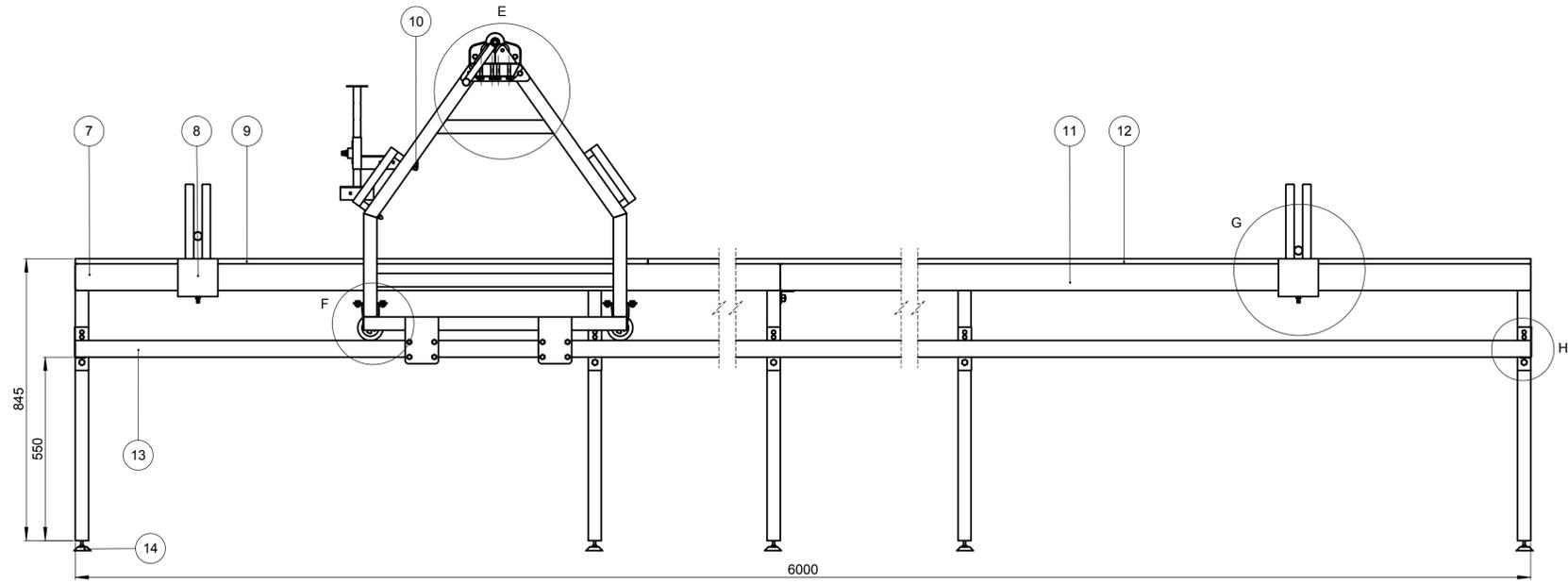
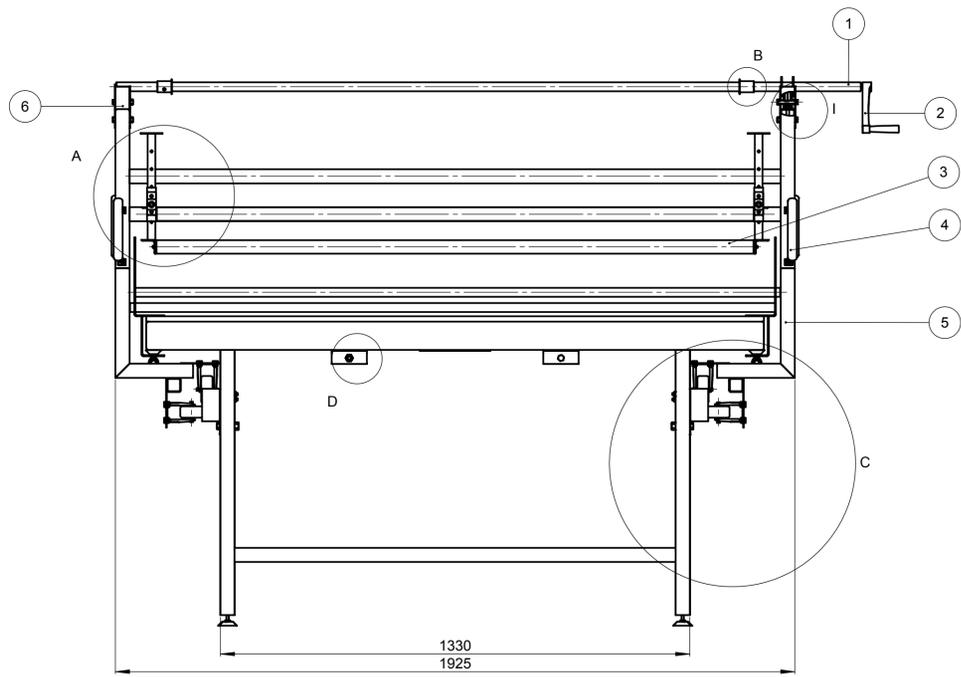
ANEXO L. Imágenes del proceso de construcción



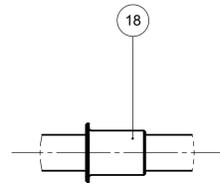




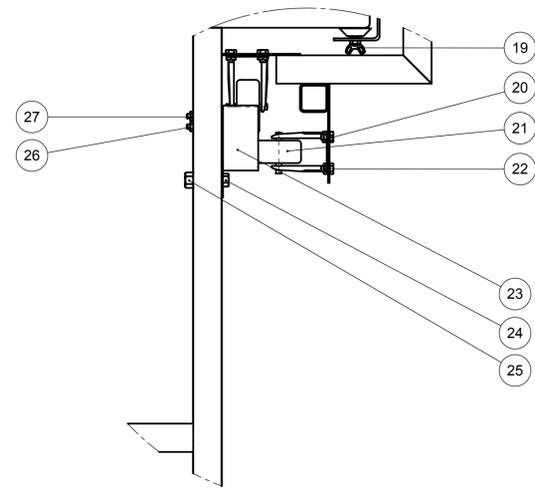
# PLANOS



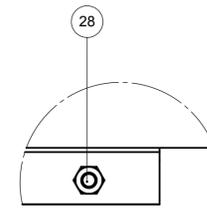
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5



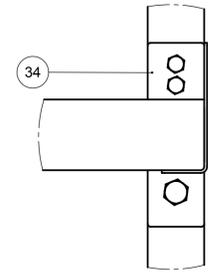
DETALLE B  
ESCALA 1 : 2.5



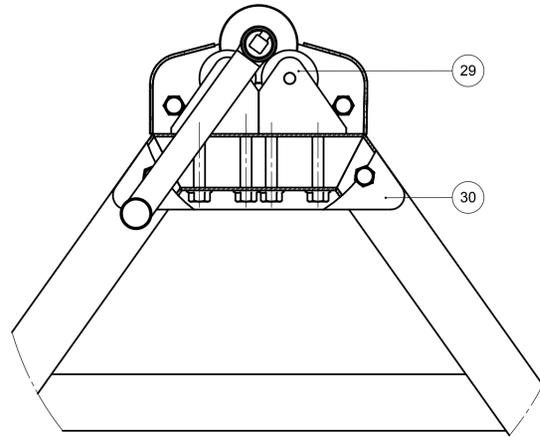
DETALLE C  
ESCALA 1 : 5



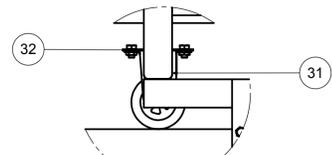
DETALLE D  
ESCALA 1 : 2.5



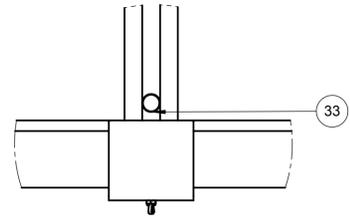
DETALLE H  
ESCALA 1 : 2.5



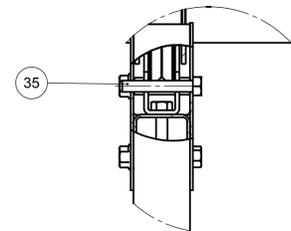
DETALLE E  
ESCALA 1 : 2.5



DETALLE F  
ESCALA 1 : 5



DETALLE G  
ESCALA 1 : 5



DETALLE I  
ESCALA 1 : 2.5

Nº de Pieza	Denominación	Nº de Norma/Dibujo	Material	Nº de Cotas	Nº del Modelo/Semiproducto	Peso Kg	Observaciones
35	Separador	ASTM A36	ASTM A36	8	Hoja 17	0.021	Maquinado
34	Platina de soporte para el riel	ASTM A36	ASTM A36	6	Hoja 16	0.03	Chapa metálica
33	Templador de tela, Ø 1in		ALUMINIO	2	Hoja 1	0.379	Longitud 1.75m
32	Platina de soporte garrucha	ASTM A36	ASTM A36	4	Hoja 15	0.06	Chapa metálica
31	Garrucha 3 in		TEFLÓN	4	Hoja 1	0.65	Adquirido
30	Platina derecha de sujeción		ASTM A36	3	Hoja 14	0.012	Chapa metálica
29	Garrucha metálica de 40 mm		Zin	4	Hoja 1	0.4	Adquirido
28	Perno 7/16 in x 5/16in	ANSI B 18.2	A 325	10	Hoja 1	0.008	Adquirido
27	Tuerca de 1/4 in	ANSI B 18.2	A 325	8	Hoja 1	0.002	Adquirido
26	Perno de 1/4in x 2.5in	ANSI B 18.2	A 325	8	Hoja 1	0.003	Adquirido
25	Tuerca de 7/16 in	ANSI B 18.2	A 325	15	Hoja 1	0.003	
24	Perno 7/16 in 2.5 in	ANSI B 18.2	A 325	15	Hoja 1	0.008	Adquirido
23	Platina tope del carro movil	ASTM A36	ASTM A36	4	Hoja 13	0.02	Chapa metálica
22	Tuerca M8		AISI 304	32	Hoja 1	0.003	Adquirido
21	Garrucha de 2.5in		Zin	4	Hoja 1	0.32	Adquirido
20	Perno M8 x 15 mm	ANSI B 18.2	A 325	32	Hoja 1	0.008	Adquirido
19	Tornillo tipo maripoza		Zin	4	Hoja 1	0.002	Adquirido Ø 1/4in
18	Tope de rollo	ASTM A36	ASTM A36	2	Hoja 12	0.002	Chapa metálica
17	Tornillo 1/4 in x 2.5 in	ANSI B 18.2	AISI 304	8	Hoja 1	0.002	Adquirido
16	Seguro de Aluminio		ALUMINIO	2	Hoja 1	0.003	Adquirido
15	Nivelador de rollido		ASTM A36	2	Hoja 11	0.45	Fabricado
14	Nivelador		VARIOS	10	Hoja 1	0.014	Adquirido Ø 1/4in
13	Riel, perfil cuadrado de 50x3mm		ASTM A653	2	Hoja 1	25.53	Longitud = 6 m
12	Melamina 2		Madera	1	Hoja 1	45.15	1.75 m x 1.72 m
11	Mesa posterior	ASTM A36	ASTM A36	1	Hoja 10	80.68	Fabricada
10	Tuerca siega	DIN 1587	AISI 304	8	Hoja 1	0.09	Ø 1/4 in
9	Melamina		Madera	2	Hoja 1	56.17	1.75 m x 2.14m
8	Prensa	ASTM A36	ASTM A36	4	Hoja 9	0.852	Chapa metálica
7	Mesa frontal	ASTM A36	ASTM A36	1	Hoja 8	82.97	Fabricado
6	Platina - tapa	ASTM A36	ASTM A36	4	Hoja 7	0.032	Chapa metálica
5	Carro movil	ASTM A36	ASTM A36	1	Hoja 6	27.38	Fabricado
4	Manija del carro movil		Aluminio	4	Hoja 1	0.03	Adquirido
3	Rodillo		Varios	4	Hoja 3	2.82	Fabricado
2	Manivela		AISI 1018	1	Hoja 1	0.45	Adquirido
1	Eje del rollo		AISI 1018	1	Hoja 2	8.54	Maquinado

