



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

*Seminario de Graduación 2010, previo a la obtención del Título de Ingeniero
Mecánico*

TEMA:

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE ROLADO DE LÁMINAS METÁLICAS
Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE OPERACIÓN EN LA
FABRICACIÓN DE TANQUES INOXIDABLES EN LA EMPRESA
INOX-TEC EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.”**

AUTOR: Danny Wilfrido Mejía Ordoñez

TUTOR: Ing. María Belén Ruales

AMBATO-ECUADOR

2011

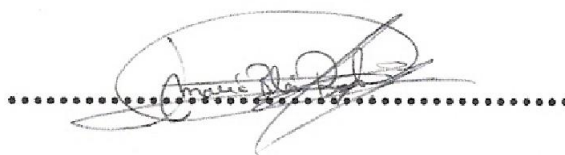
CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación “ESTUDIO DEL PROCESO DE ROLADO DE LÁMINAS METÁLICAS Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE OPERACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES INOXIDABLES EN LA EMPRESA INOX-TEC EN LA CIUDAD DE LATAACUNGA. Elaborado por el señor: Danny Wilfrido Mejía Ordoñez, egresado de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente tesis es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Agosto del 2011.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'María Bélen Ruales', is written over a horizontal dotted line.

ING. MARÍA BÉLEN RUALES
TUTOR

AUTORÍA

El contenido del presente trabajo desarrollado, así como sus ideas y opiniones son de exclusiva responsabilidad de su autor.

A handwritten signature in black ink that reads "Danny Mejía Ordoñez". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a hand-drawn rectangular box with arrows pointing outwards from the corners.

Danny Mejía Ordoñez

C.I. 180374706-0

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Mecánica por abrirme las puertas de la institución para llenarme de conocimientos y poder defenderme de las adversidades laborales futuras, en especial a los docentes tutores, por su desempeño, su permanente ayuda, sus conocimientos, me han permitido realizar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A.- PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
RESUMEN EJECUTIVO ESPAÑOL.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xvi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

RESUMEN

SEMINARIO DE GRADUACIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: ESTUDIO DEL PROCESO DE ROLADO DE LÁMINAS METÁLICAS Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE OPERACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES INOXIDABLES EN LA EMPRESA INOX-TEC EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.

El presente trabajo investigativo, tiene como tema: “ESTUDIO DEL PROCESO DE ROLADO DE LÁMINAS METÁLICAS Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE OPERACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES INOXIDABLES EN LA EMPRESA INOX-TEC EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”. La metodología utilizada es el estudio bibliográfico, de campo, siendo las pruebas de funcionamiento la base fundamental para el análisis e interpretación de resultados.

Los resultados obtenidos son satisfactorios, debido a que se logró sustituir una máquina operada manualmente por una máquina eléctrica semiautomática.

Llegando a la conclusión que con la implementación de un sistema de transmisión mecánico y se logro reducir el esfuerzo físico que realizaba el operador con la máquina antigua y mediante una palanca se daba presión atreves de tornillos para curvar la lámina.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal solucionar una necesidad de trabajo que requiere una empresa dedicada a la fabricación de tanques inoxidables desde hace poco tiempo atrás que por diversos factores no a logrado implementar en su negocio una máquina que cause acelere el proceso de rolado de láminas metálicas de acero inoxidable.

Este trabajo consta de seis capítulos distribuidos de la siguiente manera: El primer capítulo trata sobre. El problema que va a ser investigado, En el capítulo segundo, hace referencia al Marco Teórico, encontrándose temas tales como montaje y desmontaje de neumáticos, motores, sistemas neumáticos, elementos de transmisión, hipótesis y variables de estudio. El tercer capítulo se refiere a la metodología que es bibliográfica, de campo, también la operacionalización de variables del tema. El cuarto capítulo trata del análisis e interpretación de resultados, en su desarrollo consta las imagines correspondientes de las pruebas de funcionamiento de la máquina implementada. El quinto capítulo corresponde a las conclusiones y recomendaciones de la propuesta ejecutada y finalmente el capítulo sexto plantea la propuesta, motivo de la presente investigación, aquí se detalla todos los cálculos, esquemas, costo total de la propuesta desarrollada, también incluimos gestiones de mantenimiento y un plan de mejoras.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
1. EL PROBLEMA	
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	3
1.2.3 PRÓGNOSIS	3
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	4
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.6.1 DE CONTENIDO	4
1.2.6.2 ESPACIAL	5
1.2.6.3 TEMPORAL	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	8
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.3.1 ROLADO.....	9
2.3.1.1 GENERALIDADES.....	9
2.3.1.2 DEFINICIÓN.....	10
2.3.2 PROCESOS DE ROLADO	11
2.3.2.1 ROLADO DE PLANOS.....	11
2.3.2.2 ROLADO DE NO PLANOS	12
2.3.3 EQUIPOS DE ROLADO	13

2.3.3.1 ROLADORAS DE TRES RODILLOS.....	14
2.3.3.2 ROLADORAS DE CUATRO RODILLOS.	16
2.3.3.3 MATERIAL DE LOS RODILLOS PARA ROLAR	18
2.3.3.4 PARÁMETROS DEL ROLADO	18
2.3.3.4.1 PARÁMETROS DE LA GEOMETRÍA DE LA MÁQUINA	18
2.3.3.4.2 PARÁMETROS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL	19
2.3.3.4.4 PARÁMETROS DE LA GEOMETRÍA DEL MATERIAL.....	20
2.3.3.4.5 RELACIÓN ENTRE LA GEOMETRÍA DE LA PIEZA Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL	20
2.3.3.5 DEFECTOS DEL ROLADO	21
2.3.3.6 LUBRICANTES PARA EL PROCESO DE DOBLADO	22
2.3.3.8 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	23
2.3.3.9 EL PROCESO DE OPERACIÓN DE UNA EMPRESA.....	23
2.3.3.10 ESTADÍSTICO.....	23
2.3.3.11 TEORÍA UTILIZADA EN EL CÁLCULO DE LA ROLADORA.....	25
2.4 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	40
2.5 HIPÓTESIS	40
2.5 VARIABLES DEL ESTUDIO	41
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	41
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	41
3.1 ENFOQUE.....	42
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	44
3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	45
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	46

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	46
4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	47
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	47
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	51
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	51
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1 CONCLUSIONES	62
5.2 RECOMENDACIONES	63
6. PROPUESTA	64
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	65
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	65
6.3 JUSTIFICACIÓN	66
6.4 OBJETIVOS	66
6.4.1 OBJETIVO GENERAL	66
6.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	67
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	67
6.6 FUNDAMENTACIÓN	68
6.6.1 FACTORES DE DISEÑO.....	68
6.6.1.1 LA POTENCIA NECESARIA	68
6.6.1.2 LAS CARGAS MECÁNICAS QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE LA ROLADORA.....	68
6.6.1.3 EL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL A ROLAR.....	69
6.6.1.4 LA VIDA ÚTIL DE SERVICIO	69
6.6.1.5 EL MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y COSTO DE LA ROLADORA.....	69
6.6.1.6 SISTEMA DE CONTROL	70
6.6.2 DISEÑO DE LA ROLADORA.....	70
6.7.1 ESTRUCTURA DE SOPORTE	108
6.7.2 SISTEMA DE REGULACIÓN DEL RODILLO SUPERIOR	110

6.7.3 RODILLOS.....	112
6.7.4 MONTAJE.....	115
6.7.5 INVERSIÓN DE GIRO	119
6.7.6 SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	121
6.7.7 DATOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS REALIZADAS EN LA MÁQUINA ELECTROMECAÁNICA.....	124
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	125
6.8.1 RECURSOS ECONÓMICOS DE LA INVESTIGACIÓN	125
6.8.2 ESTRUCTURA DE LA ROLADORA.....	127
6.8.3 SISTEMA DE REGULACIÓN Y ELEVACIÓN DEL RODILLO SUPERIOR.....	128
6.8.4 MOTOREDUCTOR, CATARINAS Y CADENA.....	129
6.8.5 CIRCUITO DE CONTROL.....	129
6.8.6 ACABADO DE LA MÁQUINA.....	130
6.8.7 MANO DE OBRA.....	131
6.8.8 ROLADORA ELECTROMECAÁNICA	131
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	132
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	138
1. BIBLIOGRAFÍA	138
2. ANEXOS.....	139
3. PLANOS	157

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
Fig. 2.1 Proceso de Rolado.	9
Fig. 2.2 Lámina Metálica de Trabajo Precurvado.	10
Fig. 2.3 Lámina Metálica de Trabajo Rolada.	11
Fig. 2.4 Rodillo Superior con Movimiento Vertical.	11
Fig. 2.5 Fabricación de Cilindros para Tanques	12
Fig. 2.6 Fabricación de Conos para Decantadores	12
Fig. 2.7 Proceso de Rolado de Perfiles.	13
Fig. 2.8 Rolado de Perfiles para Pórticos.	13
Fig. 2.9 Roladora Tipo Pinch.	14
Fig. 2.10 Roladoras de Zapato IMCAR series Tsih.	15
Fig. 2.11 Roladora Manual.	16
Fig. 2.12 Roladora Neumática Tech.	17
Fig. 2.13 Roladora Hidráulica Tech.	17
Fig. 2.14 Parámetros Roladora.	19
Fig. 2.15 Figuras Simétricas.	20
Fig. 2.16 Curva Tensión-Deformación	21
Fig. 2.17 Tornillo de Fuerza o Potencia	28
Fig. 2.18 a) Rosca American National o Unificada, b) Rosca Cuadrada, c) Rosca Acme.	28
Fig. 2.19 Nomenclatura de una rosca de tornillo [Shigley 1990]	28
Fig. 2. 20 Relación De Tenciones De Remaches Y Tornillos [Shigley 1990]	39
Fig. 4.1.1 Distribución normal del tiempo de rolado de la lámina de 3 mm.	50

Fig. 4.1.2 Distribución normal del tiempo de rolado de la lámina de 1.5 mm.	51
Fig. 6.1 Parte lateral de los Rodillos.	68
Fig. 6.2 Espesor y ancho de la lámina metálica.....	68
Fig. 6.3 Deformación de la lámina metálica.....	69
Fig. 6.4 Deformación máxima y Radio de curvatura máximo obtenida de la lámina de acero inoxidable 304.	70
Fig. 6.5 Carga Distribuida.	75
Fig. 6.6 Diagrama de cuerpo libre	76
Fig. 6.7 Diagrama de Momentos y Fuerza Cortante	79
Fig 6. 8 Fuerzas aplicadas en el tornillo	88
Fig. 6.9 Fuerza aplicada en la Catarina.....	95
Fig. 6.10 Dimensiones de la chaveta	96
Fig. 6.11 Dimensiones de la chaveta	96
Fig. 6.12 Longitud de la chaveta	98
Fig. 6.13 Soporte o Mesa.	98
Fig. 6.7.1 Esquema del diseño del sistema de regulación.	106
Fig. 6.7.2 Esquema de los rodillos inferiores	108
Fig. 6.7.3 Esquema del rodillo superior	109
Fig. 6.7.4. Inversión de giro	113

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
TABLA N° 3.1 Operacionalización de variable.....	44
TABLA N° 3.2 Operacionalización de variable.....	45
TABLA N° 4.1. Proceso de rolado	47
TABLA N° 4.1.1 Tiempo de Operación de Rolado para lámina de 3 mm.	48
TABLA N° 4.1.2 Tiempo de Operación de Rolado para lámina de 1.5 mm.....	50
TABLA N° 4.3.1 Análisis de datos obtenidos de las muestra tomadas en el proceso de rolado	51
TABLA N° 4.3.2 Distribución de Datos Calculados	52
TABLA N° 4.3.3 Datos de Frecuencia Real	52
TABLA N° 4.3.4 Cálculo del JI cuadrada	53
TABLA N° 4.3.5 Cálculo de la frecuencia relativa.....	53
TABLA N° 4.3.6 Análisis de datos obtenidos de las muestra tomadas en el proceso de rolado de láminas metálicas de 1,5 mm de espesor	55
TABLA N° 4.3.7 Distribución de Datos Calculados	55
TABLA N° 4.3.8 Datos de Frecuencia Real.....	56
TABLA N° 4.3.9 Cálculo del JI cuadrada.....	56
TABLA N° 4.3.10 Cálculo de la frecuencia relativa.....	57
TABLA N° 6.7.1 Materiales de la estructura.....	103
TABLA N° 6.7.2 Materiales del sistema de regulación del rodillo superior.....	102
TABLA N° 6.7.3 Materiales de los rodillos.....	107
TABLA N° 6.7.4 Materiales del sistema transmisión.	114
TABLA N° 6.8.1 Recursos económicos de la investigación.....	119
TABLA N° 6.8.2 Costos del material de la estructura de soporte de la roladora.....	120
TABLA N° 6.8.3 Costos de los rodillos y del sistema de regulación para la elevación del rodillo superior.....	121
TABLA N° 6.8.4 Costos del sistema de transmisión.....	122

TABLA N° 6.8.5 Costos de materiales para la construcción del circuito de control.....	122
TABLA N° 6.8.6 Costos de acabado de la máquina.....	123
TABLA N° 6.8.7 Costos de mano obra.....	124
TABLA N° 6.8.8 Costo final de la roladora.....	124

ÍNDICE DE IMAGENES

CONTENIDO	Pág.
IMAGEN 4.1. Máquina Roladora Manual.....	48
IMAGEN 6.7.1. Estructura o mesa de soporte.....	104
IMAGEN 6.7.2. Mesa o soporte.....	110
IMAGEN 6.7.3. Montaje de la placa lateral izquierda sobre la mesa mediante sujetadores roscados	110
IMAGEN 6.7.4. Montaje de los rodillos inferiores	111
IMAGEN 6.7.5. Montaje de la placa lateral derecha	111
IMAGEN 6.7.6. Montaje del sistema de regulación.	112
IMAGEN 6.7.7. Montaje del rodillo superior.....	112
IMAGEN 6.7.8. Pintado de la Estructura.....	113
IMAGEN 6.7.9. Botonera.....	114
IMAGEN 6.7.10. Contactores Instalados.....	114
IMAGEN 6.7.11. Instalación del Moto-reductor.....	115
IMAGEN 6.7.12. Sistema de transmisión.....	117
IMAGEN 6.7.13. Roladora Electromecánica.....	117

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 TEMA

ESTUDIO DEL PROCESO DE ROLADO DE LÁMINAS METÁLICAS Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE OPERACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES INOXIDABLES EN LA EMPRESA INOX-TEC EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

En el Ecuador casi todas las empresas dedicadas a la fabricación de tanques inoxidables para el transporte y almacenamiento de alimentos o combustibles basan su producción en la economía, tomando en cuenta el desarrollo de los principales países transportadores.

Un inconveniente de estas empresas ha sido desarrollar procesos de producción que permitan el crecimiento económico de las mismas en cuanto a la disminución de tiempos de producción y mejoramiento en la implementación de maquinaria, un principal factor para que esto ocurra es el proceso de rolado es antiguo o con maquinaria rústica que algunas empresas todavía lo utilizan , otro factor es la falta de actualización de procesos de operación utilizando nueva tecnología para la disminución de tiempos, movimientos y procesos de control de calidad.

Las empresas fabricantes de tanques inoxidables para transporte y almacenamiento de alimentos o combustibles también han evolucionando, tanto

así que actualmente se fabrican una variedad de tanques inoxidable en cuanto a dimensiones y utilidad. Muchas empresas no cuentan con la tecnología necesaria para la fabricación de tanques inoxidable, este factor ha hecho que la pérdida de tiempo en este proceso de operación sea un principal factor en cuanto a los beneficios económicos que una empresa consigue, y por consiguiente sea un importante problema.

En el país generalmente existen pequeñas y medianas empresas las cuales se dedican a la fabricación y reparación de tanques para el transporte y almacenamiento alimenticio o de combustible.

En la Provincia de Cotopaxi, en la actualmente existe numerosos fabricantes de tanques inoxidable que, como sucede a nivel nacional, tampoco cuentan con la tecnología adecuada para el proceso de operación, debido a la falta de conocimientos.

En la actualidad existe un importante problema en el proceso de rolado para el ensamblado, debido a la falta de implementación de maquinaria que facilite el trabajo, esto se da en las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la fabricación y reparación de tanques inoxidable.

En la ciudad de Latacunga, un porcentaje de habitantes se dedican desde hace años a la fabricación de tanques. Abuelos y bisabuelos de los actuales fabricantes de la ciudad, fabricaban y reparaban sin conocimientos y maquinaria inadecuada. Por eso la empresa Inox-Tec se ha visto en la necesidad de implementar maquinaria eficiente para la operación sin afectar la economía y mano de obra de la misma.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

La empresa no ha invertido en equipos tecnológicos debido a los altos costos y bajo presupuesto de la misma, este problema se suscita en la mayor parte de las empresas que están empezando a sobresalir en la industrialización.

Cabe mencionar que la utilización de maquinaria de baja calidad causa inconvenientes en el proceso de rolado. Esto conlleva a tener dificultades en el momento de ensamblado. De igual manera la insuficiente maquinaria trae problemas en la construcción de nuevos productos. Esto hace que la empresa disminuya su demanda y confianza de nuevos clientes.

Por lo tanto es importante proponer soluciones adecuadas para el proceso de fabricación a fin que la empresa mejore su desempeño y desarrollo, garantizando eficiencia en los procesos de fabricación brindando seguridad al operador vinculados con la empresa, y proporcionando a la sociedad productos de buena calidad.

1.2.3 PRÓGNOSIS

En muchas ocasiones las pequeñas empresas no cuentan con maquinaria suficiente para la fabricación, factor principal y primordial para el desarrollo y crecimiento de una empresa. De continuar con este problema, la empresa que fabrica tanques, tendrá complicaciones graves como es la inestabilidad económica, debido a que este problema se verá reflejado a largo plazo que afectaría hasta llegar al cierre de la fábrica.