Tolerancias: ±1

Peso: 470309.09 gr

Material: Varios

Fecha: 15/05/2018, Nombre: Omar Jiménez

Dib: 21/06/2018, In: Jorge Santarrosa

Rev: 21/06/2018, In: Jorge Santarrosa

Apro: 21/06/2018, In: Jorge Santarrosa

Título: Tendedora de Tela

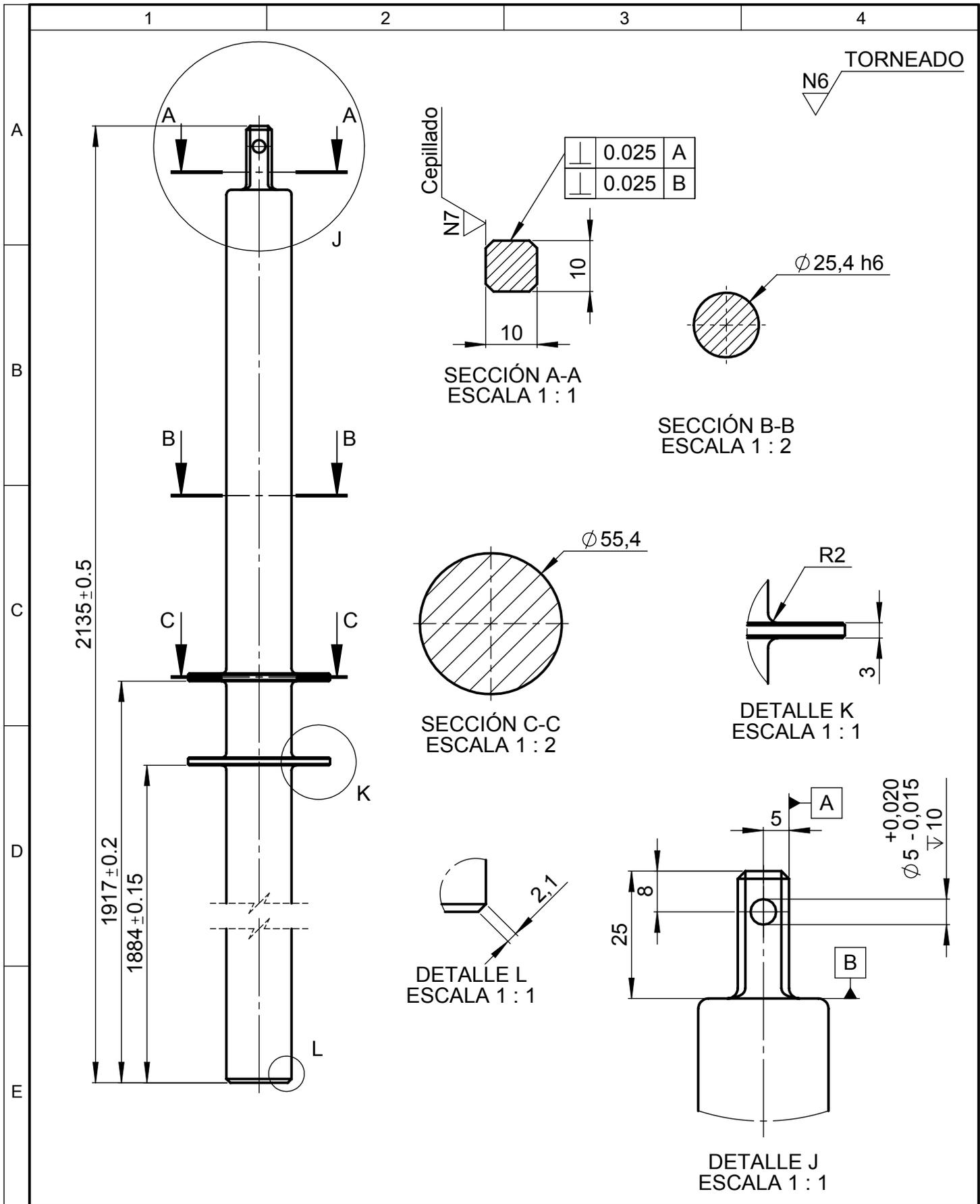
Escala: 1:10

Número del dibujo: 1

Registro:

U.T.A. INGENIERIA MECANICA

Edición: Modificación: Fecha: Nombre: Sustitución:



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.8	8554.24 gr	AISI 1018	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Eje de rollo	1:2
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número del dibujo:	Registro:
						2	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución:			

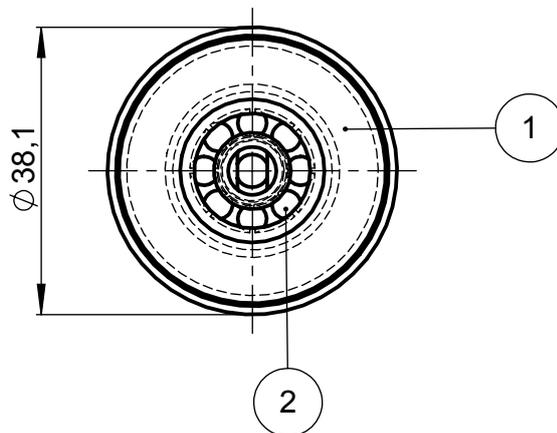
1

2

3

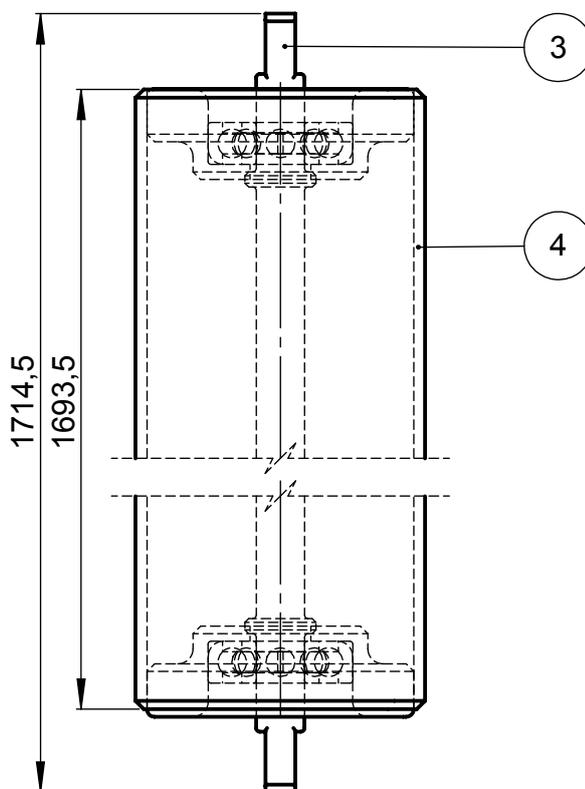
4

A



B

C



D

E

4	Tubo	ASTM A-500	Galvanizado	1	Hoja 3	2.49	1.5 in x 1.5 mm
3	Eje de rodillo	ASTM A-500	AISI 1018	1	Hoja 5	0.38	Maquinado
2	Rodamiento	ISO 2982-1	VARIOS	2	Hoja 3	0.012	SKF *626
1	Acople		AISI 304	2	Hoja 4	0.045	Maquinado

N.º de Pieza	Denominación	N.º de Norma/Dibujo	Material	N.º de Orden	N.º del Modelo/Semiproducto	Peso kg	Observaciones
--------------	--------------	---------------------	----------	--------------	-----------------------------	---------	---------------

				Tolerancia:	Peso:	Material:	Varios	
				±0.5	3526.27 gr			
				Fecha	Nombre	Título:	Rodillo	
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez			
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe			
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe			
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número del dibujo:	3	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución:		
							Registro:	

1

2

3

4

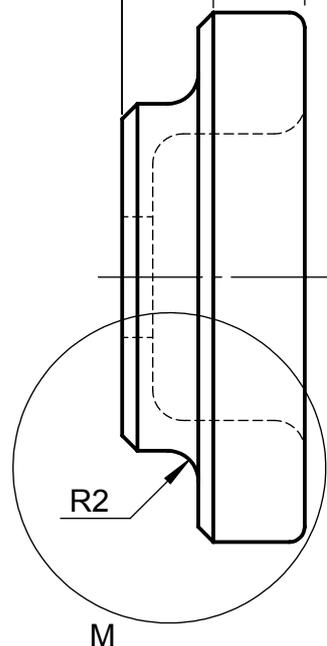
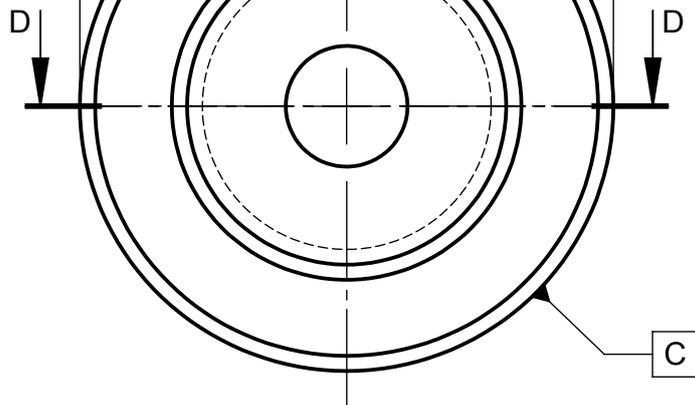
TORNEADO  
N6