Al identificar un problema en la empresa, que es también la baja producción la cual podría enfrentar el efecto como es, la pérdida de los clientes, la disminución de las ventas al no poder competir con otros fabricantes que dispongan con maquinaria automatizadas o procesos de control definidos.

Otro factor que causará problemas a futuro es la falta de un estudio en cuanto al proceso de rolado se refiere, ya que en el mercado de nuestro medio, lo que primero que se toma en cuenta es la calidad del producto final.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El proceso de rolado de láminas metálicas, de qué manera incide en el tiempo de operación en la fabricación de tanques inoxidables en la empresa Inox-Tec de la ciudad de Latacunga?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Existen estudios realizados del proceso de rolado de laminas metálicas en la fabricación de tanques inoxidables?
- ¿De qué forma se reduce fácilmente los tiempos actuales en proceso de rolado de láminas metálicas?
- ¿Cuántas alternativas serán las más idóneas para la solución al problema planteado?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1 DE CONTENIDO

El estudio del proceso de rolado de láminas metálicas en la fabricación de tanques inoxidables está ligada con la Ingeniería Mecánica, básicamente comprende las siguientes áreas:

- Mecanismos.
- Diseño de Elementos Mecánicos.
- Elementos Finitos I y II.

1.2.6.2 ESPACIAL

La presente investigación se realizará en Ecuador, Provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga, Empresa Inox-Tec. También tendrá estudios bibliográficos que se realizará en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de ingeniería Civil y Mecánica.

1.2.6.3 TEMPORAL

La presente investigación se realizará en los meses comprendidos entre Febrero del 2011 hasta Julio del 2011.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La importancia de la realización de este estudio, es que se pretende incentivar el desarrollo de nuevas formas tecnológicas para solucionar problemas que se presentan en la empresa, que tengan una producción considerable y la necesidad de despachar rápidamente sus productos.

Se llegaría a dar por medio de la aplicación de todos los conocimientos adquiridos durante la vida estudiantil, esto dependerá de una buena selección de materiales y la vida que se le pretenda dar a una cierta máquina, etc. Obteniendo elementos mecánicos de buena calidad que desempeñen una correcta función y que produzca satisfacción a nuestros clientes reduciendo costos, disminuyendo tiempo, esfuerzo humano y dinero. También se estará creando puestos de trabajo con la implementación de maquinaria.

Este trabajo de investigación tiene también como propósito averiguar el proceso de fabricación de tanques, también se indaga todo lo referido a la utilización de la materia prima, la comercialización y el mejoramiento del producto.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio del proceso de rolado de láminas metálicas y su incidencia en el tiempo de operación en la fabricación de tanques inoxidables en la empresa Inox-Tec en la ciudad de Latacunga.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar el proceso de rolado de láminas metálicas en la fabricación de tanques inoxidables en la empresa Inox-Tec.
- Analizar los tiempos de operación en la fabricación de tanques inoxidables en la empresa Inox-Tec.
- Plantear una alternativa de solución al problema planteado.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Fuente: Tesis

Autor: López Sánchez Fabián Augusto.

Año de Publicación: 2010

Lugar: Mecánica de Héctor López e Hijos de la ciudad de Ambato.

Tema: “Diseño y construcción de una roladora eléctrica semiautomática de dobles de tubo redondo para disminuir las marcas al momento de realizar la conformación”.

Objetivo General: Diseñar y construir una Roladora eléctrica semiautomática de dobles de tubo para disminuir las marcas al momento de realizar la conformación.

Conclusiones:

- Para el accionamiento de la roladora se utilizó pulsadores de tal manera que para el operador sea de fácil manipulación.
- Esta roladora se construyó con materiales existentes en la empresa de tal manera que la maquina no represento una inversión considerable para la misma.

Fuente: Tesis

Autor: Byron Saúl Iza Iza.

Año de Publicación: 2007

Lugar: Escuela Politécnica Nacional, Laboratorio de Procesos de Producción Mecánica.

Tema: “Dimensionamiento y construcción de una roladora manual para laboratorio”

Objetivo General: El objetivo general de este proyecto de titulación es dimensionar y construir una roladora manual para laboratorio, el mismo que permita realizar en lamina metálica delgada la forma curva deseada, con grado de calidad aceptable, permitiendo al estudiante en la materia de Conformado Mecánica realizar prácticas de rolado en el taller.

Conclusiones:

- En la fabricación de los diferentes elementos que componen la roladora manual, no existe mayor complejidad del mismo y en parte son de fácil obtención en el mercado nacional.
- Esta roladora se construyó con materiales existentes en la empresa de tal manera que la maquina no represento una inversión considerable para la misma.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El propósito que persigue el desarrollo de esta investigación es ampliar y tener un mayor conocimiento de formas prácticas y sencillas de solucionar problemas que se encuentran a diario dentro de una empresa, que es el lugar donde vamos a poner en práctica los conocimientos adquiridos y tener presente siempre las mejoras que se pueden obtener al utilizar nuevos procesos para llegar a cumplir los objetivos planteados.

Una de ellas es el enfoque critico-propositivo, ya que por medio de este se considera la participación de los involucrados en el problema, y realiza investigación para relacionar causas y efectos del mismos, a fin de plantear alternativas de solución.

Las empresas que han tenido éxito en el proceso de comercialización y fabricación de tanques inoxidables son aquellas que vienen aplicando de una u otra forma la estrategia de comercio exterior, y muchas otras con base a esta estrategia están cambiando su forma de pensar y por tanto de actuar, de hecho,

están rediseñando todo el proceso tanto en el aspecto físico como en el espiritual para ser enfocado hacia los productores, clientes y hacerla eficiente.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.3.1 ROLADO

2.3.1.1 GENERALIDADES¹

Una de las más importantes operaciones del conformado mecánico es el proceso de doblado, en el cual el metal es obligado a tomar una nueva forma, por movimiento y flujo plástico. Estos movimientos se realizan alargando y contrayendo las dimensiones de todos los elementos de volumen, en sus tres direcciones ortogonales; en donde, la forma final de la pieza será la integración de estos movimientos.

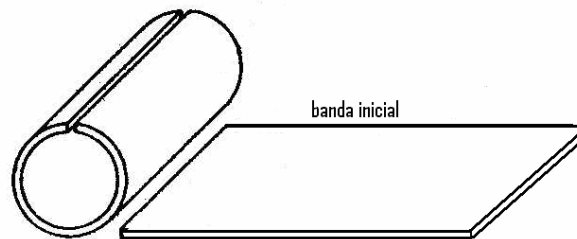


Fig. 2.1 Proceso de Rolado.

Fuente: ITS “Don Bosco” Curso Básico de Matricería.

Además, este puede ser clasificado como un proceso de flexión pura, pues la deformación plástica ocurre debido a la aplicación de momentos de flexión.

Las operaciones de doblado o curvado se los realiza en prensas, plegadoras, máquinas formadas de varios rodillos, enderezadoras y bancos de estirado. El doblado abarca al proceso de rolado, el mismo que para su efecto utiliza rodillos.

En el proceso de rolado el doblado tiene una relación importante ya que el material a doblar es obligado a tomar la forma curva deseada por medio de tres o más rodillos con el fin de obtener piezas cilíndricas.

¹ **AYALA, Rodolfo**, (1991) Diseño y Construcción de una Roladora con Motor. EPN. Tesis

Actualmente las operaciones de doblado son muy variadas, y su éxito depende de la tenacidad del material que ha de usarse. En operaciones simples de doblado, un lado de la pieza de trabajo se deforma bajo tensión y el otro bajo compresión; pero en el doblado a nivel industrial generalmente se combina con compresión y alargamiento.

2.3.1.2 DEFINICIÓN²

Se llama rolado al proceso de conformado mecánico por flexión, que consiste en deformar plásticamente láminas o perfiles metálicos al hacerlos pasar por medio de rodillos. Uno de ellos superior que se desliza verticalmente hasta que roce al material y con movimiento del resto de los rodillos hace posible su funcionamiento y a su vez el pre curvado de la pieza de trabajo.



Fig. 2.2 Lámina Metálica de Trabajo Precurvado.

Fuente: <http://www.ferremaq.com>

² <http://www.ferremaq.com>



Fig. 2.3 Lámina Metálica de Trabajo Rolada.

Fuente: <http://www.ferremaq.com>



Fig. 2.4 Rodillo Superior con Movimiento Vertical.

Fuente: <http://www.ferremaq.com>

2.3.2 PROCESOS DE ROLADO³

2.3.2.1 ROLADO DE PLANOS

Se refiere al trabajo que consiste en doblar lámina utilizando un radio relativamente amplio con el propósito fundamental de obtener la forma curva deseada. Se emplea este proceso en general para la fabricación de cilindros para

³ www.ferremaq.com

tanques, conos para decantadores. (Figuras: 3.5 y 3.6). Otras formas cilíndricas tales como las chimeneas de las estufas o bajantes de canales, etc.



Fig. 2.5 Fabricación de Cilindros para Tanques

Fuente: <http://www.ferremaq.com>



Fig. 2.6 Fabricación de Conos para Decantadores

Fuente: <http://www.ferremaq.com>

2.3.2.2 ROLADO DE NO PLANOS⁴

En esta categoría se encuentran los procesos de rolado de perfiles, para lo cual las máquinas para este tipo se encuentran equipadas con soporte de apertura, cierre manual, extensiones para incorporar rodillos para el curvado de perfiles, pedales para la rotación de los rodillos y protecciones de seguridad. El rolado de perfiles en general se emplea para la fabricación de arcos arquitectónicos, pórticos curvos, arcos para túneles, etc. (Figuras 2.7 y 2.8)

⁴ <http://www.ferremaq.com>



Fig. 2.7 Proceso de Rolado de Perfiles.

Fuente: <http://www.ferremaq.com>



Fig. 2.8 Rolado de Perfiles para Pórticos.

Fuente: <http://www.ferremaq.com>

2.3.3 EQUIPOS DE ROLADO⁵

En general las roladoras son de mucha utilidad para el doblado ya sea de láminas o de perfiles metálicos, en las empresas como en los talleres mecánicos básicamente se puede encontrar formadas por tres y cuatro rodillos de cuya disposición depende su clasificación:

⁵ <http://www.imcar.series.com>

2.3.3.1 ROLADORAS DE TRES RODILLOS

Estas pueden ser de rodillos simétricos o asimétricos, el rodillo superior es fijo mientras que los otros rodillos inferiores tienen movimiento independiente uno del otro, lo que permite el precurvado de la pieza teniendo como resultado los diámetros requeridos.

2.3.3.1.1 Roladora Tipo Pinch⁶.

Esta roladora se encuentra formada por tres rodillos, cuyos centros forman un triángulo isósceles, su vértice superior es el centro del rodillo de mayor diámetro, el mismo que es graduable y transmite la fuerza de doblado.

Los rodillos inferiores son de menor diámetro que el superior, y no tienen tracción, su funcionamiento está dado por el roce con el material; estos rodillos son fijos.

En general el movimiento de estos rodillos se lo hace por medio de motores, cuya velocidad de giro de los rodillos es controlada por un sistema de engranajes.



Fig. 2.9 Roladora Tipo Pinch.

Fuente: <http://www.dismamex.com.mx/imcar.html>

⁶ <http://www.dismamex.com.mx/imcar.html>

2.3.3.1.2 Roladora Tipo Zapato Tsih⁷

Está formada por tres rodillos, dos de los cuales (los pequeños) transmiten el movimiento, permaneciendo fijos durante su funcionamiento y son graduables dependiendo del espesor del material; en cambio el tercer rodillo es el que da la curvatura del material gracias a su movimiento en dirección diagonal y gira solo por rozamiento con el material; la entrada del material se lo hace por los rodillos fijos, el movimiento es por medio de motores, cuya velocidad de giro de los rodillos es controlada por un sistema de engranajes.



Fig. 2.10 Roladoras de Zapato IMCAR series Tsih.

Fuente: <http://www.dismamex.com.mx/imcar.html>

2.3.3.1.3 Roladora Manual⁸.

Está formada por tres rodillos, su funcionamiento es manual. En general el movimiento de los rodillos inferiores se los realiza por medio de una manivela, cuya velocidad de giro es controlada por el operario. En este tipo de roladoras no se necesita de un esfuerzo grande ya que el rolado se lo realiza en lámina fina o delgada.

⁷ Fuente: <http://www.dismamex.com.mx/imcar.html>

⁸ <http://www.maquiventa.com>



Fig. 2.11 Roladora Manual.

Fuente: <http://www.maquiventa.com>

2.3.3.2 ROLADORAS DE CUATRO RODILLOS.⁹

Este tipo de roladoras tienen el rodillo superior fijo y los tres rodillos inferiores con movimientos independientes, lo que permite el precurvado en una sola vez teniendo como resultado diámetros perfectos.

2.3.3.2.1 Roladora Neumática Tech.

Son roladoras de placa de cuatro rodillos, el rodillo superior es fijo y con movimiento del resto de los rodillos basculante, lo que permite el precurvado en una sola vez teniendo como resultados diámetros exactos. Dos rodillos tienen tracción (superior y punzador) y trabajan con un motor y reductor eléctrico. Estas roladoras poseen panel de mandos programable para ciclo automático. Equipada con soporte de apertura y cierre neumático controlado desde el panel de mandos, una velocidad de avance, un soporte vertical con movimiento manual, dos reglas para escuadrar la entrada de la lámina y protecciones de seguridad.

⁹ www.dismamex.com.mx/imcar.html



Fig. 2.12 Roladora Neumática Tech.

Fuente: www.dismamex.com.mx/imcar.html

2.3.3.2.2 Roladora Hidráulica Tech

Roladoras de placa de cuatro rodillos, el superior es fijo y los tres rodillos inferiores con movimiento independiente uno de los otros, lo que permite el precurvado en una sola vez teniendo diámetros perfectos. Dos rodillos tienen tracción (superior y punzador) y trabajan con dos motores y reductores hidráulicos; con panel de mandos programable para ciclo automático. Equipada con soporte de apertura y cierre hidráulico controlado desde el panel de mandos, una velocidad de avance, un soporte vertical con movimiento, reglas para escuadrar la entrada de la lámina y protecciones de seguridad.



Fig. 2.13 Roladora Hidráulica Tech.

Fuente: www.dismamex.com.mx/imcar.html

2.3.3.3 MATERIAL DE LOS RODILLOS PARA ROLAR¹⁰

Los rodillos son el elemento más importante en cuanto a vida útil como a costos por ende el material usado preferentemente para los rodillos es el acero AISI 1018, AISI C 1045 forjado o simplemente el AISI 1045 tratado térmicamente, ya que estos rodillos son sometidos a desgaste, en caso de esfuerzos extremos se usa AISI 4340 o similares y son diseñados de manera que ofrezcan una rápido y fácil reemplazo.

2.3.3.4 PARÁMETROS DEL ROLADO¹¹

La roladora manual tiene una forma simétrica que se asemeja a un triángulo isósceles, figura 2.14, los parámetros del rolado son: geometría de la máquina, interacción rodillos-pieza de trabajo, propiedades mecánicas del material, geometría del material, relación entre la geometría de la pieza y las propiedades mecánicas del material.

2.3.3.4.1 PARÁMETROS DE LA GEOMETRÍA DE LA MÁQUINA

Está relacionada con el radio de los rodillos (superior e inferior), distancia entre centros de rodillos inferiores y el ángulo entre la línea de centro y de simetría.

Donde:

R = radio rodillo superior.

r = radio de los rodillos inferiores.

L = distancia entre centros rodillos inferiores.

α = Ángulo comprendido entre la línea de simetría y la línea de centros superior e inferior.

¹⁰ Anexo III. Tabla Especificaciones Aceros

¹¹ AYALA, Rodolfo. (1991). Diseño y Construcción de una Roladora con Motor. EPN. Tesis

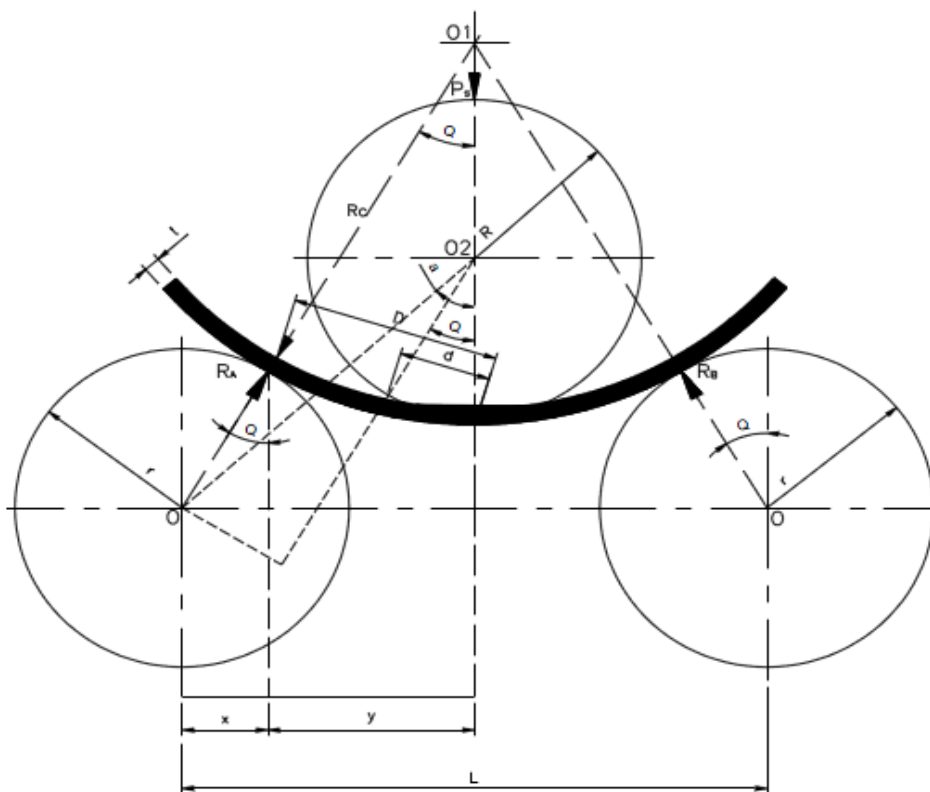


Fig. 2.14 Parámetros Roladora.

Fuente: Gangotena Rodrigo “Análisis del Doblado con Rodillo”. EPN/Tesis/1986

2.3.3.4.2 PARÁMETROS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL

Tiene que ver con la ductilidad y el límite de fluencia determinantes para la fuerza de doblado. En términos generales, cualquier material dúctil que puede ser conformado en frío por otro proceso puede ser doblado en las roladoras de rodillo. De los innumerables parámetros que presentan las propiedades mecánicas de los materiales, el límite de fluencia es el que más interesa para el cálculo de la fuerza de doblado.

S_y = Límite de Fluencia

2.3.3.4.4 PARÁMETROS DE LA GEOMETRÍA DEL MATERIAL

De la geometría del material interesan todos los parámetros de forma que tiene que ver con la sección transversal, en base a esto se puede obtener el módulo plástico. Para comprender mejor la geometría de las secciones transversales se las puede dividir en simétricas y asimétricas.

Las secciones transversales simétricas son todas aquellas que tienen por lo menos dos ejes de simetría, como se muestra en la figura 2.15; pero además, en el caso del doblado se necesita que dichos ejes sean perpendiculares entre sí (el triángulo equilátero es simétrico, pero sus ejes de simetría no son perpendiculares entre sí)

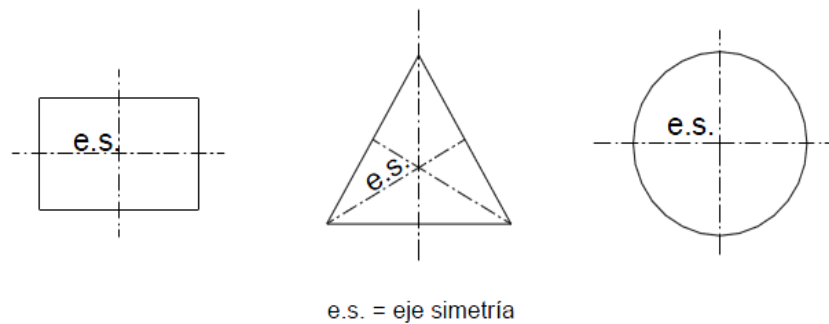


Fig. 2.15 Figuras Simétricas.

Fuente: Gangotena Rodrigo “Análisis del Doblado con Rodillo”. EPN/Tesis/1986

2.3.3.4.5 RELACIÓN ENTRE LA GEOMETRÍA DE LA PIEZA Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL¹²

De especial interés para la obtención del momento límite (por flexión). El parámetro más importante que se obtiene (en lo que ha doblado tiene que ver) es el momento límite.

¹² Gangotena Rodrigo “Análisis del Doblado con Rodillo”. EPN/Tesis/1986

El doblado se produce gracias a la deformación plástica del material bajo una sollicitación de flexión. (Figura 2.16).

Una representación idealizada se muestra en este diagrama en la cual una vez alcanzada la fluencia en el punto “y”, la deformación continúa sin ningún aumento posterior de la tensión aplicada. Un material que se ajusta a esta curva se considera elasto-plástico perfecto y bajo esta hipótesis, el estudio se ve facilitado, pues las tensiones serán proporcionales a las deformaciones, hasta cuando la tensión máxima alcanza el valor del límite de fluencia.

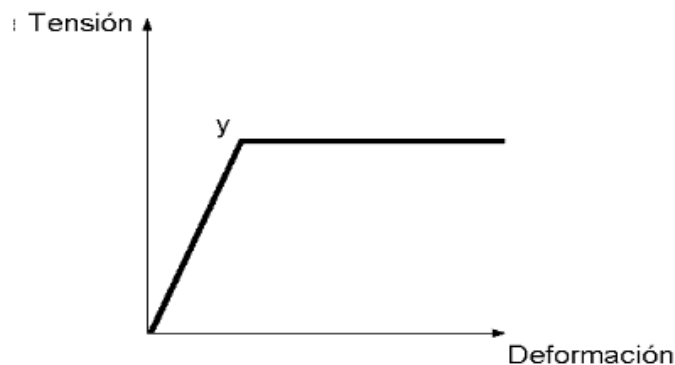


Fig. 2.16 Curva Tensión-Deformación

Fuente: Gangotena Rodrigo “Análisis del Doblado con Rodillo”. EPN/Tesis/1986

Posteriormente todo incremento del momento aplicado, tendrá como contrapartida no un incremento de la tensión máxima, sino una propagación de la fluencia de afuera hacia adentro. Correspondiéndose con la propagación de la fluencia o toda la sección transversal, teniéndose un valor límite para el momento interno generado en la sección transversal, a partir de la cual, toda deformación adicional se consigue sin aumento de momento aplicado.

2.3.3.5 DEFECTOS DEL ROLADO¹³

Las precauciones para conformado cilíndrico, son las mismas que para doblar. Cuando se curva una lámina recocida sin recubrimiento, o recocida durante el proceso de galvanizado sin tratamiento adicional, sufre una serie de arrugas

¹³ **URMAN, Lucio.** Trabajo Mecánico de los Metales. ITS. Buenos Aires

paralelas (llamadas “estrías”) que se presentan en el sentido transversal al curvado. Cuando el material base se somete a nivelación, entonces el rolado se logra sin estrías. Es así como la lámina para rolar debe tener un esfuerzo de elongación superior al punto de fluencia con el fin de reducir dicho efecto.

Para rolar se debe tener muy en cuenta una descripción respectiva del material. Aún el material nivelado por tensión, con el paso del tiempo incrementa levemente su punto de fluencia debido al envejecimiento natural. Es necesario, en consecuencia, que éste sea utilizado tan pronto como sea posible o que sea nuevamente nivelado antes del uso, en caso de que no se utilice dentro de un tiempo adecuado.

2.3.3.6 LUBRICANTES PARA EL PROCESO DE DOBLADO

Los lubricantes permiten un buen funcionamiento mecánico al evitar la abrasión y las deformaciones del material. Para el doblado en general se utilizan los siguientes lubricantes: aceites minerales, aceites colorantes, aceites grasos, grasas sulfuradas, productos jabonosos, pastas, grasa y ceras.

2.3.3.7 ESTUDIO DE MOVIMIENTOS ¹⁴

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio del micro movimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.

¹⁴ Niebel, Benjamin, Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos. AlfaOmega, 1996

2.3.3.8 ESTUDIO DE TIEMPOS¹⁵

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

2.3.3.9 EL PROCESO DE OPERACIÓN DE UNA EMPRESA¹⁶

Todas las etapas del proceso de operación deben estar claramente definidas con el fin de ver y atribuir las responsabilidades para cada sector, departamentos o campos. El proceso es una consecuencia natural de un método de fabricación, operación, de creación o toda otra actividad de empresa.

2.3.3.10 ESTADÍSTICO

Muestra¹⁷

El espacio muestral del que se toma una muestra concreta está formado por el conjunto de todas las posibles muestras que se pueden extraer de una población mediante una determinada técnica de muestreo.

$$n = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \quad \text{Ec. 2.1}$$

Media aritmética¹⁸

La media aritmética es el valor obtenido al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos.

¹⁵ <http://darwin.ccm.itesm.mx/iis/profesores/lsainz/tema4.htm>

¹⁶ <http://www.web-empresa.com.co/Empresa/proceso.htm>

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Muestra_estad%C3%ADstica

¹⁸ http://www.vitutor.com/estadistica/descriptiva/a_10.html

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

Ec. 2.2

Desviación estándar¹⁹

La desviación estándar o desviación típica (σ) es una medida de centralización o dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva.

Se define como la raíz cuadrada de la varianza. Junto con este valor, la desviación típica es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Ec. 2.3

Varianza²⁰

La varianza representa la media aritmética de las desviaciones con respecto a la media que son elevadas al cuadrado.

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

Ec. 2.4

Distribución χ^2 ²¹

En estadística, la distribución χ^2 (de Pearson), llamada Chi cuadrado o Ji cuadrado, es una distribución de probabilidad continua con un parámetro k que representa los grados de libertad de la variable aleatoria.

¹⁹ <http://www.eumed.net/libros/2007a/239/5c.htm>

²⁰ http://www.vitutor.com/estadistica/descriptiva/a_15.html

²¹ <http://www.itch.edu.mx/academic/industrial/estadistica1/cap03b.html>

$$X = Z_1^2 + \dots + Z_k^2 \quad \text{Ec. 2.5}$$

2.3.3.11 TEORÍA UTILIZADA EN EL CÁLCULO DE LA ROLADORA.

Área del rectángulo

El área del rectángulo es igual a su base por altura.

$$A = b * e \quad \text{Ec. 2.6}$$

Momento de inercia utilizada en el cálculo²²

Una bailarina tendrá más momento de inercia si extiende los brazos, girando más rápido si los contrae.

El momento de inercia (símbolo I) es una medida de la inercia rotacional de un cuerpo. Cuando un cuerpo gira en torno a uno de los ejes principales de inercia, la inercia rotacional puede ser representada como una magnitud escalar llamada momento de inercia. Sin embargo, en el caso más general posible la inercia rotacional debe representarse por medio de un conjunto de momentos de inercia y componentes que forman el llamado tensor de inercia.

$$I_x = \frac{b*h^3}{12} \quad \text{Ec. 2.7}$$

Esfuerzo máximo²³

La ecuación establece que el esfuerzo por flexiones directamente proporcional a la distancia y desde el eje neutro y al momento flexionante M, Se acostumbra hacer la sustitución $c = y$ *máx*, omitir el signo negativo o escribir.

²² Shigley, 8va Edición, pág. 1016, Tabla A-18

²³ Shigley, 5va Edición, pág. 55

$$\sigma = \frac{M * c}{I} \quad \text{Ec. 2.8}$$

Radio de curvatura

$$r = \frac{E * I_x}{M} \quad \text{Ec. 2.9}$$

Fuerza²⁴

Se entiende como fuerza a cualquier acción o influencia que es capaz de modificar el estado de movimiento de un cuerpo, es decir, de impedirle una aceleración a ese cuerpo.

$$F = m * a \quad \text{Ec. 2.10}$$

Fuerza de Rozamiento

La fuerza de rozamiento es una fuerza que aparece cuando hay dos cuerpos en contacto y es una fuerza muy importante cuando se estudia el movimiento de los cuerpos

$$F_r = \mu * N \quad \text{Ec. 2.11}$$

Relación de transmisión

La relación de transmisión (i) es una relación entre las velocidades de rotación de dos engranajes conectados entre sí. Esta relación se debe a la diferencia de diámetros de las dos ruedas, que implica una diferencia entre las velocidades de rotación de ambos ejes, esto se puede verificar mediante el concepto de velocidad angular.

²⁴ <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Fisica/02/froz.html>

$$i = \frac{d \text{ catarina}}{d \text{ rodillo}} \quad \text{Ec. 2.12}$$

Torsión²⁵

Torsión es la sollicitación que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico, como pueden ser ejes o, en general, elementos donde una dimensión predomina sobre las otras dos, aunque es posible encontrarla en situaciones diversas.

$$T_{rod} = F_{rod} * r \quad \text{Ec. 2.13}$$

Para determinar la ecuación, por lo general necesita determinarse el momento de torsión T a partir de la potencia a transmitir y la velocidad del eje rotatorio. Por conveniencia, a continuación se incluye las formulas correspondientes a los tres sistemas de unidades que se emplean en la ingeniería.

Para el sistema inglés gravitacional:

$$H = \frac{Tn}{63025} \quad \text{Ec. 2.14}$$

Mecánica de tornillos de fuerza o potencia²⁶

Los tornillos de fuerza son dispositivos que se utilizan en las maquinarias usadas para convertir un movimiento angular en movimiento lineal y transmitido así generalmente, fuerza o potencia. Casi siempre se emplean para husillos o tornillos de avance de tornos, y para tornillos e bancos, prensas y gatos.

²⁵ Shigley, 5va Edición, pág. 72

²⁶ Shigley, 5va Edición, pág. 380 - 385

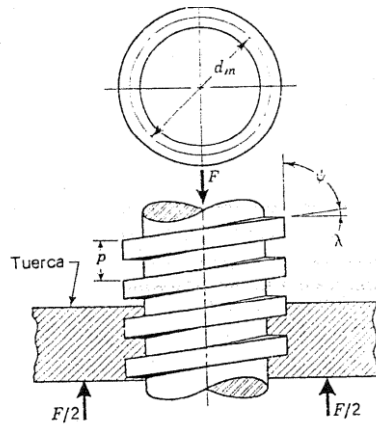


Fig. 2.17 Tornillo de Fuerza o Potencia

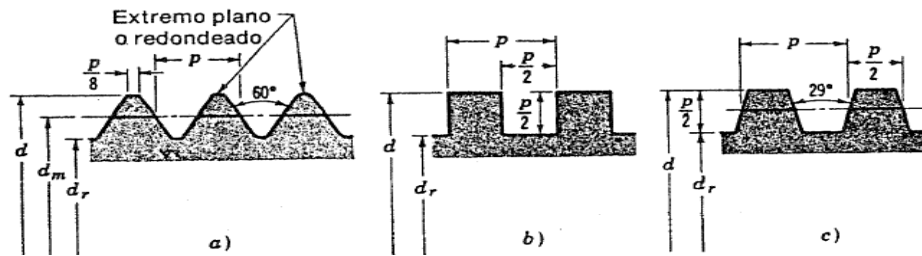


Fig. 2.18 a) Rosca American National o Unificada, b) Rosca Cuadrada, c) Rosca Acme.

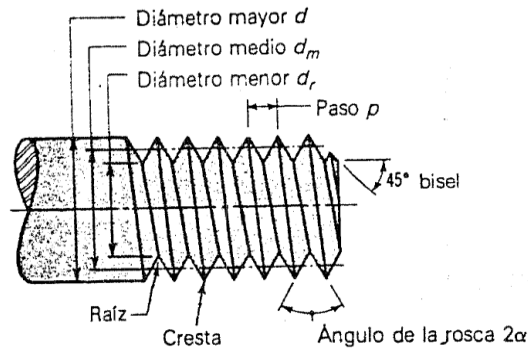


Fig. 2.19 Nomenclatura de una rosca de tornillo [Shigley 1990]

La terminología usada para las roscas de tornillos-ilustrada en la figura 2.18, se explica en la siguiente forma:

El *paso* (p) es la distancia que hay entre dos hilos adyacentes, medida paralelamente al eje de la rosca, y es el recíproco del número de hilos por pulgada, N .

Obviamente, el diámetro mayor d es el diámetro de mayor tamaño de la rosca.

El *diámetro menor* d_r , es el diámetro de menor tamaño de la rosca.

El avance l – no indica- es la distancia que se desplaza una tuerca, paralelamente al eje de la rosca de un tornillo, cuando se le da una vuelta. En el caso de una rosca de una rosca simple (o de un solo filete) como la de la fig 2.18, el avance es igual al paso.

Un elemento con rosca *múltiple* es aquel cuya rosca tiene dos o mas filetes (imagínese dos o más cordones enrollados juntos, alrededor de un lápiz). Los productos estandarizados como tornillos, pernos, tuercas, etc., tienen rosca sencilla.

En un tornillo de *rosca doble* el avance es igual a dos veces el paso, y en uno de *rosca triple* el avance es igual a tres el paso, etc.

Las siguientes ecuaciones son utilizadas para el cálculo de tornillos:

$$d_m = d - \frac{p}{2} \quad \text{Ec. 2.15}$$

$$d_r = d - p \quad \text{Ec. 2.16}$$

$$l = z * p \quad \text{Ec. 2.17}$$

Aquí se presenta algunas formulas que serán utilizadas para el cálculo, observando que el momento de torsión es el producto de la fuerza P y el radio medio $d_m/2$, se puede escribir

$$T = \frac{F * d_m}{2} \left(\frac{l + \pi * f * d_m}{\pi * d_m - f * l} \right) \quad \text{Ec. 2.18}$$

$$T = \frac{F * dm}{2} \left(\frac{\pi * f * dm - l}{\pi * dm + f * l} \right) \quad \text{Ec. 2.19}$$

Eficiencia global al elevar la carga

$$e = \frac{F * l}{2 * \pi * T} \quad \text{Ec. 2.20}$$

Esfuerzo Cortante²⁷

Hasta ahora solo se han estudiado barras sometidas a esfuerzos axiales, los cuales actúan perpendicularmente a las secciones transversales a ellas. Otro tipo de esfuerzos o tensión se da cuando las cargas actúan paralelas a la superficie de la sección transversal y se denomina esfuerzo cortante.

$$\tau = \frac{16 * T}{\pi * d_r^3} \quad \text{Ec. 2.21}$$

Esfuerzo Axial²⁸

Es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones perpendiculares (normales) a la sección transversal de un prisma mecánico. Este tipo de sollicitación formado por tensiones paralelas está directamente asociado a la tensión normal.

$$\sigma = - \frac{4F}{\pi * d_r^2} \quad \text{Ec. 2.22}$$

Esfuerzo de Apoyo²⁹

Cuando un cuerpo sólido descansa sobre otro y le transfiere una carga, en las superficies en contacto se desarrolla la forma de esfuerzo conocida como esfuerzo

²⁷ <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf>

²⁸ <http://www.mitecnologico.com/Main/EsfuerzoAxial>

²⁹ http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000155/lecciones/lec1/1_5.htm

de apoyo. El esfuerzo de apoyo es una medida de la tendencia que tiene la fuerza aplicada de aplastar el miembro que lo soporta.

$$\sigma_B = \frac{2(0.38F)}{\pi * dm * n_t * p} \quad \text{Ec. 2.23}$$

Esfuerzo Flexionante³⁰

La fuerza aplicada perpendicularmente al eje longitudinal de un elemento, genera un momento flexionante en las secciones transversales a dicho eje, este momento flexionante, produce a su vez esfuerzos tanto de tensión como de compresión en la sección transversal de estudio. Estos esfuerzos son directamente proporcionales a la distancia entre la fibra considerada sobre la sección y el eje neutro de la misma, es decir, varían de forma lineal.

$$\sigma_b = \frac{6(0.38F)}{\pi * dr * nt * p} \quad \text{Ec. 2.24}$$

Esfuerzo de Von Mises

La tensión de Von Mises es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión. En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles.