A

$\phi 35,1^{+0,240}_{-0,115}$

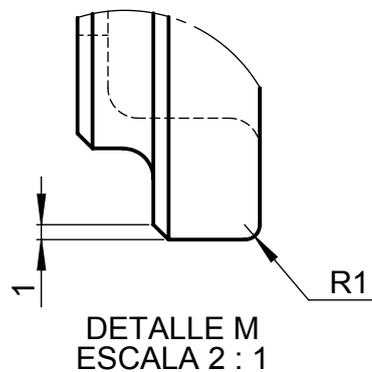
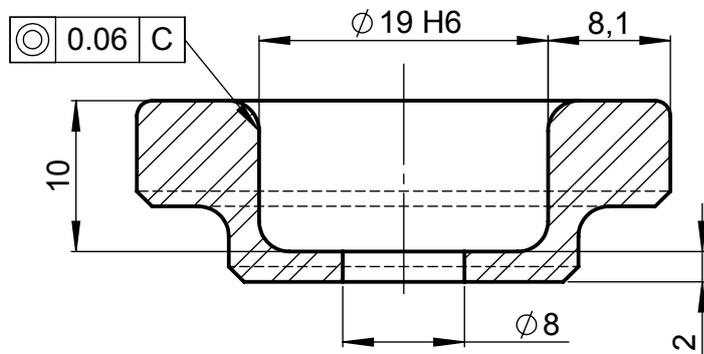
$12 \pm 0.2$   
 $6 \pm 0.2$

B



C

D



E

SECCIÓN D-D  
ESCALA 2 : 1

Los chaflanes son a 45 grados  
Todos los radios de entalle son  
de 2mm

Tolerancia:

Peso:

Material:

±0.5

45.72 gr

AISI 304

Fecha

Nombre

Título:

Escala:

Dib. 15/05/2018

Omar Jiménez

Acople

2:1

Rev. 21/06/2018

Ing. Jorge Guamanquispe

Apro. 21/06/2018

Ing. Jorge Guamanquispe

Número del dibujo:

Registro:

U.T.A.

4

Edición

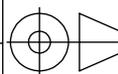
Modificación

Nombre

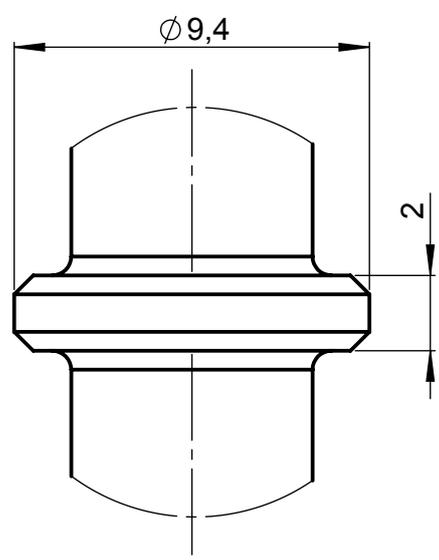
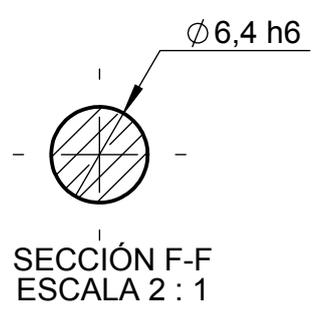
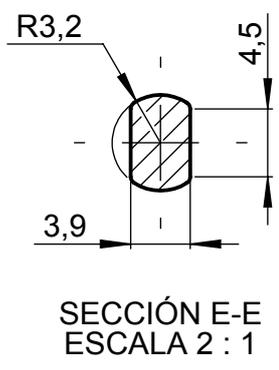
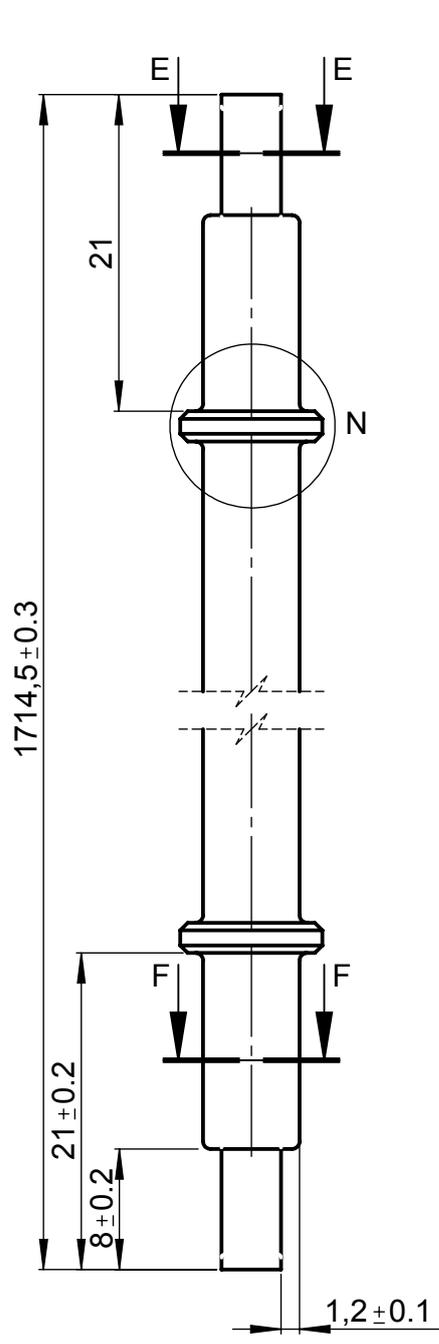
Fecha

INGENIERIA MECANICA

Sustitución:

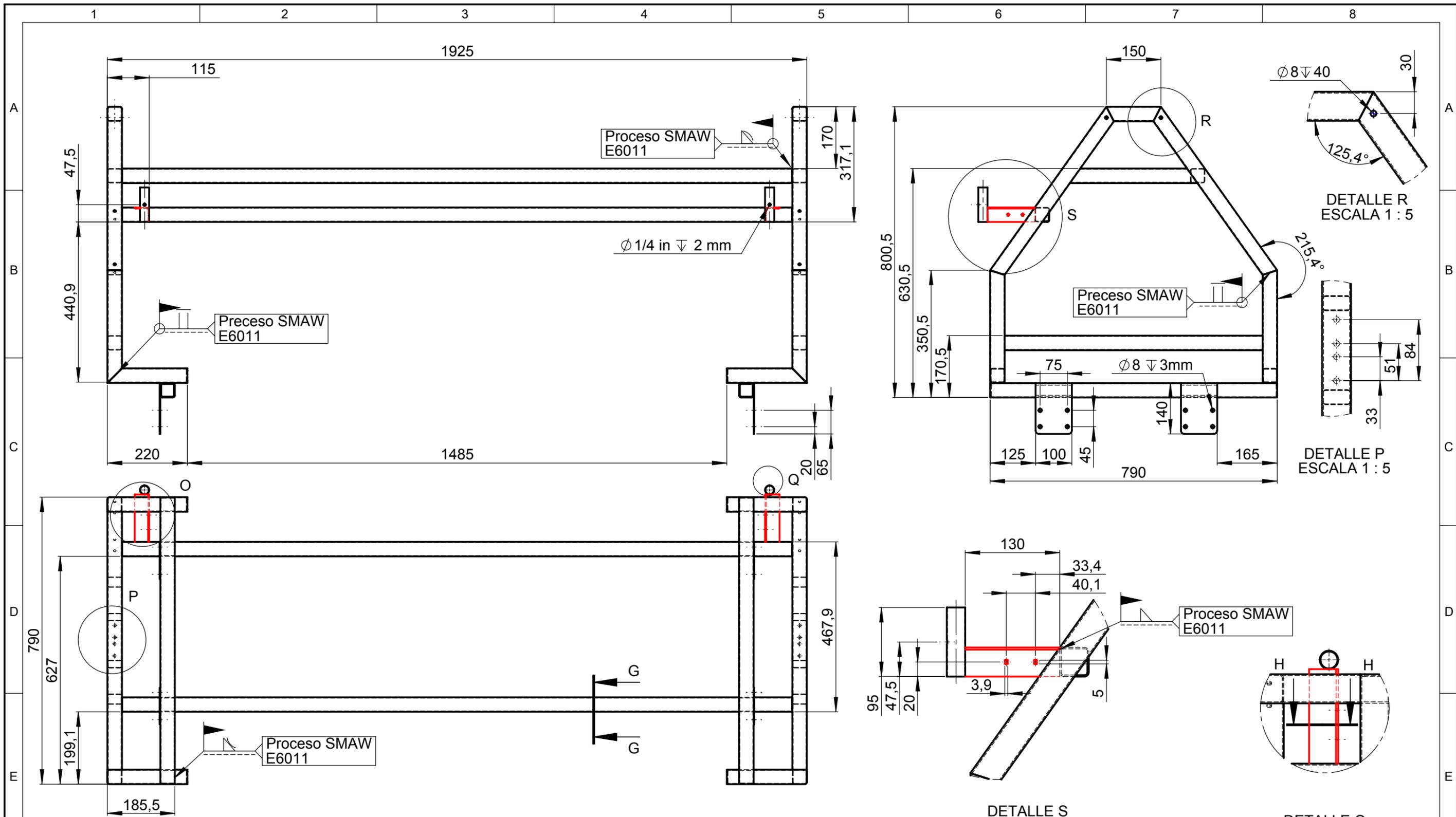


TORNEADO  
N6



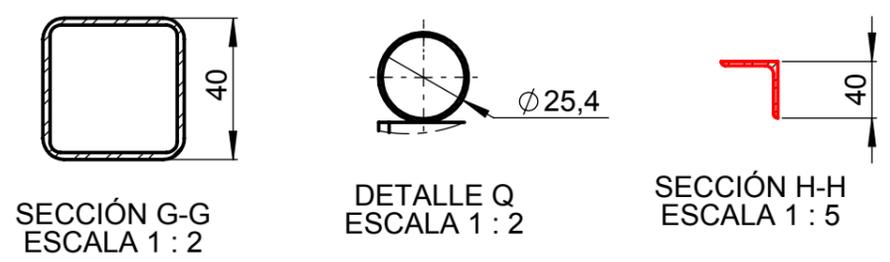
Los chaflanes son a 45 grados  
Todos los radios de entalle son de 2mm

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.5	435.79 gr	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Acople	2:1
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número del dibujo:	Registro:
						5	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución:			

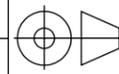


Esesor de 1.5 mm      Esesor de 2 mm      Esesor de 3 mm

Se podra aplicar un fondo antes de proceder al recubrimiento.



Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0.8		27380.83 gr		ASTM A36	
Fecha		Nombre		Título:	
Dib. 15/05/2018		Omar Jiménez		Carro Movil	
Rev. 21/06/2018		Ing. Jorge Guamanquispe		Escala:	
Apro. 21/06/2018		Ing. Jorge Guamanquispe		1:10	
U.T.A. INGENIERIA MECANICA				Número del dibujo:	
				6	
Edición				Registro:	
Modificación				Sustitución:	
Nombre				Escala:	
Fecha				1:10	



1

2

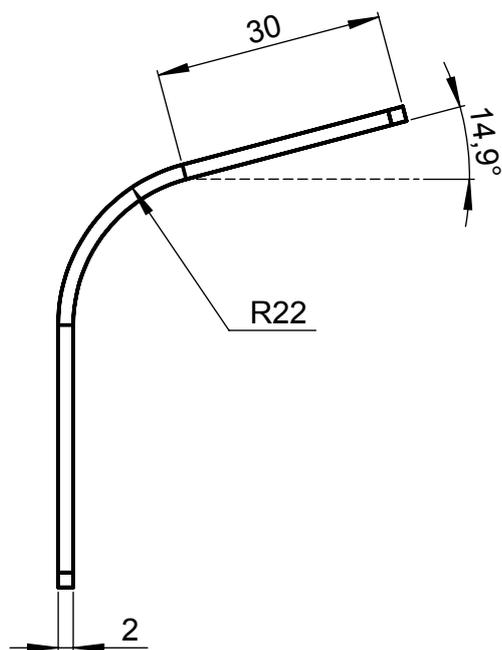
3

4

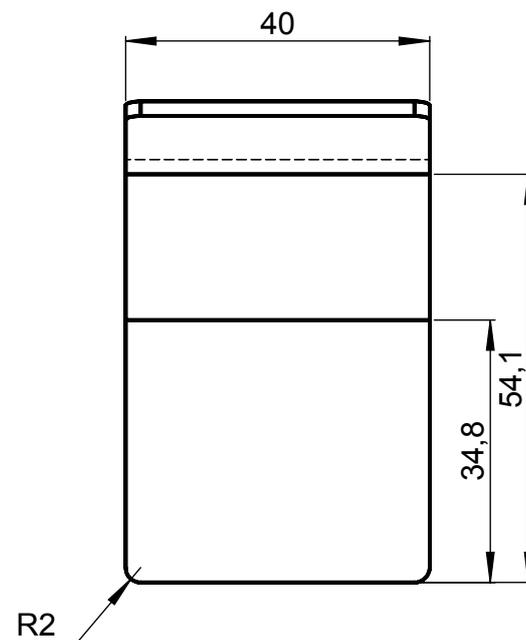
A

N11

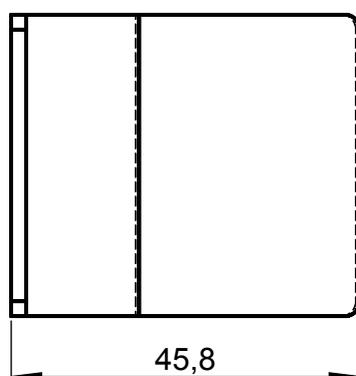
B



C

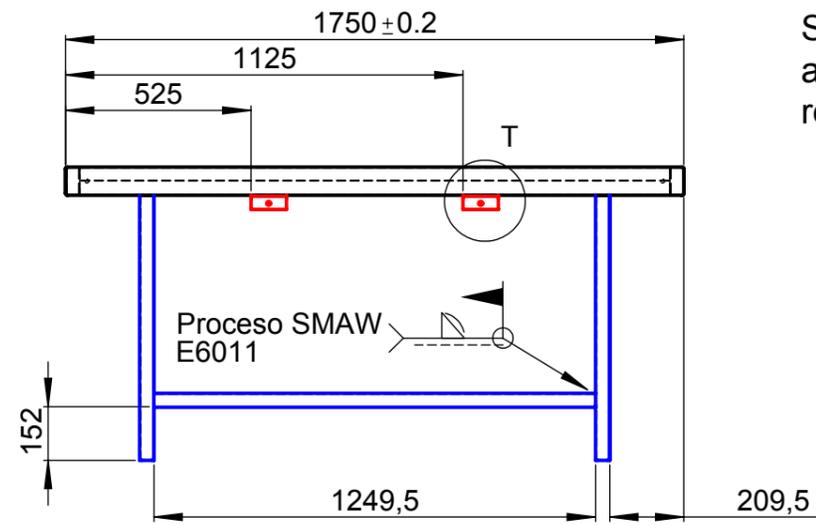


D

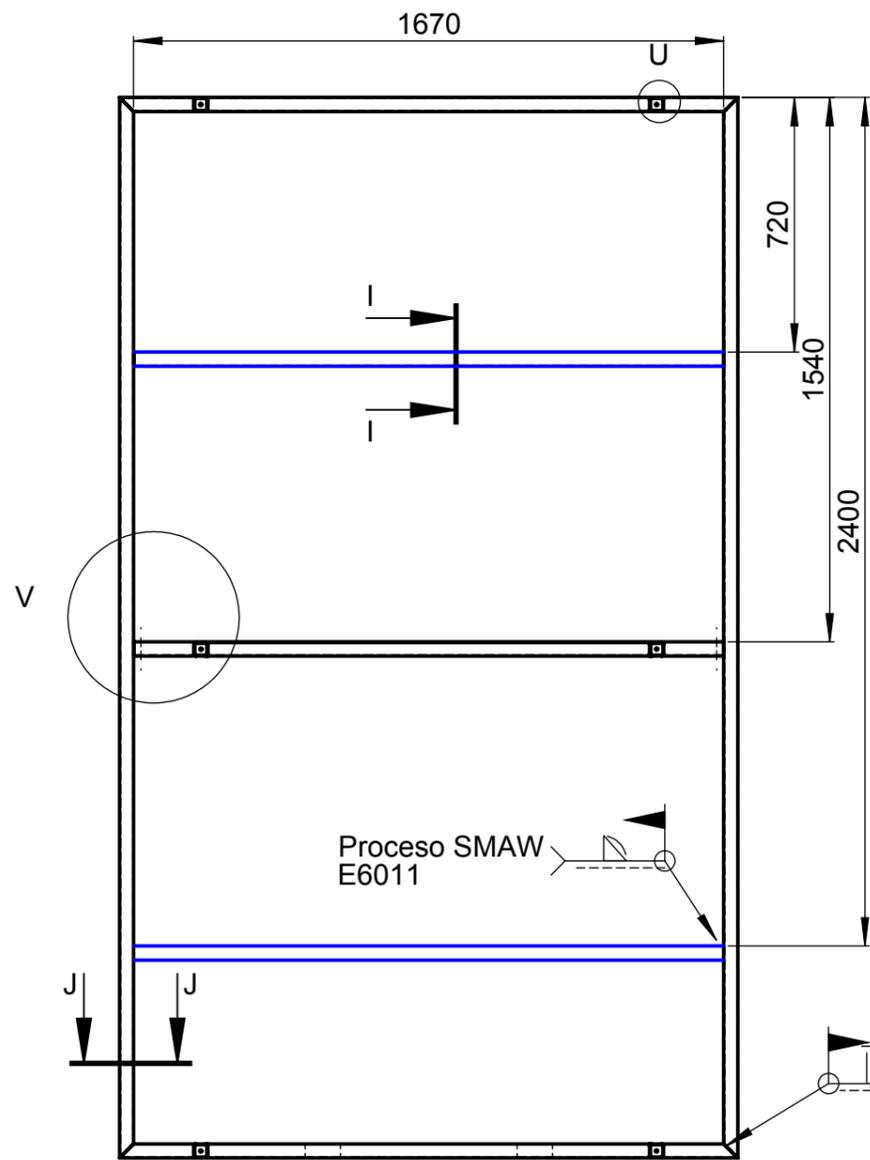
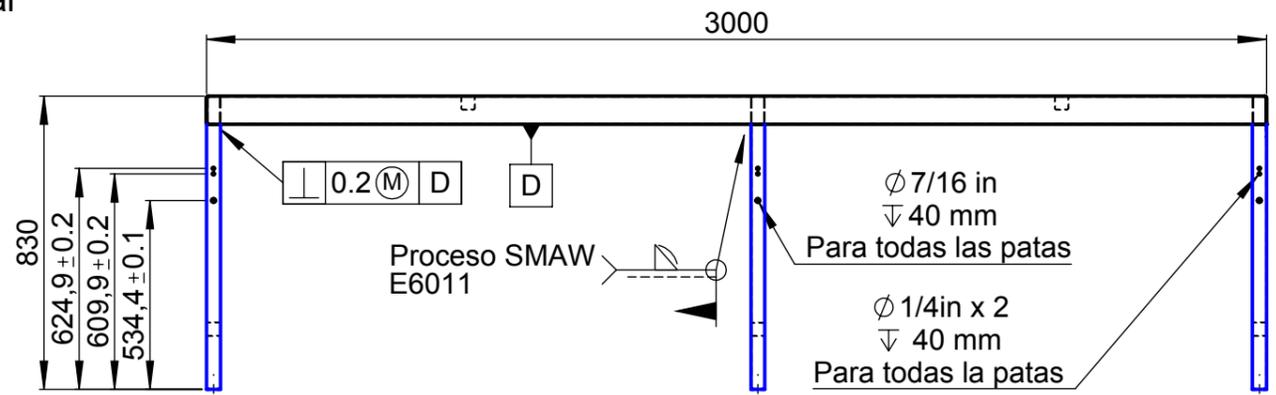


E

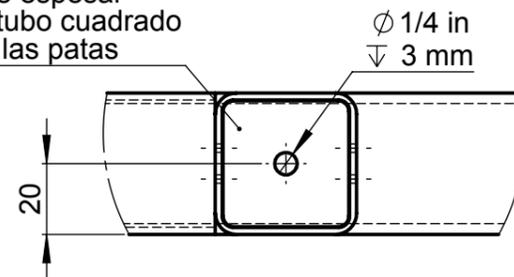
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.5	57.93 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Platina - Tapa	1:1
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				U.T.A.		Número del dibujo:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		7	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución:	



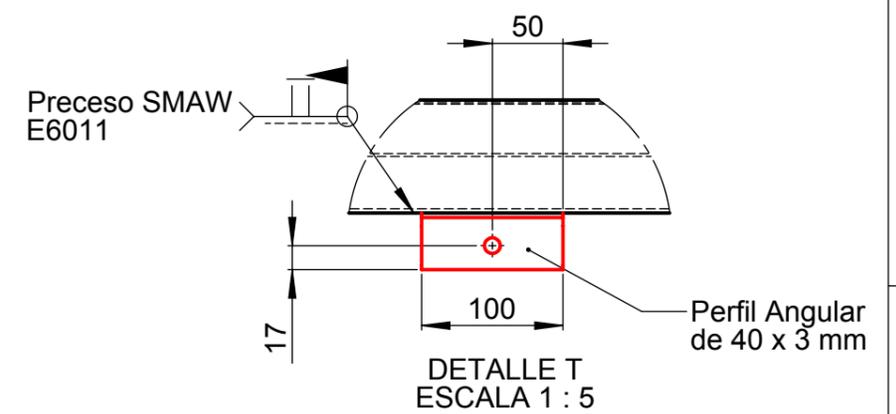
Se podrá aplicar un fondo antes de proceder al recubrimiento.