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + [\sigma_y - (\sigma_z)]^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy})^2 \right\}^{1/2} \quad \text{Ec. 2.25}$$

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + (\sigma_z)}{2} \pm \sqrt{\left[\frac{\sigma_x - \sigma_z}{2} \right]^2 + \tau_{xy}^2} \quad \text{Ec. 2.26}$$

³⁰ <http://es.scribd.com/doc/52813861/43/Esfuerzo-flexionante>

Esfuerzo equivalente

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)} \quad \text{Ec. 2.27}$$

Factor de Seguridad³¹

El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} \quad \text{Ec. 2.28}$$

Esfuerzo flector

$$\sigma_f = \frac{32 * M_f}{\pi * d^3} \quad \text{Ec. 2.29}$$

Momento flector

Se denomina momento flector un momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.

$$M_f = F_m * l_p \quad \text{Ec. 2.30}$$

³¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_seguridad

Momento de fuerza³²

El momento de fuerza (M) generado en el eje pedalier es el resultado del producto de la fuerza perpendicular generada sobre el pedal (F), multiplicado por la longitud de biela (L):

$$M = Fm * Lo \quad \text{Ec. 2.31}$$

Carga recomendada

$$Fi = A_t * S_p * 0.75 \quad \text{Ec. 2.32}$$

Carga axial

Se puede decir que carga axial es aquella que aparece como resultante de un sistema de cargas, misma que transcurre por el eje centroidal de la sección del elemento cargado, ya sea en tensión o compresión.

$$Fa = \frac{T_{cat}}{r_{cat}} \quad \text{Ec. 2.33}$$

Longitud de cadena

Esta nos sirve para obtener la longitud de una cadena, longitud es la cantidad de caracteres que contiene la cadena, es como coger un flexómetro y tomar la medida de cualquier objeto.

$$L = 2C + \frac{P(N1 + N2)}{2} \quad \text{Ec. 2.34}$$

³² <http://www.extremebike.com.ar/tienda/tips/mecanica-avanzada/longitud-de-palancas.html>

Esfuerzos Uniformemente Distribuidos

Con frecuencia en diseño se plantea la hipótesis de que hay una distribución uniforme de esfuerzo. Generalmente, al resultado obtenido con esta suposición se le llama *tensión pura*, *compresión pura* o *cortante puro*, dependiendo de cómo se aplique la carga externa al cuerpo en estudio. A veces se emplea la denominación de *simple* en vez de “puro”, para expresar que no hay otros efectos complicantes. Una barra en tensión es un ejemplo típico. En este caso una carga de tensión F se aplica mediante los pasadores que atraviesan los extremos de la barra. La hipótesis de esfuerzo uniforme significa que si se corta la barra en una sección transversal, alejada de ambos extremos, y se separa una de las mitades, es posible sustituir su efecto aplicando una fuerza uniformemente distribuida de magnitud σA en el extremo cortado. Entonces se dice que el esfuerzo σ está uniformemente distribuido y se calcula por la siguiente ecuación:

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

Para justificar esta hipótesis de distribución uniforme del esfuerzo se requiere que:

1. La barra sea recta y de material homogéneo.
2. La línea de acción de la fuerza pase por el centroide de la sección.
3. La sección está suficientemente alejada de los extremos y de cualquier discontinuidad o cambio brusco en la sección transversal.

La misma ecuación e hipótesis se verifican para una compresión simple. Sin embargo, una barra delgada en compresión puede fallar por pandeo, y esta posibilidad debe eliminarse de la consideración antes de que se use la ecuación. Al emplear la ecuación.

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

Ec. 2.35

Chaveta Longitudinal

Es un prisma de acero en forma de cuña de sección rectangular con una inclinación de 1:100 en su cara superior. Puede tener los extremos redondeados (forma A) o rectos (forma B).

Se utiliza para hacer solidaria una pieza sobre un árbol motriz sin posibilidad de desplazamiento relativo entre ambas piezas, pudiendo transmitir un gran par motriz

$$Si Lc > La \rightarrow L = Lc$$

$$Si La > Lc \rightarrow L = La$$

$$Lc = \frac{F * n}{0.5 * b * Sy} \quad \text{Ec. 2.36}$$

$$La = \frac{F * n}{t_2 * Sy} \quad \text{Ec. 2.37}$$

Reductores de velocidad:

Los Reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Al emplear reductores o motor reductores se obtiene una serie de beneficios, algunos de estos beneficios son:

- Regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo Motor reductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga.

Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor.

Guía para la elección del tamaño de un reductor

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente información básica:

- Potencia (hp tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (rpm de entrada como de salida)
- Relación de reducción (i).

Condiciones del ambiente:

- Humedad
- Temperatura (°C)

Potencia de un reductor de velocidades:

En la práctica, es difícil que una unidad de reducción realice su trabajo en condiciones ideales. Por lo tanto, la potencia requerida por la máquina accionada debe multiplicarse por un Factor de servicio F_s , que considera las características específicas del trabajo a realizar y el resultado llamado Potencia de selección es el que se emplea para determinar el tamaño del reductor

Instalación:

Para el buen funcionamiento de las unidades de reducción, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las unidades deben montarse sobre bases firmes para eliminar vibraciones y desalineamientos en los ejes.
- Si la transmisión de la unidad a la máquina es por acople directo entre ejes, es indispensable garantizar una perfecta alineación y centrado. Si la transmisión se hace por cadenas o correas, la tensión dada a estos elementos debe ser recomendada por el fabricante, previa alineación entre los piñones o poleas.
- Las unidades de acoplamiento deben montarse cuidadosamente sobre los ejes para no dañar los rodamientos y lo más cercanas a la carcasa para evitar cargas de flexión sobre los ejes.
- Antes de poner en marcha los reductores de velocidad, es necesario verificar que la conexión del motor sea la adecuada para la tensión de la red eléctrica.

Mantenimiento:

- Los engranajes y los rodamientos están lubricados por inmersión o salpique del aceite alojado en la carcasa, por tanto, se debe revisar el nivel del aceite antes de poner en marcha la unidad de reducción.
- En la carcasa se encuentran los tapones de llenado, nivel y drenaje de aceite. El de llenado posee un orificio de ventilación, el cual debe permanecer limpio.
- El tipo de lubricante viene especificado por el fabricante de la unidad.

Tipos de reductores de velocidad

- Existe una amplia gama de reductores de velocidad, los cuales se diferencian entre sí, principalmente por su forma constructiva, disposición de montaje y resistencia. Ellos son: engranajes helicoidales, corona y sin fin, ortogonales, ejes paralelos, pendulares y planetarios.

MEDIOS DE UNIONES

Tornillos.

Consisten en un vástago de diámetro (d) provisto de una cabeza de forma hexagonal; que se introduce en los taladros de la chapa a enlazar; teniendo en el extremo saliente del vástago una zona roscada, en la cual se colocan una arandela y una tuerca que al ir roscándose consigna el apriete de las chapas unidas.

Clases de tornillos.

Según EA-95; son de tres clases:

- Clase T: tornillos ordinarios.
- Clase TC: tornillos calibrados.
- Clase TR: tornillos de alta resistencia.

Los tornillos de clase T se designan TORNILLO T d × l A4t NBE EA-95

Donde:

d → diámetro de la caña (mm).

l. → longitud del vástago. (mm).

A4t → tipo de acero.

El tipo de acero y la referencia a la norma pueden suprimirse cuando sean innecesarias.

Tornillos de alta resistencia.

La resistencia de las uniones en las que se emplean tornillos de alta resistencia, se debe al aprovechamiento de las fuerzas de rozamiento desarrolladas al apretar fuertemente los diversos tornillos. Estas contrarrestan la acción de las fuerzas exteriores, que tienden a separar las piezas. En el remachado se produce una distribución de tensiones más irregular a lo largo de la sección, mientras que en las uniones de tornillos de alta resistencia, esta distribución es mucho más

uniforme sin presentar en las proximidades del agujero elevados puntos de tensión.

La fuerza de apretadura origina en la espiga del tornillo; un esfuerzo de tracción muy elevado, el cual comprime las piezas a unir dando lugar a esfuerzos de deslizamiento que se oponen al resbalamiento de ambas superficies. La magnitud de las fuerzas que se pueden transmitir dependen fundamentalmente de:

- 1º) La intensidad de la fuerza de tracción en el cuerpo del tornillo.
- 2º) El coeficiente de rozamiento que se haya conseguido.

Es de destacar que en este tipo de uniones, si están bien realizadas; los tornillos no trabajan a cortadura y por consiguiente no es preciso calcularlas para estas sollicitaciones, en la figura 2.19 se presenta la relación de tenciones de remaches y tornillos.

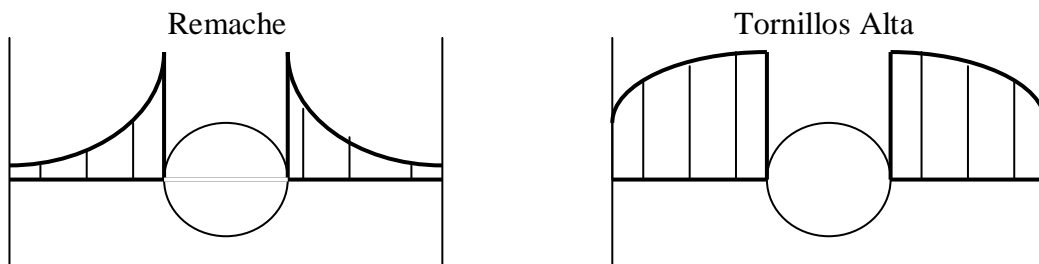
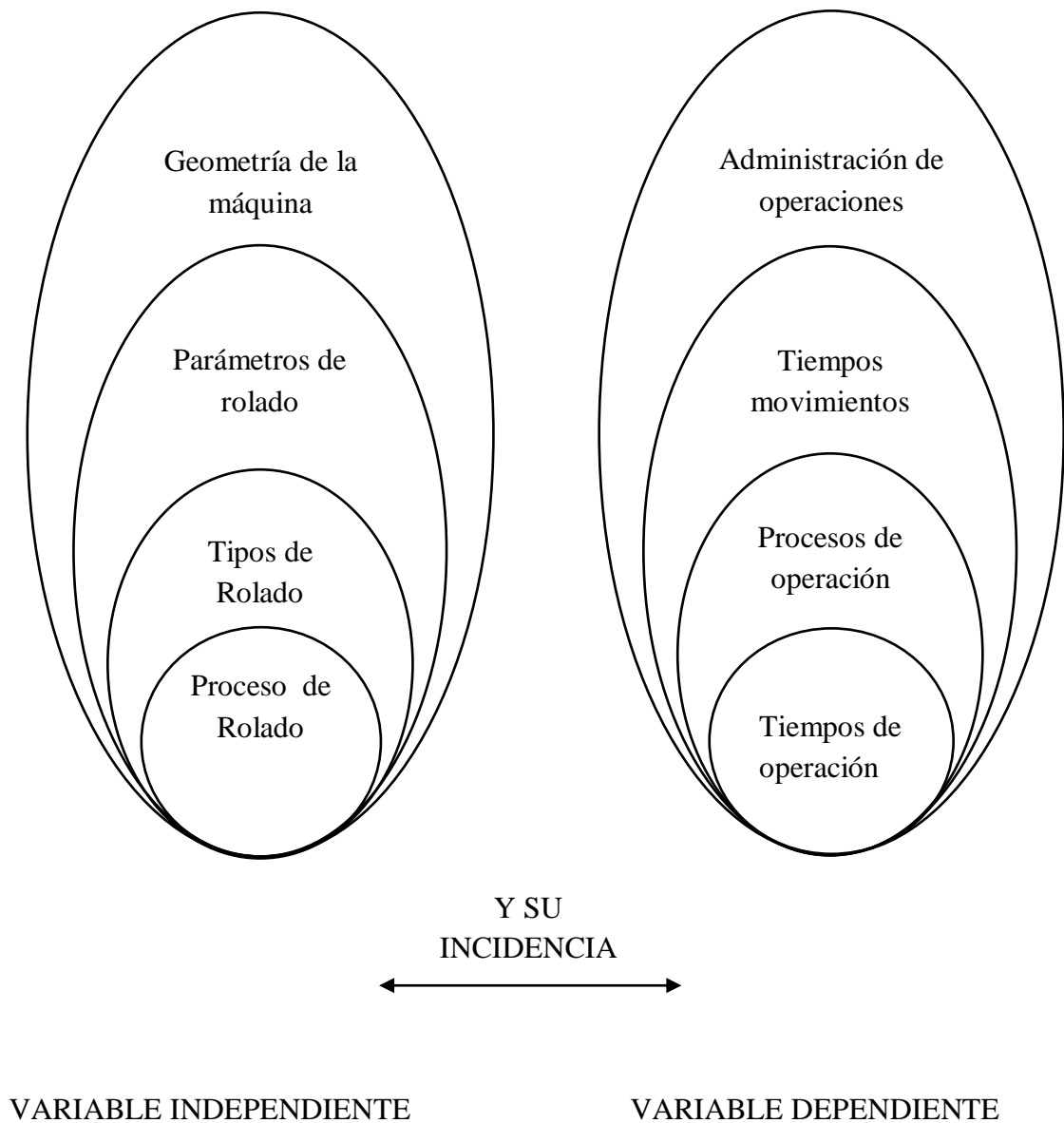


Fig. 2. 20 Relación De Tenciones De Remaches Y Tornillos [Shigley 1990]

2.4 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.5 HIPÓTESIS

El estudio del proceso de rolado de láminas metálicas incidirá en el tiempo de operación en la fabricación de tanques inoxidables en la empresa Inox-Tec en la ciudad de Latacunga.

2.5 VARIABLES DEL ESTUDIO

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Incidencia en el tiempo de operación en la fabricación de tanques inoxidables.

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio del proceso de rolado de láminas metálicas.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

En el presente proyecto se trabajará con variables cuantitativas de manera que se deberá interpretar los resultados basados en la cantidad de láminas metálicas roladas en la actualidad.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto se realizará la investigación de manera cualitativa y cuantitativa.

La modalidad de la investigación que se realizará será:

- De Campo.

Para el proceso de rolado en la fabricación de tanques inoxidable es necesario un estudio sistemático de los hechos que se operan.

- Bibliográfico.

Para lograr mejorar el proceso de rolado en la fabricación de tanques inoxidable y su incidencia del tiempo de la operación será necesaria la investigación en libros técnicos y científicos.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación que se realizará será:

- Exploratoria.

Para analizar la situación del proceso de rolado en la fabricación de tanques inoxidables.

- Descriptiva.

Para observar y describir los fenómenos incoherentes existentes en este proceso de rolada.

- Correlacional.

Para seguir un proceso adecuado.

- Explicativa.

Para lograr un adecuado tiempo de operación del proceso de rolado y mejorar la producción, se necesita de una descripción de pasos establecidos previo a todo un conjunto de investigación.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La realización de la operacionalización de variables deduce que no se necesita tanto de encuestas como de entrevista por lo que se llega a la conclusión que la población llega a ser nula por lo que la muestra tampoco existe debido a que es un proyecto netamente técnico.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

TABLA N° 3.1 Operacionalización de variable: Estudio del proceso de rolado de láminas metálicas.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El proceso de rolado se efectúa con el objeto de lograr una simetría a la lámina metálica, dicho proceso es producido por medios mecánicos.	Medios mecánicos	¿Qué elementos mecánicos será el más adecuado para el proceso de rolado?	- Engranajes y ejes - Levas y seguidores - Cadenas y catalinas	Bibliográfica. Libros, Revistas, Catálogos
El rolado es un conformado mecánico por flexión, mediante el cual se deforma una lámina metálica y se le da forma de superficie desarrollable, considerando como tal, la que puede extenderse sobre un plano sin sufrir deformación.	Deformación	¿Qué tipo de deformación será necesaria en el proceso de rolado?	-Deformación plástica -Deformación elástica	Bibliográfica. Libros, Revistas, Catálogos
	Lámina metálicas	¿Qué tipos de láminas son las más utilizadas en la empresa para la fabricación de tanques?	-Aceros Aleados -Aceros al carbono -Aceros Inoxidables	Guías de Observación

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

TABLA N° 3.2 Operacionalización de variable: Incidencia en el tiempo de operación en la fabricación de tanques inoxidables.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
<p>Una operación represente las etapas principales de proceso. Las operaciones implican actividades tales como conformación, montaje, desmontaje de algo, etc.</p> <p>La capacidad de gestionar bien el tiempo es una habilidad que las empresas valoran cada vez más en sus trabajadores, ya que este factor mejora la productividad y la competitividad de la organización.</p>	<p>Proceso de Conformado</p> <p>Habilidades humanas</p>	<p>¿Qué tipo de proceso de conformado para láminas metálicas existe?</p> <p>¿Qué habilidades tienen los trabajadores para realizar sus tareas?</p>	<p>-Proceso de tracción -Proceso de flexión -Proceso de corte.</p> <p>-Físicas -Mentales -Visuales</p>	<p>Guías de Observación</p> <p>Guías de Observación</p>

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Por medio de la operacionalización de variables la presente investigación, la compilación de información se realizará por medio de las siguientes técnicas:

Guías de Observación, Bibliografía de distintos Libros, Revistas, Catálogos, Información de internet y mediante la utilización de instrumentos como: cuaderno de notas y registros específicos que se hayan realizado dentro de la empresa. Se tomará también datos acerca de los procesos de operación y tiempos de trabajo que la empresa lleva a cabo, esto con el fin de tomar decisiones en cuanto a la incidencia del tiempo de operación.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

El plan de procesamiento de la información se basa en la compilación de información que se realizará, tomando en cuenta los datos obtenidos anteriormente esto influye en el desarrollo de la presente investigación.