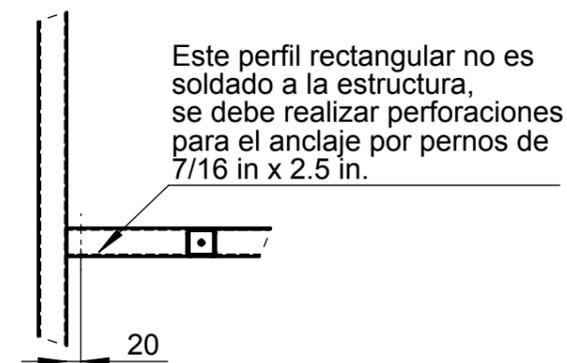
Tapa cuadrada de 3 mm de espesor para el tubo cuadrado a todas las patas



DETALLE U  
ESCALA 1 : 2

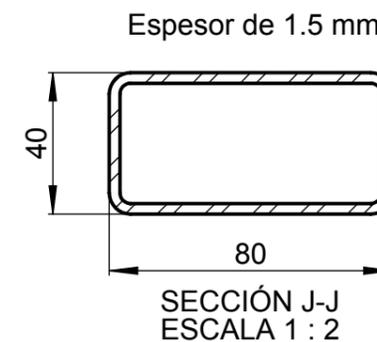


DETALLE T  
ESCALA 1 : 5

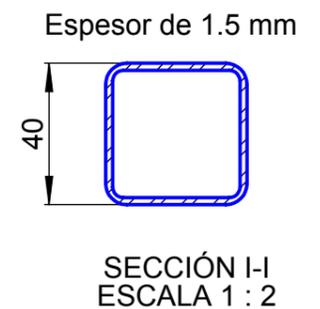


Este perfil rectangular no es soldado a la estructura, se debe realizar perforaciones para el anclaje por pernos de 7/16 in x 2.5 in.

DETALLE V  
ESCALA 1 : 10



SECCIÓN J-J  
ESCALA 1 : 2



SECCIÓN I-I  
ESCALA 1 : 2

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.8	82974.85 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Mesa Frontal	
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	Escala:	
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	1:20	
				U.T.A.		Número del dibujo:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		8	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución:			

1

2

3

4

N11

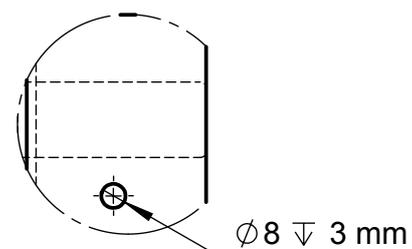
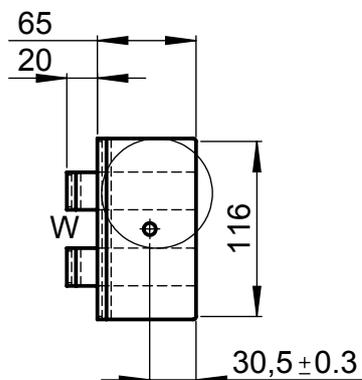
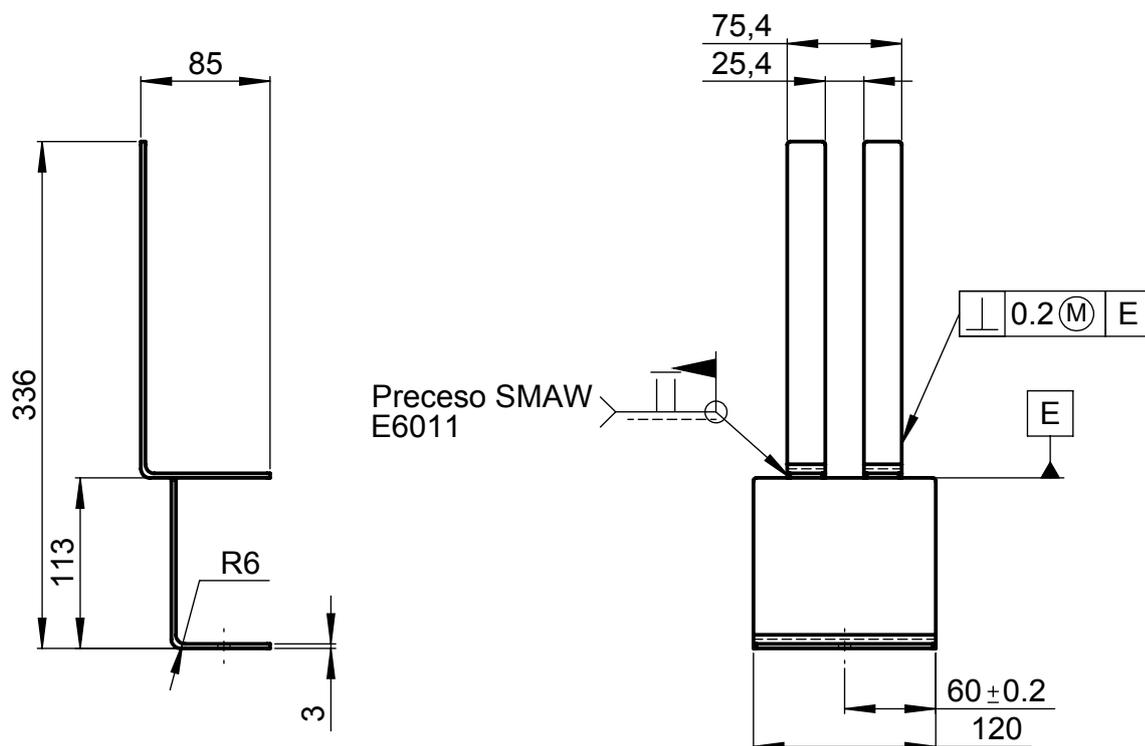
A

B

C

D

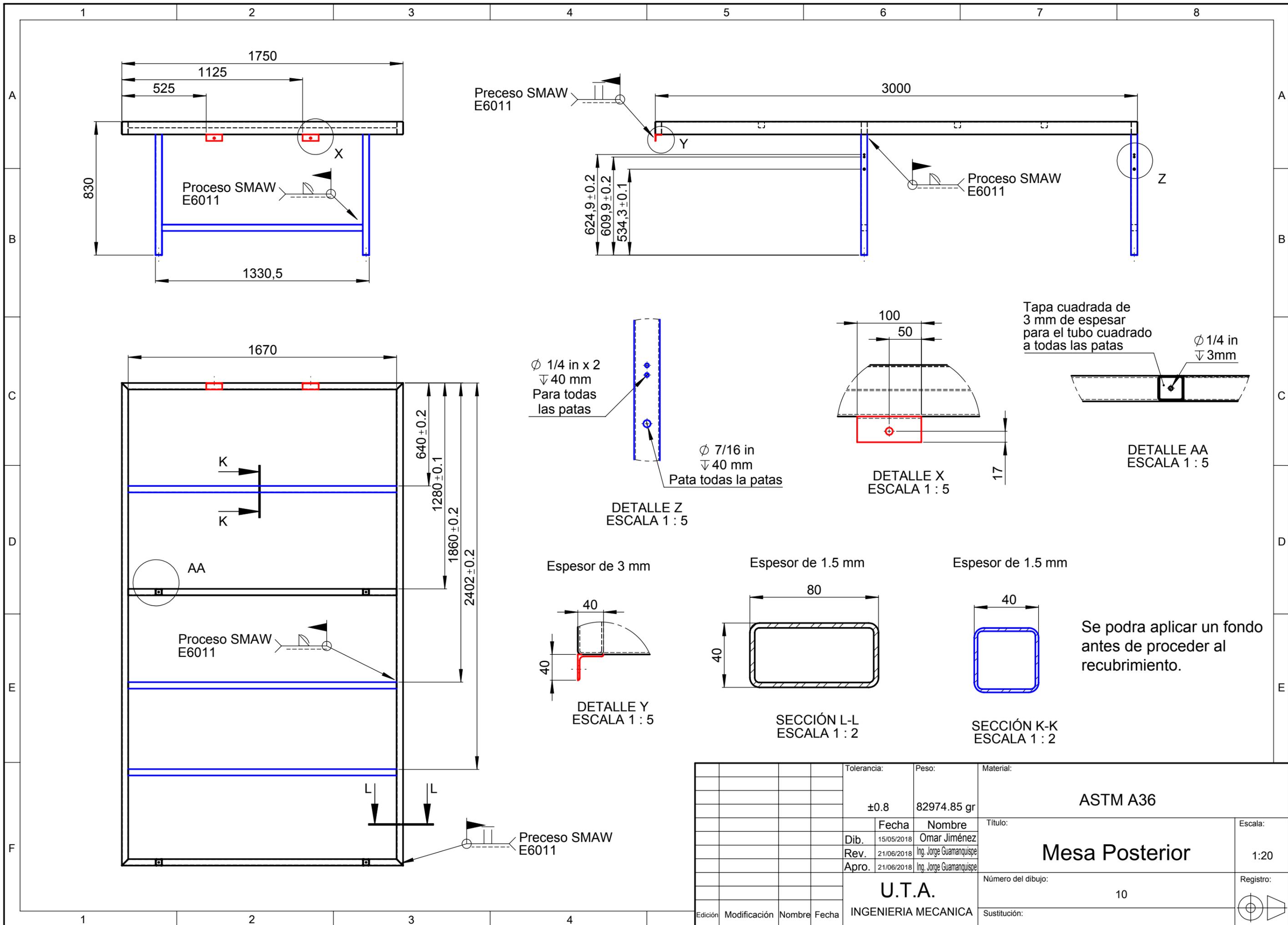
E



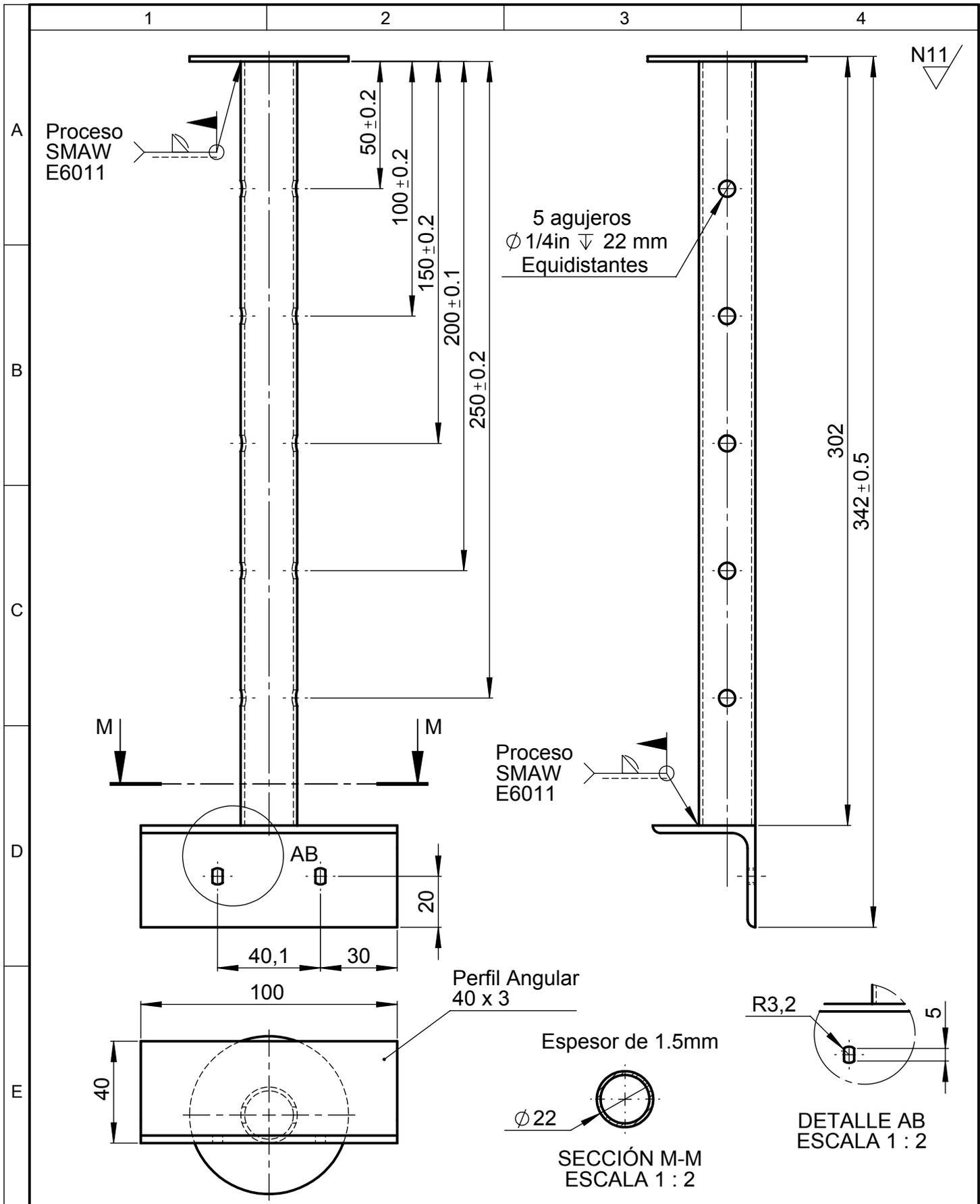
DETALLE W  
ESCALA 2 : 5

Todos los redondeos que nos se especifican es de radio de 2mm

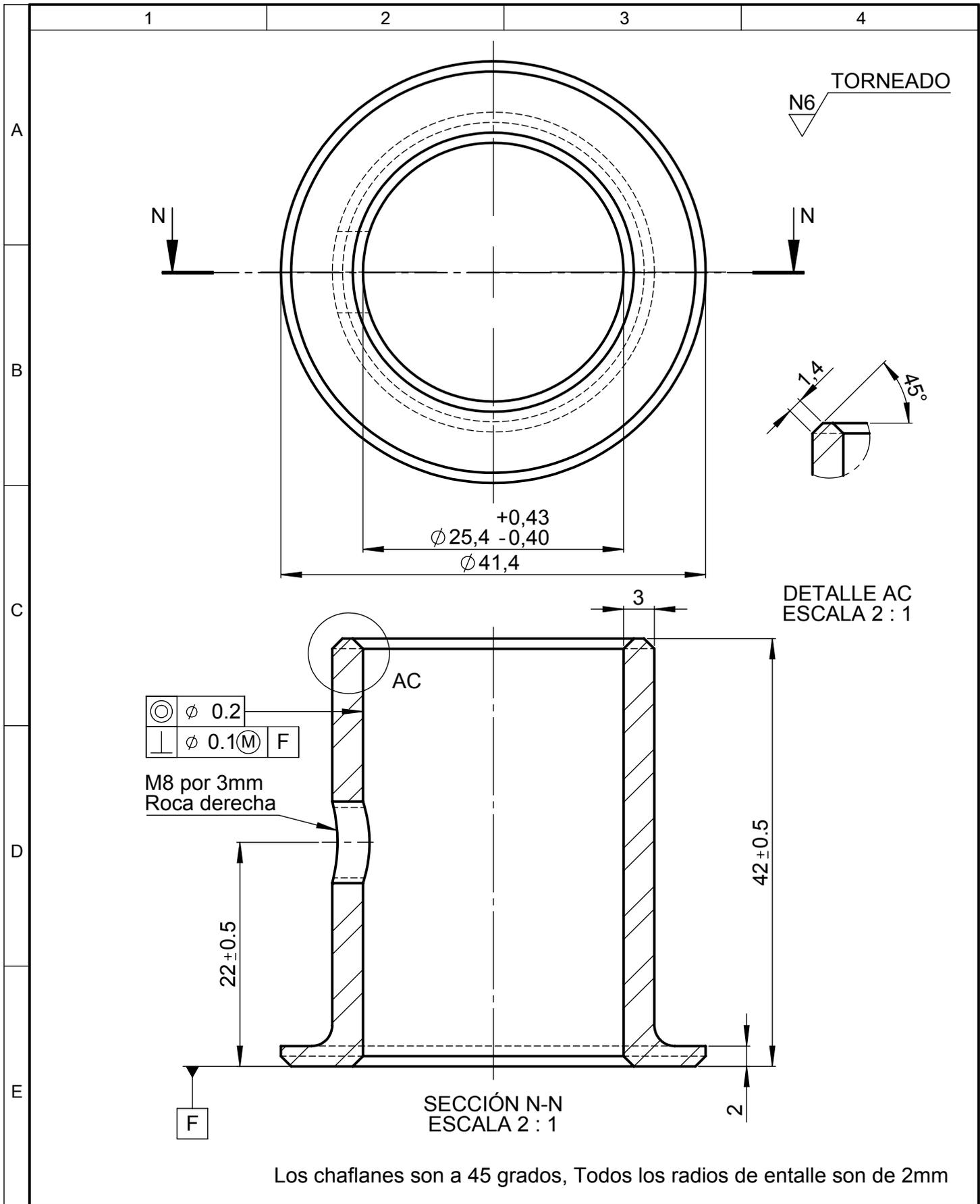
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.5	57.93 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Prensa	1:1
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				U.T.A.		Número del dibujo:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		9	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución:			



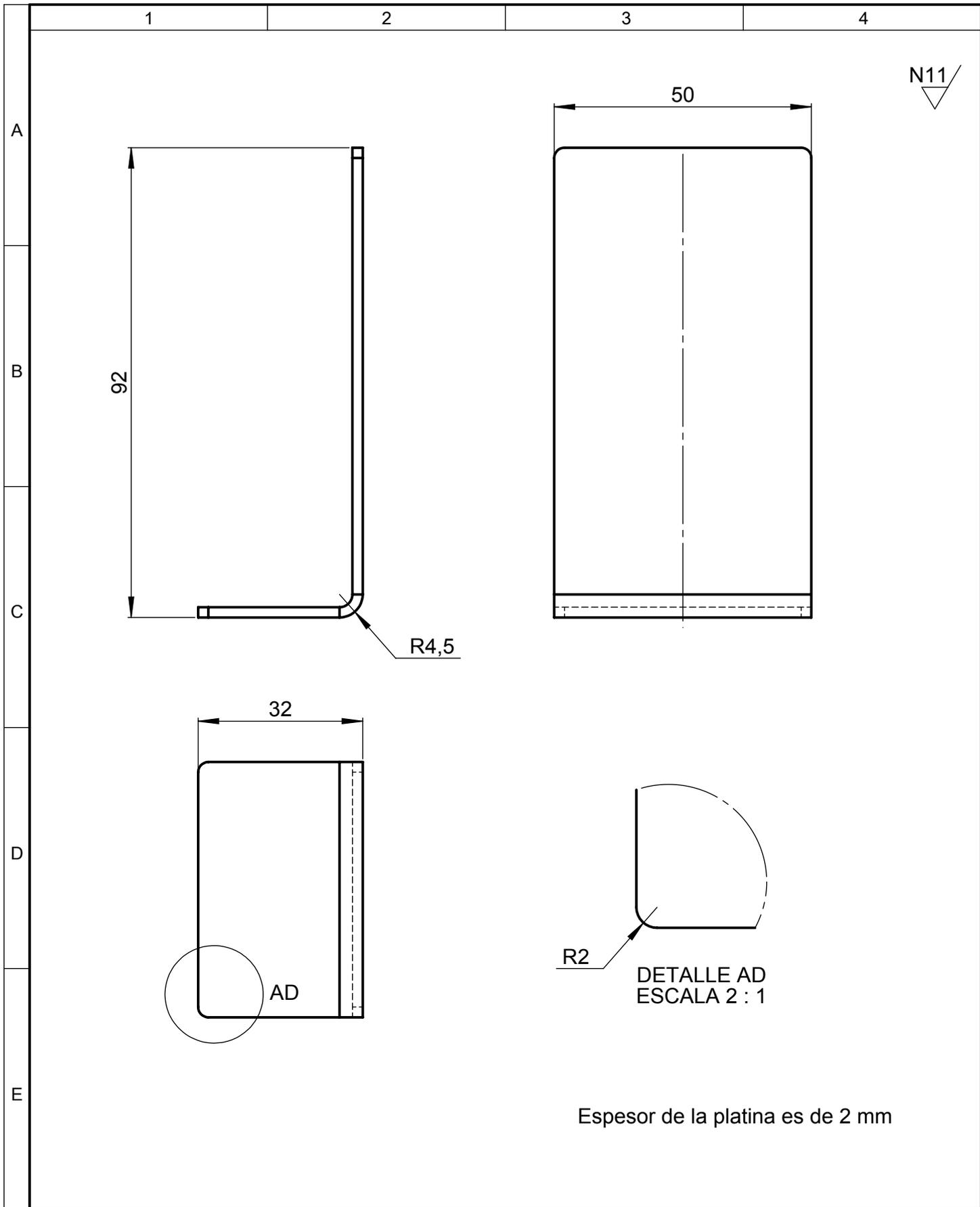
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.8	82974.85 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Escala:	
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	1:20	
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	Registro:	
				<b>U.T.A.</b>		Número del dibujo:	10
				INGENIERIA MECANICA		Sustitución:	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha				