Los datos obtenidos serán ordenados metódicamente, cuantificados, analizados y representados gráficamente para saber cómo varía el comportamiento del problema.

- Análisis de datos de los datos obtenidos del proceso de rolado.
- Revisión de la información obtenida referente al proceso de rolado.
- Con todos los datos obtenidos procedemos a realizar la tabulación para una mejor interpretación.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de resultados en una primera guía de observación del proceso de rolado permitió la interpretación adecuada de los resultados obtenidos.



IMAGEN 4.1. Máquina Roladora Manual

TABLA N° 4.1. Proceso de rolado

Características:	Proceso de rolado de láminas metálicas en roladora manual
Riesgo	Operario expuesto a golpes, por máquina roladora manual (no anclada).

Tiempo	Elevado tiempo en realizar el proceso de rolado.
Desarrollo del proceso	Resulta difícil, puesto que 5 ayudantes sostienen la máquina roladora.
Calidad del producto	Radios distintos en algunos de los casos de las láminas metálicas.

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Mejía Danny (2011)

Todos estas pruebas están basadas específicamente en el tiempo del proceso de rolado de láminas metálicas para un tanque inoxidable isotérmico de 10000 litros de tipo óvalo.

En el procedimiento se tomó el tiempo que se demora el operario en rolar una lámina metálica de acero inoxidable y se obtiene un promedio.

DATOS GENERALES:

Tipo de acero inoxidable: AISI 304

Número de Láminas: 5 láminas de 3 mm y 6 láminas de 1.5 mm

Dimensiones de la lámina metálica: longitud = 3660 mm, ancho = 1220 mm

Número de personas: 5

Número de muestra: 11

Instrumento de medición de longitudes: Flexómetro

Instrumento de medición del tiempo: Cronómetro

- Las primeras 5 pruebas se realizaron para láminas con un espesor de 3 mm.
- Fecha de toma de tiempos el día martes 21 de junio del 2011.

TABLA N° 4.1.1 Tiempo de Operación de Rolado para lámina de 3 mm.

N° de Pruebas	Hora de inicio de la prueba	Hora de fin de la prueba	Tiempo cronometrado (minutos)
1	9:15 am	9:38 am	23,48
2	9:55 am	9:17 am	22,37
3	10:15 am	10:39 am	24,25
4	10:50 am	11:13 am	23,14
5	11:23 am	11:45 am	22,56

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Mejía Danny (2011)

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{\text{Sumatoria de los tiempos cronometrados}}{\text{Número de prácticas realizadas}}$$

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{115.8}{5} = 23.16$$

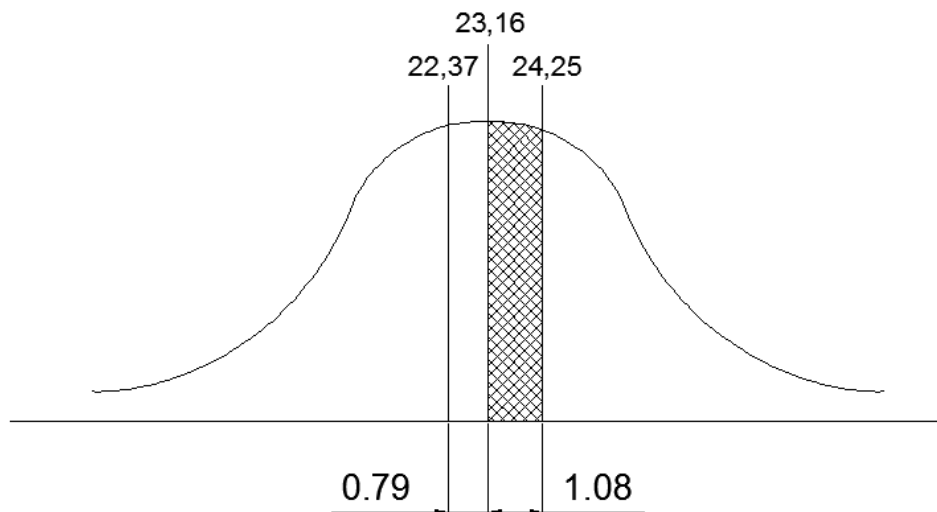


Fig. 4.1.1 Distribución normal del tiempo de rolado de la lámina de 3 mm.

El tiempo promedio para rolar una plancha de 3 mm de espesor con una longitud de 3660 mm y un ancho de 1220 mm es de 23.16 minutos, todo este proceso se lo realiza una máquina roladora manual.

- Las siguientes 6 pruebas se realizaron para láminas con un espesor de 1.5 mm.
- Fecha de toma de tiempos el día miércoles 29 de junio del 2011.

TABLA N° 4.1.2 Tiempo de Operación de Rolado para lámina de 1.5 mm.

N° de Pruebas	Hora de inicio de la prueba	Hora de fin de la prueba	Tiempo cronometrado (minutos)
1	9:46 am	10:05 am	19,08
2	10:15 am	10:33 am	18,50
3	10:43 am	11:02 am	19,12
4	11:18 am	11:35 am	17,40
5	11:50 am	12:07 pm	17,03
6	12:34 pm	12:51 pm	17,29

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Mejía Danny (2011)

$$Tiempo\ promedio = \frac{Sumatoria\ de\ los\ tiempos\ cronometrados}{Número\ de\ prácticas\ realizadas}$$

$$Tiempo\ promedio = \frac{108.42}{6} = 18,07$$

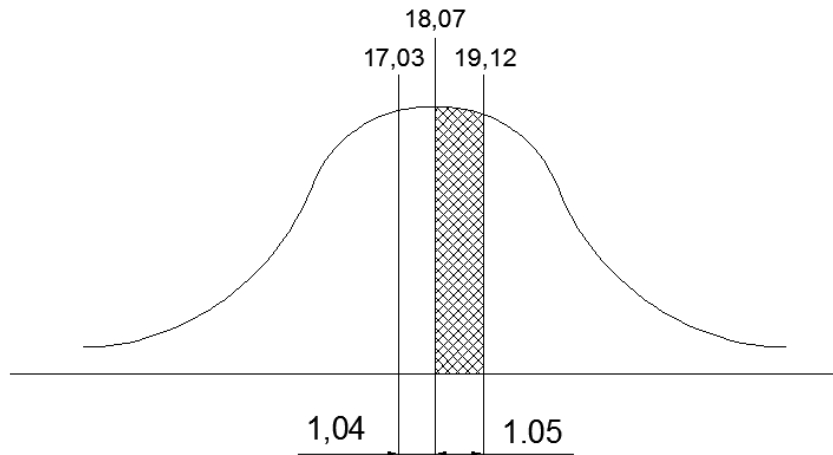


Fig. 4.1.2 Distribución normal del tiempo de rolado de la lámina de 1.5 mm.

El tiempo promedio para rolar una plancha de 1.5 mm de espesor con una longitud de 3660 mm y un ancho de 1220 mm es de 17.93 minutos, todo este proceso lo realiza una máquina roladora manual.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

Con la guía de observación realizada en la empresa, se tiene una idea de los tiempos de operación de rolado en la fabricación de tanques inoxidables, ya que la principal función de la guía de observación es registrar tiempos, también tiene por objetivo tomar decisiones en base a datos reales obtenidos, los cuales deben estar encaminados al desarrollo, crecimiento y mejoramiento de la empresa, esto nos conlleva a la solución de problemas que de una u otra manera la empresa tiene.

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

TABLA N° 4.3.1 Análisis de datos obtenidos de las muestra tomadas en el proceso de rolado de láminas metálicas de 3 mm de espesor para la comprobación de los tiempos de rolado en la fabricación de tanques inoxidables referente a la TABLA N° 4.1.1.

N° de pruebas	Número de láminas metálicas	Tiempo observado (min)	Tiempo estimado (min)
1	1	22,37	22,37
2	1	22,56	22,56
3	1	23,14	23,14
4	1	23,48	23,48
5	1	24,25	24,25
TOTAL	5	115,8	23,16

Fuente: Cronograma de actividades

Elaborado por: El investigador (2011)

El análisis se basa tomando datos técnicos de producción de la máquina roladora manual en control de los tiempos de demora al momento de rolar la lámina metálica, desarrollando básicamente los datos de las muestras tomadas durante el proceso de rolado.

Los siguientes datos fueron obtenidos para establecer un rango de datos para la muestra de las láminas metálicas y el tiempo de rolado que se realiza en la máquina.

TABLA N° 4.3.2 Distribución de Datos Calculados

Datos	Símbolo	Resultados
Muestra	n	5
Media aritmética (tiempo)	\bar{x}	23,16
Desviación Estándar	s	0,75
Promedio Total	x	115,8 minutos
Varianza	s^2	0,57

Fuente: Programa Excel para verificación de datos

Elaborado por: El investigador (2011)

Los cálculos se realizaron basados en fórmulas de probabilidad estadística, radicando en los datos obtenidos durante las muestras de operación para determinar la confiabilidad de la propuesta y verificar si es adecuada la implementación de la máquina roladora eléctrica semiautomática, al momento de realizar los procesos de productividad indicando la garantía del trabajo.

TABLA N° 4.3.3 Datos de Frecuencia Real

Tiempo Real (minutos)	Tiempo Esperado (minutos)
22,37 - 24,25	22,37-23,14
Tiempo Estándar	
26,16	22,37

Fuente: Programa Excel para verificación de datos

Elaborado por: El investigador (2011)

TABLA N° 4.3.4 Cálculo del JI cuadrada

Cálculo de JI CUADRADA (min)	
X^2	0,1

Fuente: Programa Excel para verificación de datos

Elaborado por: El investigador (2011)

TABLA N° 4.3.5 Cálculo de la frecuencia relativa

N° de pruebas	Frecuencia Relativa Tiempo Esperado (minutos)
1	0,34
2	-0,77
3	1,11
4	0

5	-0,58
Total	0,1

Fuente: Programa Excel para verificación de datos

Elaborado por: El investigador (2011)

La referencia de la tabla 4.3.3 se basa en el cálculo de frecuencia real a estimación del tiempo de demora en el proceso productivo para una exacta estimación del tiempo necesario para la operación de rolado dentro de la Empresa.

Cálculo de la varianza estadística (Z)

Cálculo de Promedio (\bar{x})

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{224,22}{11} = 23,16 \text{ minutos} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Cálculo de Desviación Estándar de muestra (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0,75 \quad \text{Ec. 2.3}$$

Donde:

u: muestra real

$$\bar{x} = 23,16 \text{ minutos} ; u = 23,14 \text{ minutos} ; s = 1,87 \text{ minutos}$$

$$\sqrt{n} = \sqrt{11} = 2,24$$

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{23,16 - 23,14}{\frac{0,75}{\sqrt{5}}} = 0,06$$

Ec. 2.4

Z = Se acepta la hipótesis.

TABLA N° 4.3.6 Análisis de datos obtenidos de las muestra tomadas en el proceso de rolado de láminas metálicas de 1,5 mm de espesor para la comprobación de los tiempos de rolado en la fabricación de tanques inoxidables referente a la TABLA N° 4.1.2.

N° de pruebas	Número de láminas metálicas	Tiempo observado (min)	Tiempo estimado (min)
1	1	19,08	19,08
2	1	18,5	18,5
3	1	19,12	19,12
4	1	17,4	17,4
5	1	17,03	17,03
6	1	17,29	17,29
TOTAL	5	108,42	18,07

Fuente: Cronograma de actividades

Elaborado por: El investigador (2011)

El análisis se basa tomando datos técnicos de producción de la máquina roladora manual en control de los tiempos de demora al momento de rolar la lámina metálica, desarrollando básicamente los datos de las muestras tomadas durante el proceso de rolado.

Los siguientes datos fueron obtenidos para establecer un rango de datos para la muestra de las láminas metálicas y el tiempo de rolado que se realiza en la máquina.

TABLA N° 4.3.7 Distribución de Datos Calculados

Datos	Símbolo	Resultados
Muestra	n	6
Media aritmética (tiempo)	\bar{x}	18,07
Desviación Estándar	s	0,93
Promedio Total	x	108,42 minutos
Varianza	s^2	0,86

Fuente: Programa Excel para verificación de datos

Elaborado por: El investigador (2011)

Los cálculos se realizaron basados en fórmulas de probabilidad estadística, radicando en los datos obtenidos durante las muestras de operación para determinar la confiabilidad de la propuesta y verificar si es adecuada la implementación de la máquina roladora eléctrica semiautomática, al momento de realizar los procesos de productividad indicando la garantía del trabajo.

TABLA N° 4.3.8 Datos de Frecuencia Real

Tiempo Real (minutos)	Tiempo Esperado (minutos)
17,03 - 19,12	17,03-17,4
Tiempo Estándar	
18,07	17,03

Fuente: Programa Excel para verificación de datos

Elaborado por: El investigador (2011)

TABLA N° 4.3.9 Cálculo del JI cuadrada

Cálculo de JI CUADRADA (min)	
χ^2	0,1

Fuente: Programa Excel para verificación de datos

Elaborado por: El investigador (2011)

TABLA N° 4.3.10 Cálculo de la frecuencia relativa

N° de pruebas	Frecuencia Relativa Tiempo Esperado (minutos)
1	-0,92
2	-0,66
3	-0,55
4	0,55
5	1,13
	1,17
Total	0,72

Fuente: Programa Excel para verificación de datos

Elaborado por: El investigador (2011)

La referencia de la tabla 4.3.3 se basa en el cálculo de frecuencia real a estimación del tiempo de demora en el proceso productivo para una exacta estimación del tiempo necesario para la operación de rolado dentro de la Empresa.

Cálculo de la varianza estadística (Z)

Cálculo de Promedio (\bar{x})

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{224,22}{11} = 18,07 \text{ minutos}$$

Ec. 2.2

Cálculo de Desviación Estándar de muestra (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,05 \quad \text{Ec. 2.3}$$

Donde:

u: muestra real

$\bar{x} = 18,07$ minutos ; $u = 17,95$ minutos; $s = 1,05$ minutos

$$\sqrt{n} = \sqrt{6} = 2,45$$

$$Z = \frac{\frac{\bar{x} - \mu}{s}}{\frac{1}{\sqrt{n}}} = \frac{23,16 - 23,14}{\frac{0,75}{\sqrt{5}}} = 0.28 \quad \text{Ec. 2.4}$$

Z = Se acepta la hipótesis.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Mediante el estudio realizado se determinaron deficiencias en el proceso actual de rolado, esto se debe a que no existe un método definido por la empresa, también se concluye que el proceso realizado no es el correcto, además se estableció que las deficiencias no son solo en el proceso de rolado sino también en la planificación al momento de realizar el rolado.
- Se puede concluir que el estudio del proceso de rolado es una de las más importantes métodos del conformado mecánico, en el cual el metal es obligado a tomar una nueva forma, por movimiento y flujo plástico. Además, este se clasificó como un proceso de flexión pura, pues la deformación plástica ocurre debido a la aplicación de momentos de flexión.
- Debido al estudio realizado se determinó que existe algunos procesos de rolado que se puede aplicar, unos con mayor eficiencia que otros y de una forma ordenada y verás.
- El aumento del tiempo de operación de rolado se da cuando los operarios se encuentran en una mala posición.
- Realizado el estudio del proceso de rolado para disminuir el tiempo de operación se concluye que se puede dar una alternativa para mejorar el proceso de rolado, como por ejemplo cronometrar los tiempos de la producción desde que se

adquiere la materia prima y llevar registros de que tiempo se demora en entregar el producto terminado, de esta manera se puede determinar donde se realizan tiempos elevados para dar una solución de corrección y así tratar de disminuir tiempos de producción en la fabricación de tanques inoxidables.

5.2 RECOMENDACIONES

- Entre las recomendaciones podemos sugerir que cualquier persona interesada en el estudio del proceso de rolado de láminas metálicas, mejore el procedimiento aplicando otros tipos de procesos como por ejemplo en el uso de un nuevo estudio de medición de tiempos en la producción, en el tiempo de entrega del producto, etc., por cuando considero que las necesidades de disminuir los tiempos del proceso de rolado de láminas metálicas seguirán en aumento, ya que el tiempo es un factor muy importante en la fabricación de productos.
- Los operarios deben tener posiciones adecuadas a igual que la máquina a utilizar para no tener dificultades al momento de realizar dicho proceso de esta manera estamos disminuyendo tiempo, ayudantes, etc., y así tener un producto en menor tiempo.
- Por último se recomienda una posible solución que consiste en diseñar e implementar un sistema de control automático para controlar el proceso que ejecuta la máquina. También se puede diseñar y construir una roladora Neumática o Hidráulica según la conveniencia del interesado.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

TEMA:

Implementación de una roladora electromecánica para láminas metálicas en la fabricación de tanques inoxidables en la empresa Inox-Tec en la ciudad de Latacunga.

INSTITUCIÓN EJECUTORA:

Empresa INOX-TEC de la ciudad de Latacunga.