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.5	57.93 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib.	15/05/2018	Omar Jiménez	1:1
				Rev.	21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	
				Apro.	21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número del dibujo:	Registro:
						11	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución:			



				Tolerancia:	Peso:	Material:			
				$\pm 0.5$	95.80 gr	<b>AISI 1018</b>			
				Fecha	Nombre	<b>Tope de rollo</b>		Escala:	
			Dib.	15/05/2018	Omar Jiménez			2:1	
			Rev.	21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe				
			Apro.	21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	Número del dibujo:		Registro:	
				<b>U.T.A.</b>			12		
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	INGENIERIA MECANICA			Sustitución:		



N11

92

50

R4,5

32

AD

R2

DETALLE AD  
ESCALA 2 : 1

Espesor de la platina es de 2 mm

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.5	57.93 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Platina tope del carro movil	1:1
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número del dibujo:	Registro:
						13	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución:	

1

2

3

4

TALADRADO  
N7

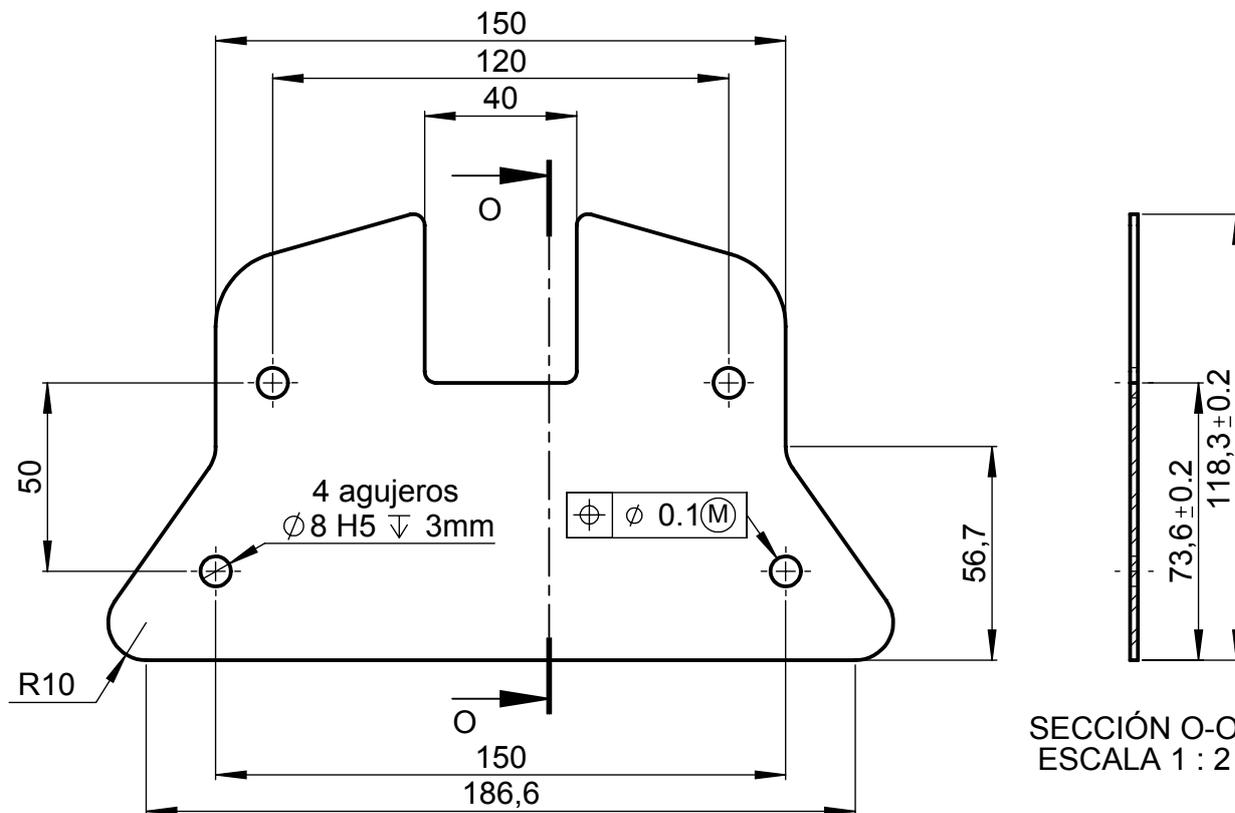
A

B

C

D

E



Tolerancia:

Peso:

Material:

±0.5

57.93 gr

ASTM A36

Fecha

Nombre

Título:

Escala:

Dib.

15/05/2018

Omar Jiménez

Rev.

21/06/2018

Ing. Jorge Guamanquispe

Apro.

21/06/2018

Ing. Jorge Guamanquispe

Platina derecha de sujeción

1:2

U.T.A.

Número del dibujo:

Registro:

INGENIERIA MECANICA

14

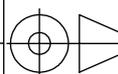
Sustitución:

Edición

Modificación

Nombre

Fecha



1

2

3

4

N7 TALADRADO



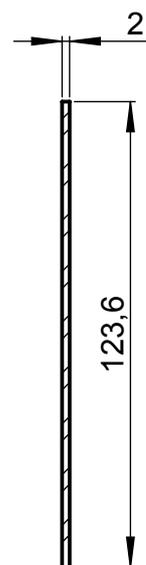
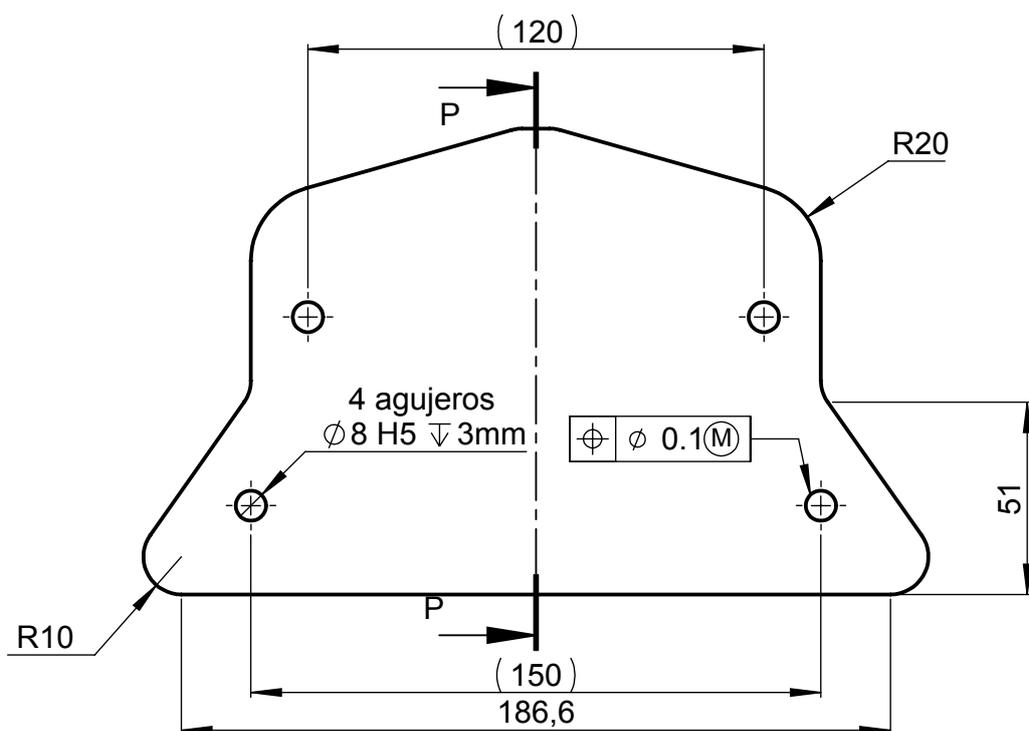
A