BENEFICIARIO:

Empresa INOX-TEC de la ciudad de Latacunga.

UBICACIÓN:

Latacunga- Cotopaxi- Ecuador.

EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE:

Danny Wilfrido Mejía Ordoñez, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Para desarrollar el diseño de la máquina roladora que permita rolar láminas metálicas a diferentes radios, disminuyendo tiempos de rolado, con la ayuda de herramientas tecnológicas.

Una de las características principales de la roladora es disminuir los tiempos de proceso de rolado de lámina metálicas y de la misma forma no realizar fuerzas físicas excesivas y obtener una roladora que sea de fácil manipulación es decir que cualquier operario con las indicaciones del caso este en la capacidad de manipular la roladora.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Fuente: Tesis

Autor: López Sánchez Fabián Augusto.

Año de Publicación: 2010

Lugar: Mecánica de Héctor López e Hijos de la ciudad de Ambato.

Tema: “Diseño y construcción de una roladora eléctrica semiautomática de dobles de tubo redondo para disminuir las marcas al momento de realizar la conformación”.

Objetivo General: Diseñar y construir una Roladora eléctrica semiautomática de dobles de tubo para disminuir las marcas al momento de realizar la conformación.

Conclusiones:

- Para el accionamiento de la roladora se utilizó pulsadores de tal manera que para el operador sea de fácil manipulación.

- Esta roladora se construyo con materiales existentes en la empresa de tal manera que la maquina no represento una inversión considerable para la misma.

6.3 JUSTIFICACIÓN

- El estudio realizado del proceso de rolado de láminas metálicas surge por la necesidad de mejorar tiempos de operación en la fabricación de tanques inoxidables en la empresa Inox-Tec.
- Mediante la creación de un tipo de roladora la empresa principalmente brindará un servicio a todos sus clientes que necesitan productos nuevos y de diferentes tamaños, ya que con la roladora manual se tenía productos limitados y espesores.
- El beneficio será que la empresa siga implementando nuevas maquinarias y brindando un buen servicio y tal manera siga incrementando prestigio, pudiendo ser esta una carta de presentación para toda la ciudad y porque no para el país.
- Para la manipulación se necesitara de menos operarios que estarán en la capacidad de manipular con facilidad la máquina y de esta forma disminuir fuerza física y menor tiempo del proceso de rolado.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Implementar una roladora electromecánica que permita disminuir tiempos del proceso de rolado de láminas metálicas en la fabricación de tanques de acero inoxidable en la empresa Inox-Tec de la ciudad de Latacunga.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Seleccionar los materiales adecuados para la construcción de la roladora, dándole un amplio factor de seguridad de manera que prolongué la vida útil de trabajo de la máquina roladora y de igual manera una seguridad y confiabilidad al operario.
- Diseñar y construir la roladora de tal manera que el operario no esté en una posición inadecuada y no exista desgaste físico al momento de manipular la máquina.
- Realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de la máquina una vez construida para así obtener resultados favorables.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La construcción de la roladora eléctrica semiautomática para el proceso de rolado de láminas o chapas metálicas es factible realizarlo, debido a que se tiene sistemas similares, de las cuales se puede aprovechar su teoría para llegar al diseño que nosotros estamos planteando. Necesitando saber conceptos básicos como lo son: tipos de roladoras, elementos básicos de construcción de una roladora, factores que entran en el diseño, control de motores eléctricos, funcionamiento de sus mecanismos, etc.

Además de la utilización de materiales que se encuentren en el mercado local para la construcción de la máquina como por ejemplo: la construcción de la estructura, los rodillos, bocines, motores para el accionamiento mecánico a través de cadenas o engranes según el diseño de la máquina.

Se puede decir que es completamente factible la construcción y ejecución de esta máquina, siempre y cuando se asuma el reto y se tenga confianza a sí mismo de

seguir adelante a pesar de momentos críticos y difíciles por las cuales se esté pasando en este proyecto.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 FACTORES DE DISEÑO

Como factores principales que entran en el diseño de la roladora vamos a considerar son:

- La potencia necesario para el proceso de rolado.
- Las cargas mecánicas que influyen en el diseño de la roladora
- El tipo y características del material a rolar
- Velocidad angular de los rodillos
- La vida útil de servicio
- El mantenimiento, reparación y costo de la roladora
- Sistema de control

6.6.1.1 LA POTENCIA NECESARIA

La potencia que interesa determinar o establecer es aquella necesaria para lograr mover los rodillos a una cierta velocidad, se debe tomar en cuenta un factor de seguridad para tener una vida útil y tener en cuenta durante el diseño: que mientras mayor sea el espesor del material a rolar, la potencia requerida será mayor.

6.6.1.2 LAS CARGAS MECÁNICAS QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE LA ROLADORA

Las cargas mecánicas son las bases del diseño, ya que con ellas se puede encontrar el dimensionamiento y formas de los diferentes elementos mecánicos que conforman la

máquina, de esta manera evitar fallas por fatiga o corte en los principales elementos, ya que ellos son los encargados de transmitir la fuerza, las cuales deben ser las más bajas posibles y con ello poder disminuir costos de construcción y abaratamiento de materiales.

6.6.1.3 EL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL A ROLAR

Se debe tomar en cuenta ¿Qué tipo de material vamos a transporta? de acuerdo a ello poder determinar sus características físicas, como son: dimensiones, contextura pero lo más importante es el espesor da la lámina metálica que se va a rolar.

6.6.1.4 LA VIDA ÚTIL DE SERVICIO

Depende básicamente del material que se selecciona para construcción de la roladora en base a su resistencia mecánica. Los materiales influyen en la forma de diseño y su selección debe realizarse considerando todas sus propiedades mecánicas.

Este es un parámetro que se ve afectado por varios factores como: Las condiciones mecánicas, cambio de los esfuerzos de trabajo en sus partes, corrosión, el tiempo de trabajo del equipo, el tipo de mantenimiento que se le da, etc. Se debe tomar en cuenta todos estos factores para darle una vida útil completamente admisible.

6.6.1.5 EL MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y COSTO DE LA ROLADORA

La intención que se pretende mediante el desarrollo de esta investigación es disminuir costos de construcción, por lo tanto se utilizara materia prima y equipos que puedan obtenerse con facilidad en el mercado local y que sea de sencilla fabricación.

A la roladora se diseñara y construirá con un sistema sencillo de funcionamiento que permita un fácil mantenimiento y reparación, principalmente de las partes que tienen mayor fricción entre sí, para así evitar un desgaste prematuro y mantener la vida útil de servicio de la roladora.

6.6.1.6 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control es el encargado de poner en funcionamiento el sistema mecánico, energizando los componentes eléctricos con sus respectivas alimentaciones (220 voltios de corriente alterna).

Hay que determinar que el sistema se determina de tal manera que permita un buen funcionamiento para poder obtener resultados deseados de toda la máquina.

6.6.2 DISEÑO DE LA ROLADORA

Dónde:

L: Longitud entre ejes inferiores = 18,7 cm

d_{rod} : Diámetro de los rodillo = 7 in = 17.78 cm

Deje: Diámetro de los ejes = 2.5 in = 6.35 cm

e: Espesor de la lámina metálica de Acero Inoxidable 304 = 6 mm

a: Ancho de la lámina metálica de Acero Inoxidable 304 = 1220 mm

b: Longitud de la lámina metálica de Acero Inoxidable 304 = 3660 mm

S_y : Limite de fluencia de la lámina metálica de Acero Inoxidable 304 = 2300 Kg/cm²

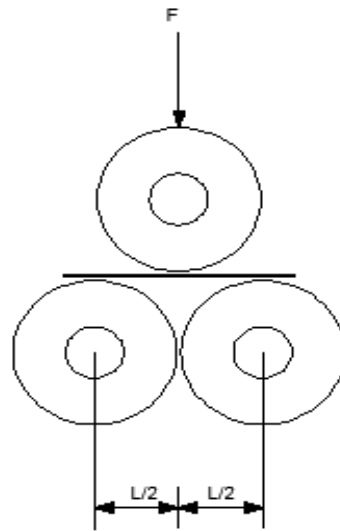


Fig. 6.1 Parte lateral de los Rodillos.

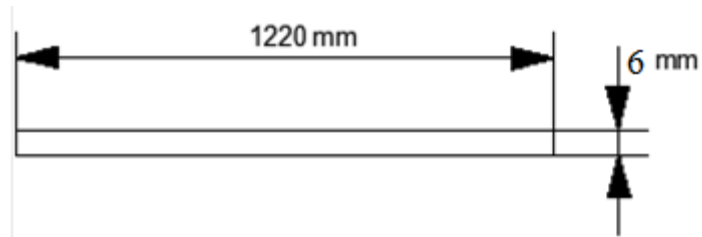


Fig. 6.2 Espesor y ancho de la lámina metálica

Donde:

A: Área

I_x : Inercia

$$A = b * e$$

$$A = 7320 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{b * h^3}{12}$$

Ec. 2.7

$$I_x = 219,6 \text{ cm}^4$$

Donde:

Fmín: Fuerza mínima

Mf máx: Momento Flector máximo

$$\sigma_x \geq S_y$$

$$\sigma_x = \frac{M_{f_{máx}} * c}{I}$$

$$F * \frac{L}{4} * c = 2300 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * I_x$$

$$F_{min} = 2500,82 \text{ Kg}f \approx 2501 \text{ kgf}$$

Cálculo de la deformación de la lámina metálica.

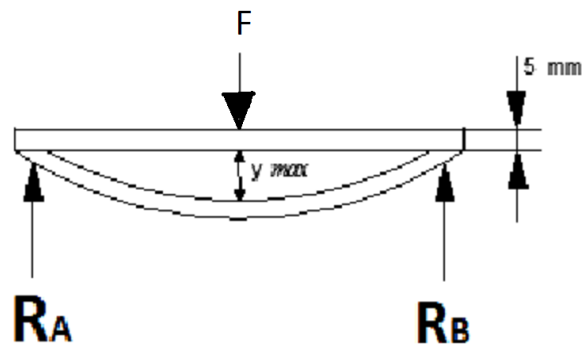


Fig. 6.3 Deformación de la lámina metálica.

Donde:

y máx: Deformación máxima de la lámina de acero inoxidable 304

- E: Modulo de elasticidad del acero inoxidable= 27.7 Mpsi (Shigley, 8va Edición)

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{F * L^3}{48 * E * I_x}$$

Ec. en el ANEXO 1

$$y_{m\acute{a}x} = 7,115 \text{ mm}$$

Donde:

r: Radio de curvatura máximo obtenida de la lámina de acero inoxidable 304.

$$r = \frac{E * I_x}{M}$$

$$r = \frac{E * I_x}{\frac{F * L}{4}}$$

$$r = 37,945 \text{ cm}$$

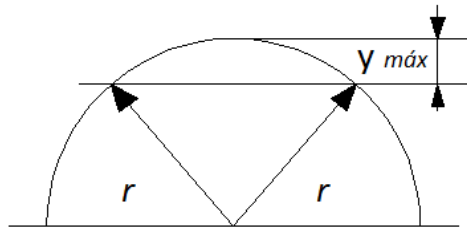


Fig. 6.4 Deformación máxima y Radio de curvatura máximo obtenida de la lámina de acero inoxidable 304.

Selección del motor.

$$\Sigma Fx = m * a$$

Ec. 2.10

Donde:

$a = 0$, porque el motor gira continuamente a $V = \text{cte}$.

$F_{\text{máx}}$: Fuerza Máxima.

N : Fuerza Normal

m : Masa

a : Aceleración

F_r : Fuerza de rozamiento

F_T : Fuerza de torsión

$$F_T - F_r = m * a$$

$$F_T = F_r$$

$$F_T = F_r = \mu * N$$

Ec. 2.11

$$F_{T2} = 3826,53 \text{ Kgf}$$

$$F_{\text{máx}} = N$$

Considerando un factor de $n = 1.7$, para mejor confiabilidad de la deformación de la lámina metálica de acero inoxidable.

$$F_{\text{máx}} = n * F_{\text{min}}$$

$$F_{\text{máx}} = 4251,7 \text{ Kgf}$$

La fuerza máxima se divide para los 2 rodillos inferiores donde será apoyada la lámina metálica para su respectivo rolado.

$$F_{T1} = F_{T3} = \mu * \frac{N}{2}$$

$$F_{T1} = F_{T3} = 1913,265 \text{ Kgf}$$

Donde:

i: Relación de velocidad en el Rodillo-Catarina.

d: Diámetro de la Catarina

d_{rod}: Diámetro del rodillo

$$i = \frac{d \text{ catarina}^2}{d \text{ rodillo}} \quad \text{Ec. 2.12}$$

$$i = 0.9$$

Donde:

T_{rod}: Torque del rodillo

F_{rod}: Fuerza del rodillo

r: radio del rodillo

$$T_{rod} = F_{Trod2} * r \quad \text{Ec. 2.13}$$

$$T_{rod2} = 1170 \text{ Kgf} * 8.89 \text{ cm}$$

$$T_{rod2} = 34017,85 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

$$T_{rod1} = T_{rod3} = F_{rod1} * r$$

$$T_{rod1} = T_{rod3} = 585 \text{ Kgf} * 8.89 \text{ cm}$$

$$T_{rod1} = T_{rod3} = 17008,93 \text{ Kg} * \text{cm}$$

$$T_{cat} = i * T_{rod3}$$

$$T_{cat1} = T_{cat3}$$

$$T_{cat1} = 0.9 * 17008,93 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

$$T_{cat1} = 15308,037 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

$$T_{catalina\ motriz} = T_{cat3} + T_{cat1} + T_{rod2}$$

$$T_{catalina\ motriz} = 10044,64 \text{ Kgf} * \text{cm} + 10044,64 \text{ Kgf} * \text{cm} + 34017,85 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

$$T_{cata-motriz} = 64633,924 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

- Este valor se multiplica con un factor de transmisión del 95 %.

$$T_{cata-motriz} = 64633,924 \text{ Kgf} * \text{cm} * 0.95$$

$$T_{cata-motriz} = 61402,23 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

Relación de transmisión del eje del reductor, Catarina motriz

$$i = \frac{d\ catarina\ 32}{d\ eje}$$

Ec. 2.12

$$i = 2,5$$

Dónde:

Prod: Potencia en el rodillo

n: velocidad angular (rpm)

Tcata-motriz: Torque de la catarina motriz

n: velocidad de salida del reductor = 13,23 rpm, el reductor tiene una relación de 1:132 (Prontuario de Máquinas de Nicolás Larburo, ANEXO 12)

$$T_{eje} = \frac{T_{cata-motriz}}{2.5}$$

$$T_{eje} = 24560,9 \frac{Kgf}{cm}$$

$$P_{motor} = \frac{T_{eje} * n}{73082 * f_{confia}} \quad \text{Ec. 2.14}$$

Con una eficiencia en el reductor del 85%

$$P_{motor} = \frac{24560,9 Kgf * cm * 13.23 rpm}{73082 * 0,85}$$

$$P_{motor} = 3,9 HP \approx 4 HP$$

Se observa que se necesita un motor de 4 HP para el proceso de rolado de láminas metálicas de 6 mm de espesor, con un velocidad angular de 1750 rpm.

Diseño de ejes

Como $F_{min} = 2501 \text{ Kgf}$

Esta fuerza se multiplica con un factor ($n=1.6$) para que la lámina se deforme al momento del proceso de rolado. Este factor es asumido. Estos rodillos son proporcionados por la empresa donde se va a realizar la construcción de la máquina.

Dónde:

F_{max} : Fuerza máxima

$$F_{max} = 4251,7 \text{ Kgf}$$

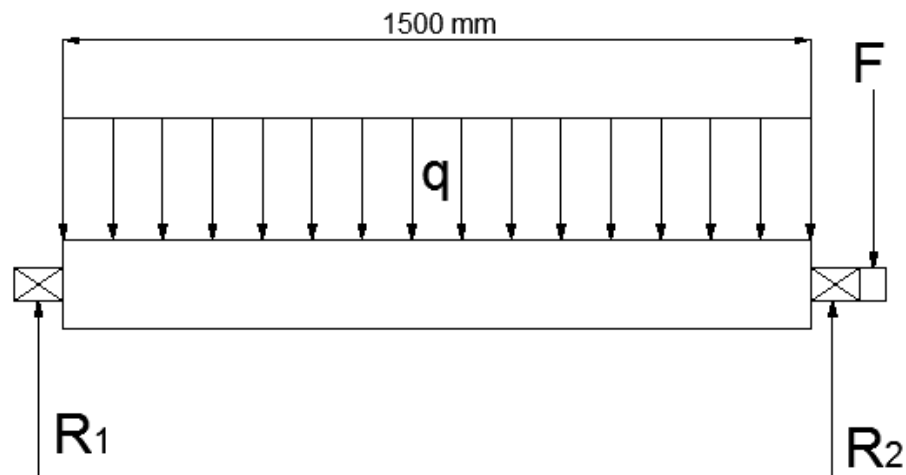


Fig. 6.5 Carga Distribuida.

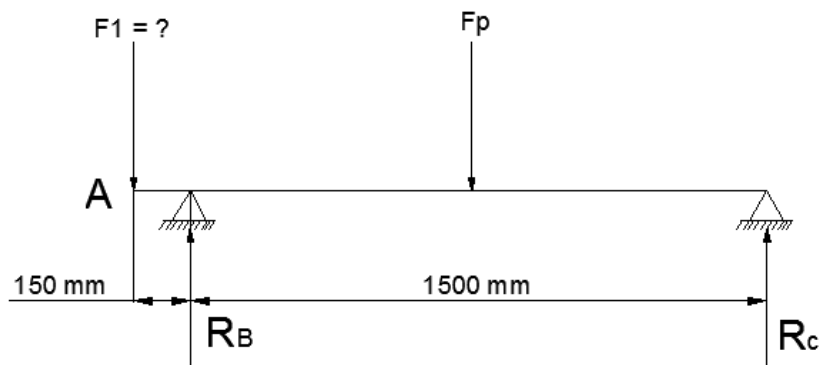


Fig. 6.6 Diagrama de cuerpo libre

$$F_1 = \frac{T_{cata 1}}{r_{cara}}$$

$$F_1 = \frac{10044,64 \text{ Kgf} * \text{cm}}{5,25 \text{ cm}}$$

$$F_1 = 1913,27 \text{ Kgf}$$

Donde:

M: momento

$$\sum M_B = 0$$

$$= 4251,7 \text{ Kg} (0,75 \text{ m}) - 1913,27 \text{ Kg} (0,15 \text{ m}) - R_2 (1,5 \text{ m})$$

$$R_C = 1934,52$$

$$\sum M_C = 0$$

$$= 4251,7 \text{ Kg} (0,75\text{m}) + (1913,27 \text{ Kg})(1,65\text{m}) - R_1 (1,5 \text{ m})$$

$$R_B = 4230,44$$

Cálculo de la Fuerza cortante

V_B : Fuerza cortante

$$V_B = -F_1 + R_B$$

$$V_B = -1913,27 \text{ Kg} + 1934,52 \text{ Kg}$$

$$V_B = 21,26 \text{ Kg}$$

$$V_B = V_C = -4251,7 \text{ Kg} = 4251,7 \text{ Kg} - 4230,44 \text{ Kg} = 21,26 \text{ Kg}$$

Cálculo de la distancia

$$X_1 = \frac{V_B}{W}$$

Ec. 2.14.1

$$X_1 = \frac{1098,5 \text{ Kg}}{4251,7 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}}$$

$$X_1 = 0,29 \text{ m}$$

$$X_2 = 1,24 \text{ m}$$

Cálculo de Momentos

$$M_B = M_A + [\text{Área}]_{A-B}$$

$$M_B = 0 + (-1913,27g)(0.15m)$$

$$M_B = -286.99 \text{ Kg} * m$$

$$M_D = M_B + [\text{Área}]_{B-D}$$

$$M_D = -286.99Kg + \left(\frac{1}{2}\right)(21,26 \text{ Kg})(0.792 \text{ m})$$

$$M_D = 278,57 \text{ Kg} * m$$

$$M_C = M_D + [\text{Área}]_{D-C}$$

$$M_C = 278,57 \text{ Kg} * m + \left(\frac{1}{2}\right)(-1934,52 \text{ Kg})(0.7078 \text{ m})$$

$$M_C = 0$$

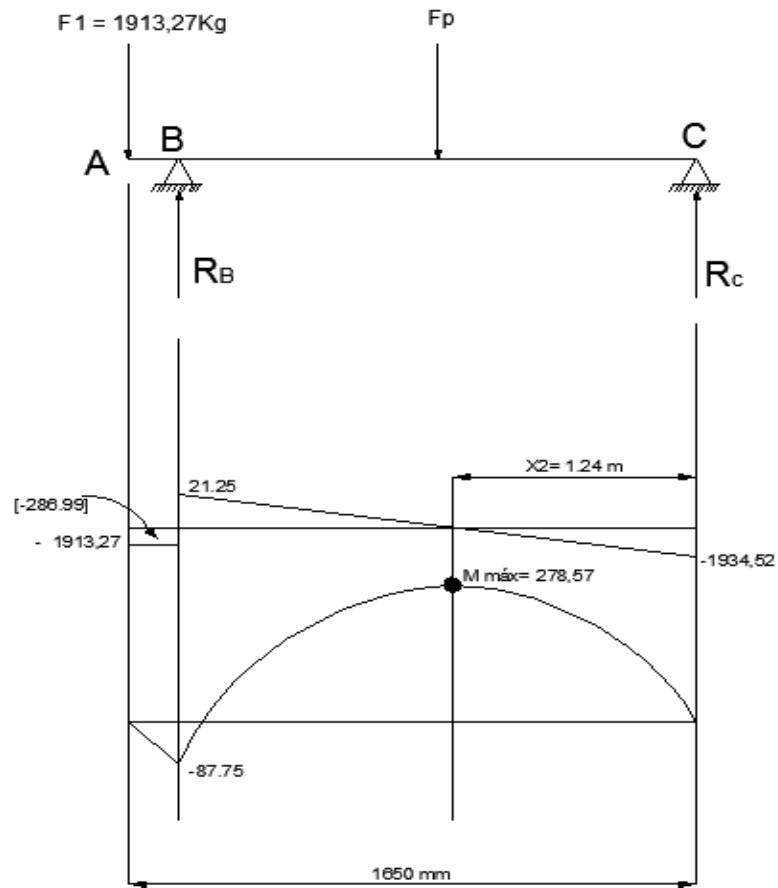


Fig. 6.7 Diagrama de Momentos y Fuerza Cortante

Diseño del tornillo de potencia.

El tornillo de potencia es impuesto por la empresa INOX-TEC.

Datos generales de la rosca:

Donde:

Rosca con hilos Acme. (ANEXO 2)

z: Número de hilos de entrada= 1 hilo

p: Paso= 1/3 pulg= 0.8466 cm

N: Número de hilos por pulgada= 4 hilos

d: Diámetro mayor= 2.5 pulg = 6.35 cm

Donde:

dr: Diámetro menor

dm: Diámetro medio

$$dm = d - \frac{p}{2} \quad \text{Ec. 2.15}$$

$$dm = 6.35 \text{ cm} - \frac{0.8466 \text{ cm}}{2}$$

$$dm = 5.927 \text{ cm} = 59.27 \text{ mm}$$

$$dr = d - p \quad \text{Ec. 2.16}$$

$$dr = 6.35 \text{ cm} - 0.8466 \text{ cm}$$

$$dr = 5.503 \text{ cm} = 55.03 \text{ mm}$$

Donde:

l: Avance

$$l = z * p \quad \text{Ec. 2.17}$$

$$l = 1 * 0.8466 \text{ cm}$$

$$l = 0.8466 \text{ cm} = 8.466 \text{ mm}$$

Para garantizar que el tornillo sea autobloqueante se da la siguiente condición:

$$\pi * f * dm > l$$

$$\pi * 0.15 * 5.927 \text{ cm} > 0.8466 \text{ cm}$$

$$2.79 \text{ cm} > 0.8466 \text{ cm} \text{ Satisface la condición.}$$

Donde:

$$F_{\min}: \text{Fuerza mínima} = 1300 \text{ kg}$$

La fuerza se divide, debido a que son 2 tornillos de potencia.

Donde:

F_{ct}: Fuerza en cada tornillo de potencia

$$F_{ct} = \frac{F_{\min}}{2}$$

$$F_{ct} = \frac{1300 \text{ kgf}}{2}$$

$$F_{ct} = 650 \text{ Kgf fuerza en cada tornillo.}$$

La siguiente ecuación se considera positivo el par de torsión empleado para girar el tornillo contra la carga.

Donde:

T: Par de torsión para bajar la carga.

f: Coeficiente de fricción= 0.15 (Joseph Shigley, 5va Edición, ANEXO 3)

$$T = \frac{F * dm}{2} \left(\frac{l + \pi * f * dm}{\pi * dm - f * l} \right) \quad \text{Ec. 2.18}$$

$$T = \frac{650 \text{ kgf} * 5.927 \text{ cm}}{2} \left(\frac{0.8466 \text{ cm} + \pi * 0.15 * 5.927 \text{ cm}}{\pi * 5.927 \text{ cm} - 0.15 * 0.8466} \right)$$

$$T = 379.109 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

La siguiente ecuación se considera negativa el par de torsión empleado para bajar la carga.

$$T = \frac{F * dm}{2} \left(\frac{\pi * f * dm - l}{\pi * dm + f * l} \right) \quad \text{Ec. 2.19}$$

$$T = \frac{650 \text{ kgf} * 5.927 \text{ cm}}{2} \left(\frac{\pi * 0.15 * 5.927 \text{ cm} - 0.8466 \text{ cm}}{\pi * 5.927 \text{ cm} + 0.15 * 0.8466} \right)$$

$$T = -199.99 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

El signo positivo en el primer término indica que el tornillo no es autobloqueante y giraría bajo la acción de la carga. De esta manera, el par de torsión necesario para girar el tornillo con la carga es menor que el que se necesita para vencer solo la fricción.

Donde:

τ : Esfuerzo cortante en el cuerpo debido al momento de torsión T en el exterior del cuerpo del tornillo, esta dado por:

$$\tau = \frac{16 * T}{\pi * d_r^3} \quad \text{Ec. 2.21}$$

$$\tau = \frac{16 * 379.109 \text{ Kgf} * \text{cm}}{\pi * 5.503 \text{ cm}^3}$$

$$\tau = 11.5862 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} = 255.359 \text{ Kpsi}$$

Donde:

σ : Esfuerzo axial normal nominal se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = -\frac{4F}{\pi * d_r^2} \quad \text{Ec. 2.22}$$

$$\sigma = -\frac{4 * 650 \text{ Kgf}}{\pi * 5.503^2 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma = -27.33 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} = -602.353 \text{ Kpsi}$$

Donde:

σ_B : Esfuerzo de apoyo

Algunos experimentos muestran que el primer hilo en contacto soporta 0.38 de la carga, el segundo 0.25 y el tercero 0.18 y haciendo n_t igual a 1, se obtendrá el nivel mayor de esfuerzo en la combinación tuerca-hilo.³³

$$\sigma_B = \frac{2(0.38F)}{\pi * dm * n_t * p} \quad \text{Ec. 2.23}$$

$$\sigma_B = \frac{2(0.38 * 650 \text{ Kgf})}{\pi * 5.927 \text{ cm} * 1 * 0.8466 \text{ cm}}$$

$$\sigma_B = 31.34 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

Donde:

σ_b : Esfuerzo flexionante en la raíz del hilo, con un hilo que soporta 0.38F.

$$\sigma_b = \frac{6(0.38F)}{\pi * dr * n_t * p} \quad \text{Ec. 2.24}$$

$$\sigma_b = \frac{6(0.38 * 650 \text{ Kgf})}{\pi * 5.503 \text{ cm} * 1 * 0.8466 \text{ cm}}$$

$$\sigma_b = 101.256 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} = 2.231 \text{ Mpsi}$$

El cortante transversal en el extremo de la sección transversal de la raíz, debido a la flexión, es cero. Sin embargo, existe un esfuerzo cortante circunferencial en el extremo de la sección transversal de la raíz del hilo.

³³ Joseph E. Shigley- Sexta edición, pag 463

$$\sigma_x = 101.256 \frac{Kgf}{cm^2}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\sigma_z = -27.33 \frac{Kgf}{cm^2}$$

$$\tau_{xy} = 11.5862 \frac{Kgf}{cm^2}$$

$$\tau_{yz} = 0$$

$$\tau_{zx} = 0$$

Donde:

σ' : Esfuerzo de Von Mises

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + [\sigma_y - (\sigma_z)]^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy})^2 \right\}^{1/2} \quad \text{Ec. 2.25}$$

$$\begin{aligned} \sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ \left(101.256 \frac{Kgf}{cm^2} - 0 \right)^2 + \left[0 - \left(-27.33 \frac{Kgf}{cm^2} \right) \right]^2 \right. \\ \left. + \left(-27.33 \frac{Kgf}{cm^2} - 101.256 \frac{Kgf}{cm^2} \right)^2 + 6 \left(11.5862 \frac{Kgf}{cm^2} \right)^2 \right\}^{1/2} \end{aligned}$$

$$\sigma' = 119.039 \frac{Kgf}{cm^2}$$

En forma alterna, esta situación se utiliza como una de esfuerzo plano con:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + (\sigma_z)}{2} \pm \sqrt{\left[\frac{\sigma_x - \sigma_z}{2}\right]^2 + \tau_{xy}^2} \quad \text{Ec. 2.26}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{101.256 \frac{Kgf}{cm^2} + \left(-27.33 \frac{Kgf}{cm^2}\right)}{2}$$

$$\pm \sqrt{\left[\frac{101.256 \frac{Kgf}{cm^2} - \left(-27.33 \frac{Kgf}{cm^2}\right)}{2}\right]^2 + \left(11.5862 \frac{Kgf}{cm^2}\right)^2}$$

$$\sigma_{1,2} = 36.963 \pm 65.328 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_1 = 102.291 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_2 = -28.365 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma' = [\sigma_1^2 - \sigma_1(\sigma_z) + \sigma_z^2]^{1/2}$$

$$\sigma' = \left[\left(102.291 \frac{Kgf}{cm^2}\right)^2 - 102.291 \frac{Kgf}{cm^2} \left(-27.33 \frac{Kgf}{cm^2}\right) + \left(-27.33 \frac{Kgf}{cm^2}\right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\sigma' = 119.039 \frac{Kgf}{cm^2}$$

Donde:

$\tau_{\text{máx}}$: El esfuerzo cortante máximo se determina ordenando los esfuerzos principales como 102.291, 0, -28.365 Kgf/cm².

$$\tau_{m\acute{a}x} = m\acute{a}x \left[\frac{\sigma_1 - 0}{2}, \frac{0 - \sigma_2}{2}, \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \right]$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{102.291 - 0}{2}, \frac{0 - (-28.365)}{2}, \frac{102.291 - (-28.365)}{2}$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = m\acute{a}x [51.1455, 14.183, 65.328] \frac{Kgf}{cm^2}$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = 65.328 \frac{Kgf}{cm^2}$$

Donde:

σ : Esfuerzo equivalente

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)}$$

Ec. 2.27

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left((101.256 \frac{Kgf}{cm^2})^2 + 3(11.5862 \frac{Kgf}{cm^2})^2 \right)}$$

$$\sigma_{eq} = 103.225 \frac{Kgf}{cm^2}$$

Donde:

n: Factor de seguridad

Acero AISI 1018

Sy: Limite de fluencia= 220 Mpa= 2244 Kgf/ cm² (Joseph Shigley, 8va Edici3n, ANEXO 4)

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}}$$

Ec. 2.28

$$n = \frac{2244 \frac{Kgf}{cm^2}}{103.22 \frac{Kgf}{cm^2}}$$

$$n = 21.73$$

El factor de seguridad con respecto al fuerza cortante es alto, esto nos dice que soporta bien el tornillo de potencia al momento de utilizarlo para el proceso de rolado de la lámina.

Cálculo de flexión de Tornillo de Potencia.

Fuerza promedio del Hombre según la norma (ANEXO 5)

Fm: Fuerza en la palanca aplicada por el hombre = 10 Kgf

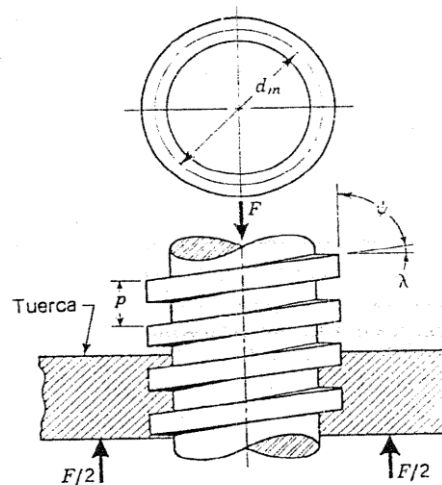


Fig 6.8 Fuerzas aplicadas en el tornillo

Donde:

σ_f : Esfuerzo flector

$$\sigma_f = \frac{32 * M_f}{\pi * d^3} \quad \text{Ec. 2.29}$$

M_f : Momento flector

l_p : Longitud de la palanca= 19 cm (Asumida)

$$M_f = F_m * l_p \quad \text{Ec. 2.30}$$

$$M_f = 10 \text{ Kgf} * 19 \text{ cm}$$

$$M_f = 109 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

$$\sigma_f = \frac{32 * 109 \text{ Kgf} * \text{cm}}{\pi * 5.927 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma_f = 5.332 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau = 11.5862 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

Donde:

n: Factor de seguridad a flexión

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma_f^2 + 3\tau_{xy}^2)} \leq \frac{S_y}{n} \quad \text{Ec. 2.27}$$

$$\sqrt{\left(5.332 \frac{Kgf}{cm^2}\right)^2 + 3\left(11.5862 \frac{Kgf}{cm^2}\right)^2} = \frac{2244 \frac{Kgf}{cm^2}}{n}$$

$n = 108.07$ Demasiado

Este factor de seguridad es demasiado alto, con respecto a la anteriormente mencionada. Esto nos dice que el tornillo soporta muy bien a flexión, el tornillo de potencia fue proporcionado por la empresa ya que se trabajara con algunos elementos que suministra dicha empresa. Los datos del tornillo se muestran en la página 79.

Diseño de la palanca.

Donde:

dagu: Diámetro del agujero en el tornillo para la palanca= 1pulg= 25.4 mm

d pa: Diámetro de la palanca= 7/8 pulg= 2.22 cm

Material: Acero ASTM 1018

Sy: Limite de fluencia= 220 Mpa= 2244 Kgf/ cm² (Joseph Shigley, 8va Edición, ANEXO 4)

Como la palanca está sometida a flexión.

$M = T = 379.109 \text{ Kgf*cm}$

$$\sigma = \frac{32 * M}{\pi * d pa^3} \leq \frac{Sy}{n} \tag{Ec. 2.29}$$

$$\frac{32 * 379.109 \text{ Kgf} * \text{cm}}{\pi * (2.22 \text{ cm})^3} = \frac{2244 \frac{Kgf}{cm^2}}{n}$$

$n = 6.38$ *Satisface*

Donde:

Lo: Longitud de la palanca

$$M = Fm * Lo \quad \text{Ec. 2.31}$$

$$Lo = \frac{M}{Fm}$$

$$Lo = \frac{379.109 \text{ Kgf} * \text{cm}}{10 \text{ Kgf}}$$

$$Lo = 37.91 \text{ cm}$$

Con la fuerza ejercida por el operador que es de 10 Kgf (ANEXO 5) y el diámetro, se determina la longitud necesaria para aplicar una fuerza a través del mecanismo a la lámina metálica de acero inoxidable 304 de 6 mm.