B

C

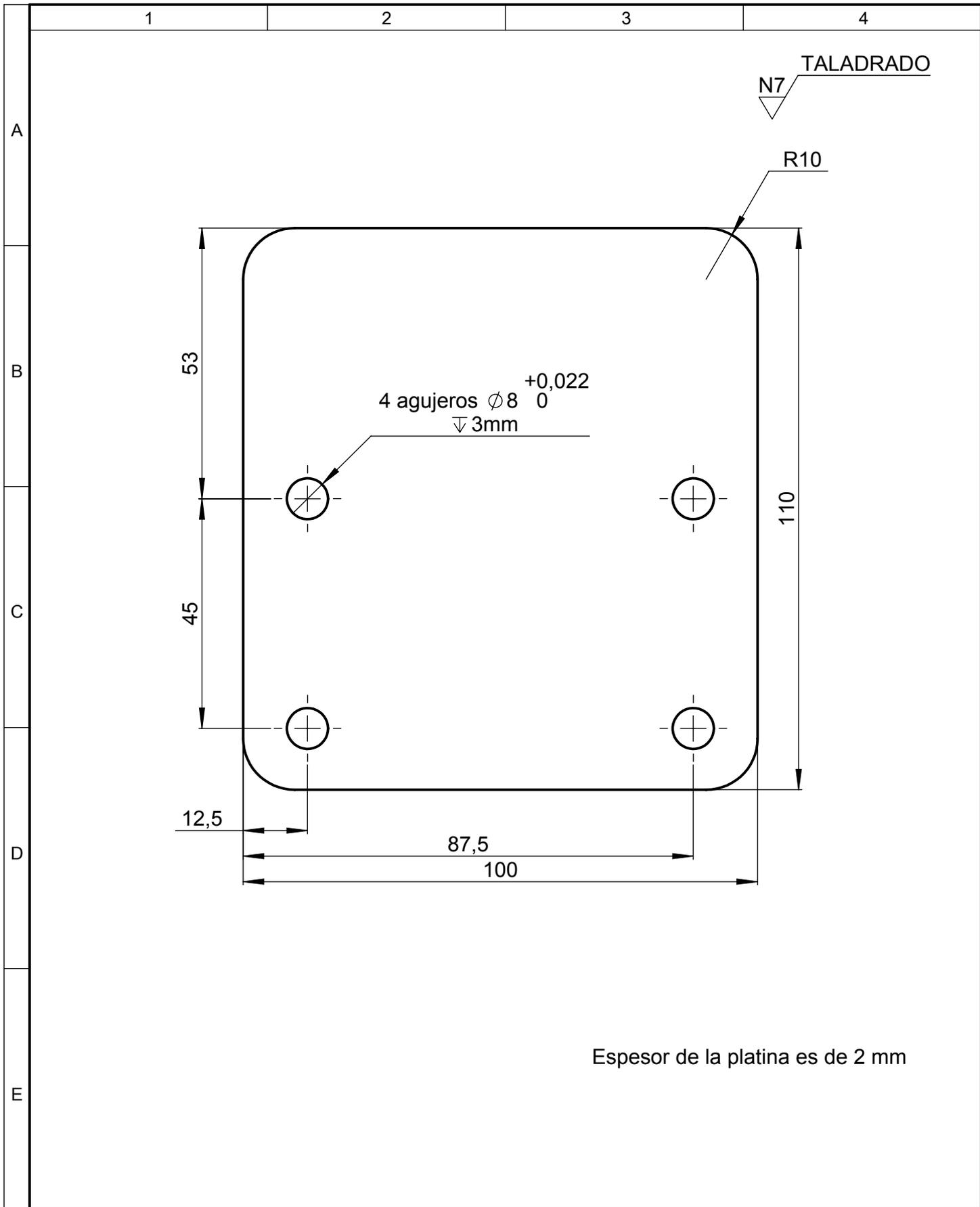
D

E



SECCIÓN P-P  
ESCALA 1 : 2

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				$\pm 0.5$	57.93 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Platina - Tapa	1:1
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				U.T.A.		Número del dibujo:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		15	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución:			



Espesor de la platina es de 2 mm

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.5	57.93 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Platina soporte de garucha	1:2
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número del dibujo:	Registro:
						16	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución:	

1

2

3

4

N7 TALADRADO

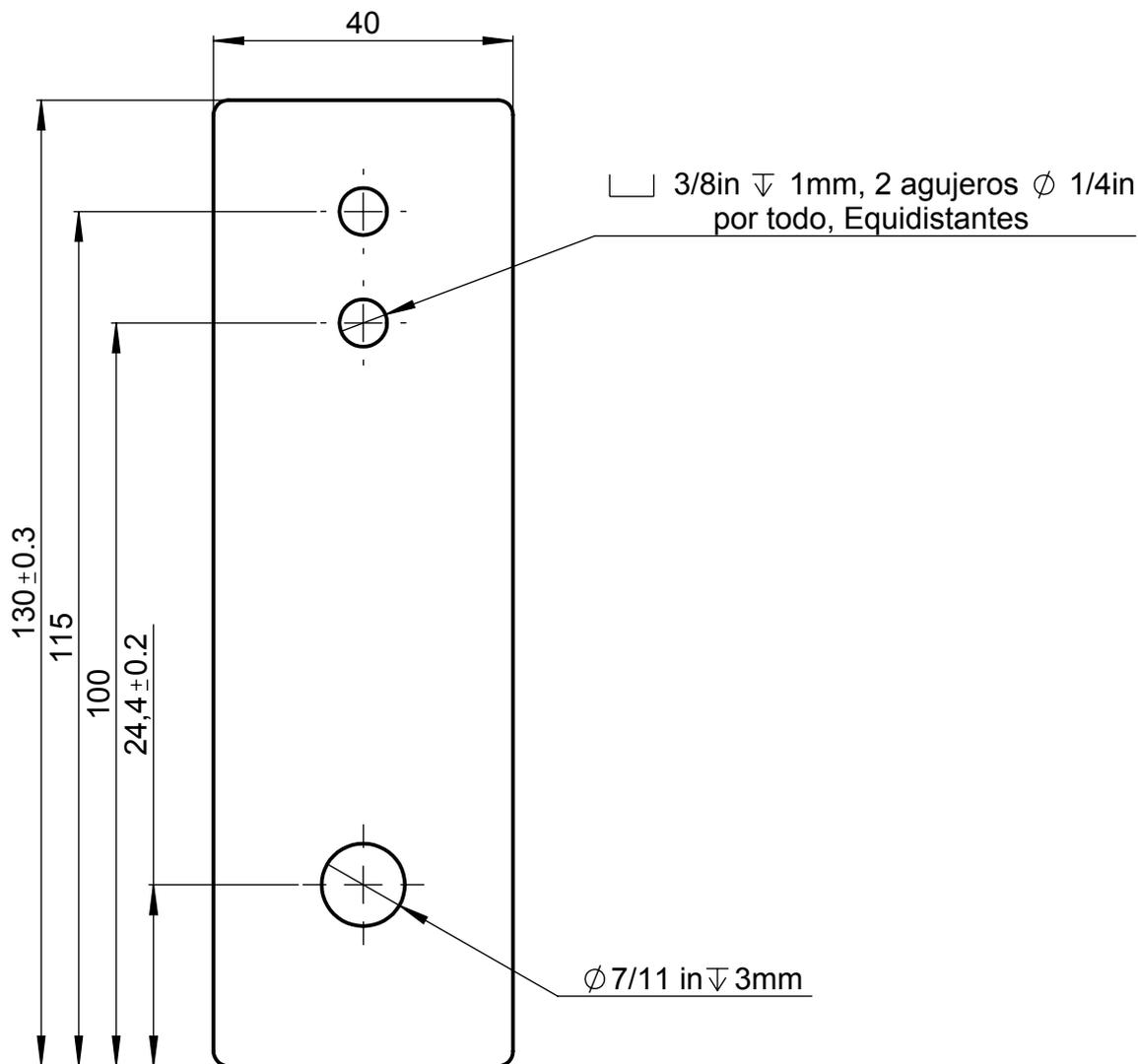
A

B

C

D

E



Espesor de la platina es de 2 mm

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				$\pm 0.5$	57.93 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Platina de riel	1:2
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe		
				U.T.A.		Número del dibujo:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		17	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución:			

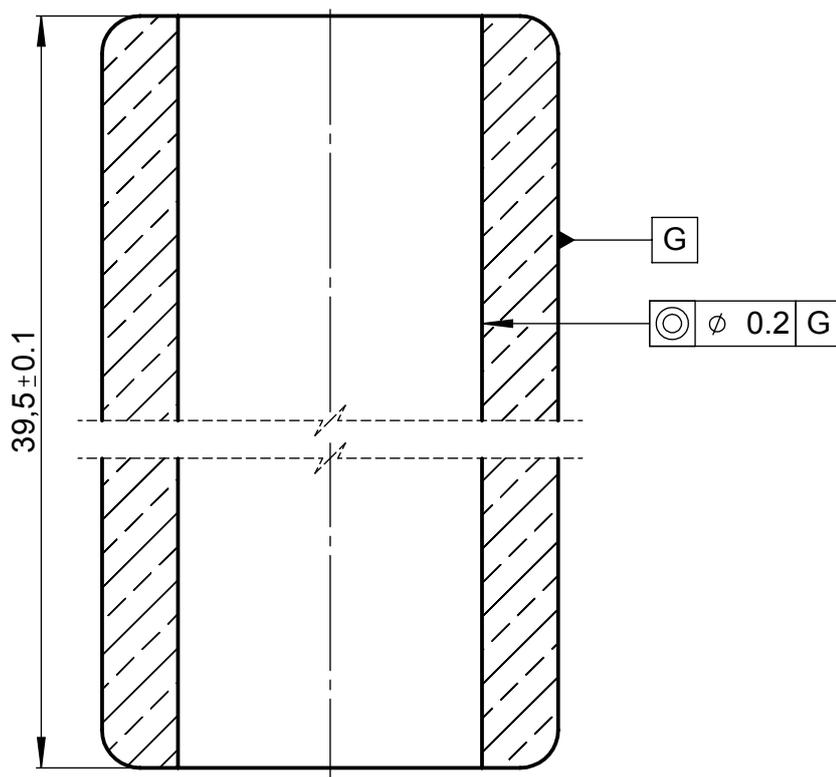
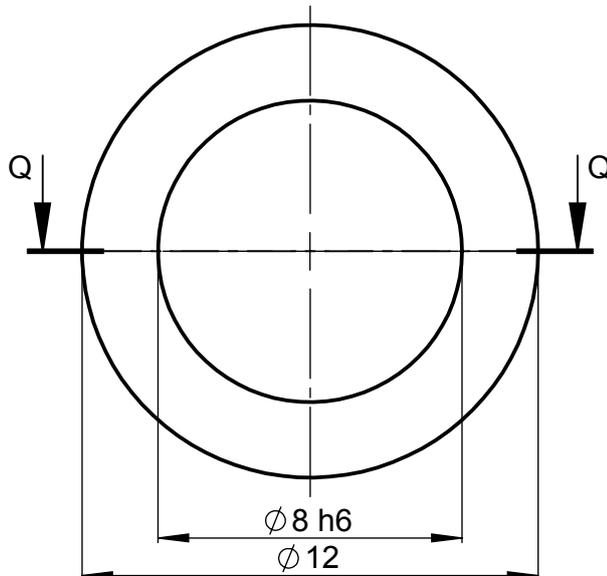
1

2

3

4

N6 TORNEADO



SECCIÓN Q-Q  
ESCALA 5 : 1

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				$\pm 0.5$	57.93 gr	Bronce	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dib. 15/05/2018	Omar Jiménez	Escala:	
				Rev. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	Pin de separación	
				Apro. 21/06/2018	Ing. Jorge Guamanquispe	1:1	
				U.T.A.		Número del dibujo:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		18	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución:			