Selección de los cojinetes de fricción.

Donde:

dint: Diámetro interior del bocín = 2.5 pulg= 63.5 mm

Dext= 3 pulg= 76.2 mm

Tolerancia de ajuste= 0,04 cm

Holgura del bocín = 12,7 mm

Longitud: Lon= 90 mm

Se selecciona el rodamiento de fricción mediante el eje del rodillo que es de 2.5 pulg, de esta manera se escoge el material que es de Bronce Fosfórico que es el más recomendado para este tipo de trabajo.

Selección de los pernos para cojinetes de fricción.

Datos:

- Se asume un perno SAE 5 (Joseph Shigley, 8va Edición, ANEXO 6), para el cálculo del perno.

Intervalo de tamaño, inclusive: $\frac{1}{4}$ -1

Donde:

dn: Diámetro mayor nominal= $\frac{1}{2}$ in= 0.5 pulg

Sp: Resistencia de prueba= 85 Kpsi

At: Area de esfuerzo de tensión= 0.1419 pulg² (para perno $\frac{1}{2}$ rosca gruesa)

At= 0.1419 pulg²= 0.9155 cm²

Sp= 8500 psi= 5977.4 Kg/cm²

Donde:

Bowman³⁴ recomienda una precarga de 75% de la carga de prueba, que es casi la misma que la recomendación RB&W³⁵ para pernos reutilizados, Con una carga de prueba o una mayor (85 Kpsi hasta un diámetro de una pulgada).

Fi: Carga recomendada

³⁴ Bowman Distribution –Barnes Group, Fastener Facts, Cleveland, 1985, p. 90

³⁵ Russell Burdsall & Ward Inc., Helpful Hints for Fastener Desing and Application, Mentor, Ohio, 1965, p. 42.

$$F_i = A_t * S_p * 0.75 \quad \text{Ec. 2.32}$$

$$F_i = 0.1419 \text{ pulg}^2 * 85 \text{ Kpsi} * 0.75$$

$$F_i = 9.046 \text{ kg}$$

Para la selección del perno se escoge el cojinete de fricción más crítico.

$$\cos \theta = \frac{18.25}{35.56}$$

$$\theta = 59.12^\circ$$

Donde:

Fa: Carga Axial

$$F_a = \frac{T_{cat}}{r_{cat}} \quad \text{Ec. 2.33}$$

$$F_a = \frac{T_{cat}}{r_{cat}}$$

$$F_a = \frac{5200.65 \text{ Kgf} * \text{cm}}{\left(\frac{6.35 \text{ cm}}{2}\right)}$$

$$F_a = 1638 \text{ Kgf}$$

- La fuerza está dentro de los parámetros para la selección del perno de grado SAE 5 (Joseph Shigley, 8va Edición, ANEXO 6).

Selección de la cadena y piñón.

- Según la tabla (Joseph Shigley, 5va Edición, ANEXO 7) Cadena.

Piñón (ANEXO 8)

Para una potencia transmitida de 4 HP para velocidad de ≤ 40 .

Seleccione un piñón para una cadena ANSI N: 60 Tipo B doble paso $\frac{3}{4}$. (ANEXO 7)

Longitud de la cadena (ANEXO 9)

$$\frac{L}{P} = \frac{2C}{P} + \frac{N1 + N2}{2} + \frac{(N2 - N1)}{4\pi^2 \left(\frac{C}{P}\right)}$$

$$L = 2C + \frac{P(N1 + N2)}{2} \quad \text{Ec. 2.34}$$

Paso = $\frac{3}{4}$ pulg = 1.905 cm

Dimensiones y selección de la cadena

Para una potencia de 4 HP, un Catarina o Piñón 2B de 15 dientes y una cadena # 60 paso de $\frac{3}{4}$, tenemos una velocidad máxima de 100 rpm con lubricación tipo A.

Cadena ANSI # 60

Paso = $\frac{3}{4}$.

Peso medio (L/ft) = 1 lb/ft.

Resistencia media a la tensión = 8500 lb.

La fuerza según el corte en la Catarina o piñón es de 51401,78 Kgf * cm es decir la cadena soporta perfectamente la tracción.

Diseño de la chaveta

Datos del material:

AISI 1015 = > $S_y = 235 \text{ N/mm}^2 = 23.97 \text{ Kg/mm}^2$: Material recomendado.
(BOHLER, ANEXO 10)

Donde:

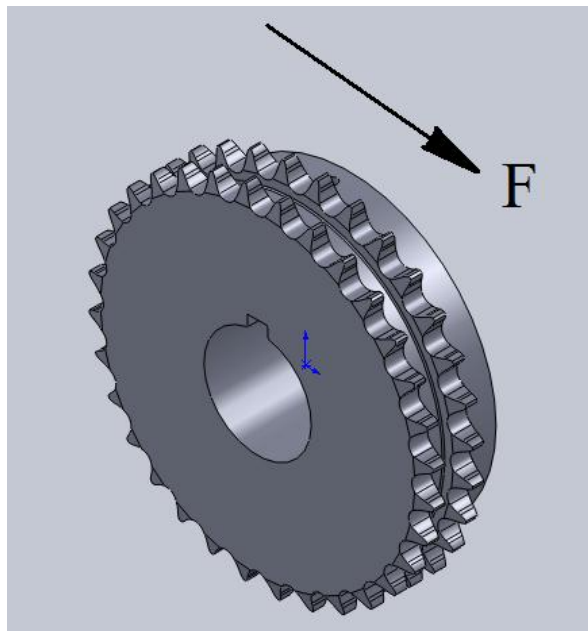
Deje: Diametro del eje = 2.5 pulg= 6.35 cm

Chaveta: a - >h= 11 (ANEXO 11)

b: Ancho de la cara de la chaveta = 18 mm= 1.8 cm

n: Factor de Seguridad= 1.5 Asumido.

Material de la chaveta AISI 1015 o 1018 (BOHLER, ANEXO 10)



6.9 Fuerza aplicada en la catarina

Cizalladura de la chaveta.

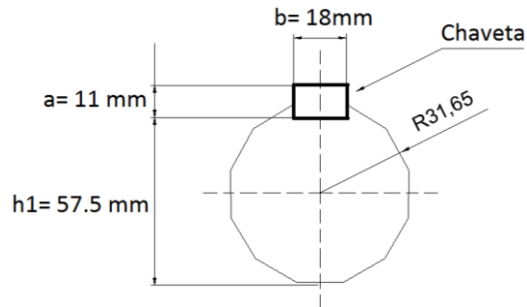


Fig. 6.10 Dimensiones de la chaveta

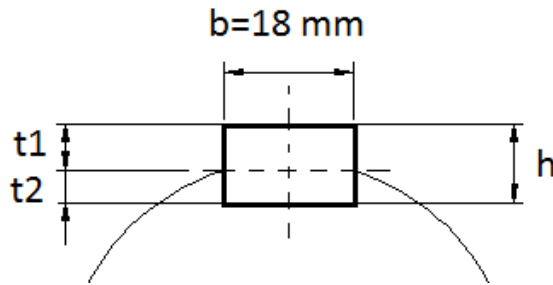


Fig. 6.11 Dimensiones de la chaveta

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

Ec. 2.35

$$Lc = \frac{F * n}{0.5 * b * Sy}$$

Ec. 2.36

$$Ssy = 0.577 Sy \rightarrow TED$$

$$Tcha = Fa * r$$

$$Tcha = 1638 \text{ Kg} * 3.175 \text{ cm}$$

$$Tcha = 5200.65 \text{ Kg} * \text{cm}$$

$$F_{cha} = \frac{2 * T_{cha}}{D_{eje}}$$

$$F_{cha} = \frac{2 * 5200.65 \text{ Kgf} * \text{cm}}{6.35 \text{ cm}}$$

$$F_{cha} = 1638 \text{ Kgf}$$

Donde:

Lc: Longitud adecuada de la chaveta para que no haya cizalladura.

La: Longitud de la cara del chavetero.

$$Lc = \frac{F_{cha} * n}{0.5 * b * Sy}$$

Ec. 2.36

$$Lc = \frac{1638 \text{ Kgf} * 1.5}{0.5 * 18 \text{ mm} * 23.97 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2}}$$

$$Lc = 11.389 \text{ mm}$$

Aplastamiento de una cara del chavetero del eje.

$$La = \frac{F * n}{t_2 * Sy}$$

Ec. 2.37

$$La = \frac{1638 \text{ Kgf} * 1.5}{6 \text{ mm} * 23.97 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2}}$$

$$La = 17.08 \text{ mm}$$

$t_2 = e = 6 \text{ mm}$ (ANEXO 11)

Si $L_c > L_a \rightarrow L = L_c$

Si $L_a > L_c \rightarrow L = L_a$

Entonces $L_a > L_c \rightarrow L_a = 17.08 \text{ mm}$

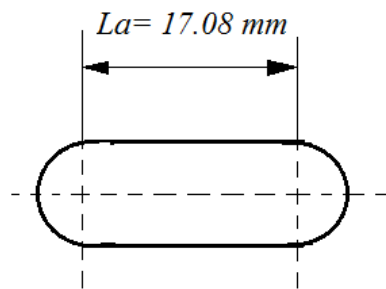


Fig. 6.12 Longitud de la claveta

Las dimensiones de la claveta, como el espesor, altura y longitud está soportando la fuerza cortante que se produce, esto se cálculo con un factor de seguridad de 1.5.

Diseño del Soporte

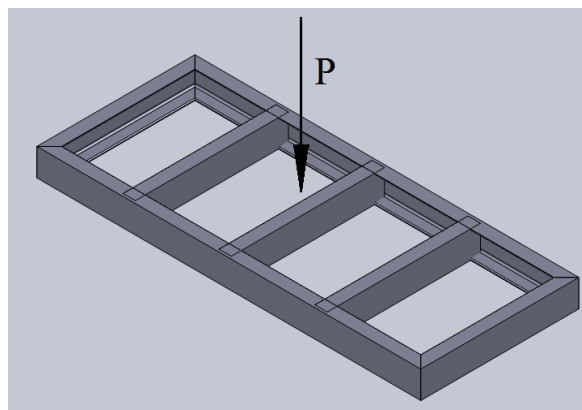


Fig. 6.13 Soporte o Mesa.

Datos:

P: Peso total de las piezas que conforman la roladora = 322, 47 Kg

Material: Plancha de Acero ASTM A36 de 6 mm de espesor (ANEXO 14). Esta plancha fue plegada para realizar el perfil de soporte o mesa de la roladora.

e: Espesor de la plancha = 6 mm

b: base perfil = 70 mm

h: altura del perfil = 130 mm

Donde:

Ptotal: Peso total de los elementos que están sobre la estructura.

V: Fuerza Cortante

$$V = Wt + 2501 \text{ Kg}$$

$$V = 20 \text{ Kg} + 2501 \text{ Kg}$$

$$V = 2521 \text{ Kg}$$

F: Fuerza en la cadena

$$F_{cad} = \frac{Tm}{Dcat}$$

$$F_{cad} = \frac{51401,78 \text{ Kg} * cm}{10.5 \text{ cm}}$$

$$F_{cad} = 4895,40 \text{ Kg}$$

Ft: Fuerza Total

$$F_t = P + V$$

$$F_t = 322.47 \text{ Kg} + 2521 \text{ Kg}$$

$$F_t = 2843,47 \text{ Kg}$$

Dividimos esta fuerza para 4 ya que es el número de travesaños que forman el marco superior y este a su vez soporta la carga.

F: Fuerza aplicada en cada uno de los perfiles

$$F = \frac{F_t}{4}$$

$$F = \frac{2843,47 \text{ Kg}}{4}$$

$$F = 710,86 \text{ Kg}$$

Verificamos si el perfil es el adecuado para el diseño y escogemos el lado que soporta las catarinas.

$$F_1 = F_{cad} * \text{Cos } 45^\circ$$

$$F_1 = 4895,4 \text{ Kg} * \text{Cos } 45^\circ$$

$$F_1 = 3461,05 \text{ Kg}$$

Momento de inercia

$$I = 736,3 \text{ cm}^4$$

$$c = 506,4 \text{ Kgf}$$

$$\sigma_f = \frac{M_{f\text{máx}} * c}{I}$$

$$\sigma_f = \frac{21842,4 \text{ Kg} * \text{cm} * 3,62 \text{cm}}{736,3 \text{ cm}^4}$$

$$\sigma_f = 107,4 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau_c^2} \leq \frac{Sy}{n}$$

$$107,4 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} = \frac{2250 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}}{n}$$

$$n = 20,9 \rightarrow 21 \text{ Satisface la condición}$$

Esto nos quiere decir que el perfil tipo C 70 x 150 x 6 mm de acero ASTM A36 soporta las fuerzas aplicadas en la estructura.

6.7 METODOLOGÍA

El desarrollo de la presente propuesta se encuentra sustentada en el marco teórico investigativo en el capítulo II, de donde se obtiene referencias para proceder con la construcción de la roladora, para ello se divide el trabajo de construcción, tomando en cuenta los diferentes sistemas que lo conforman e iniciando con la parte principal de la roladora. Para seguir de una forma ordenada secuencial y no tener complicaciones en la construcción de la roladora se ha planteado de la siguiente forma:

1. La construcción de la estructura de soporte.
2. Construcción de los rodillos.
3. Construcción de los rodamientos de fricción.
4. Ensamblado de las catarinas, cadena y del motoreductor.
5. Elaboración del circuito de control.

6.7.1 ESTRUCTURA DE SOPORTE

TABLA N° 6.7.1 MATERIALES DE LA ESTRUCTURA

MATERIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD
Perfil de Acero ASTM A36	e = 6 mm	7
Electrodos E7018		8 Kg

Realizado por: El Investigador

Se adquirió una plancha de 6 mm de espesor esta a su vez fue plegada para conformar el perfil para la realización de la mesa que sirve de soporte a las placas laterales que sirven a su vez de soporte a los rodillos.

La construcción de las placas laterales se inicio con el corte de la plancha de un ancho de 700 mm, y con una altura de 750 mm.

El cuerpo será el lugar que dará cabida a todos los elementos que forman la roladora y por esta razón debe ser lo suficiente robusto y resistente. Constará de dos placas laterales casi idénticas, de tal manera que puedan ser colocadas en uno u otro extremo de la roladora.

El cuerpo a más de las placas laterales de 12 mm estará formado por una mesa en forma rectangular, con la finalidad de que posea estabilidad y no se produzca volcamiento cuando empiece el funcionamiento.

Como lo he mencionado anteriormente la función que cumplirá el cuerpo será la de servir de soporte de todos los demás elementos que forman la roladora, como son: Sistema de regulación. Rodillos y sistema de transmisión.

El cuerpo puede también carecer de la mesa sin que ello represente inconvenientes para su funcionamiento.

Las placas laterales para evitar como soportes y dar alojamiento a los demás elementos. El material con el cual se proyecta construir es acero ASTM A36.



IMAGEN. 6.7.1 Estructura o mesa de soporte

6.7.2 SISTEMA DE REGULACIÓN DEL RODILLO SUPERIOR

TABLA N° 6.7.2 MATERIALES DEL SISTEMA DE REGULACIÓN DEL RODILLO SUPERIOR.

MATERIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD
Tornillo de potencia	De = 2.5" l = 40 cm	2
Tuerca de regulación	d = 4,1 cm e = 7,62 cm	2
Placas de soporte de la tuerca de potencia	a = 18cm l = 326 cm	2
Palancas	l = 37,91 cm d = 2,22 cm	2

Realizado por: El Investigador

El sistema de regulación deberá ser funcional, para dar facilidad al manejo de la roladora, constara de las siguientes partes que serán detalladas.

- **Perno de regulación.-** Tornillo de potencia cuya función es la transformar el movimiento circular en movimiento lineal de trabajo, ya que al bajar este ejercerá presión sobre el rodillo superior y este a su vez deformara la lámina a curvar. Las características notables de este tornillo son: En uno de los extremos se maquino un agujero, para que en este lugar se incorpore una manija o palanca con la finalidad de obtener el movimiento anterior. En el otro extremo se maquino una garganta, la cual servirá para subir o bajar el rodillo superior.
- **Tuerca de regulación.-** La tuerca es diseñada de manera que permanezca fija, para lo cual se la construyo en dos partes: la de ellas será la tuerca mismo, en la cual se deslizara el tornillo y la otra la base que es la que servirá para sujetarla sobre los cuerpos anteriormente mencionados. El acoplamiento de estos dos elementos se los realiza por medio de soldadura eléctrica, de viendo maquinarse para obtener una buena unión los respectivos acoplamiento “biceles”.
- **Soportes.-** Estos soportes tendrán como finalidad la de servir de apoyo a los ejes del rodillo superior, así como también la de servir de enlace entre el tornillo de regulación, motivo por el cual se ejecutaran agujeros en su superficie. Para enlazar este elemento con el tornillo se usara una media luna tipo collarín, el que a su vez se introducirá en la garganta del tornillo antes anotada.

La forma de este soporte será la de un cubo, ya que en el mismo se incorporaran las guías para este conjunto se deslice con facilidad. Estas guías serán desmontables e iguales todas.

- **Palanca.-** Esta palanca como lo hemos mencionado anteriormente servirá para transformar el movimiento circular generado por un operador, en un movimiento lineal, y su forma será la de una barra cilíndrica, sus extremos deberán ser de mayor diámetro, con el fin de que no se salga del agujero taladrado en el tornillo. La figura ilustra un esquema del diseño.

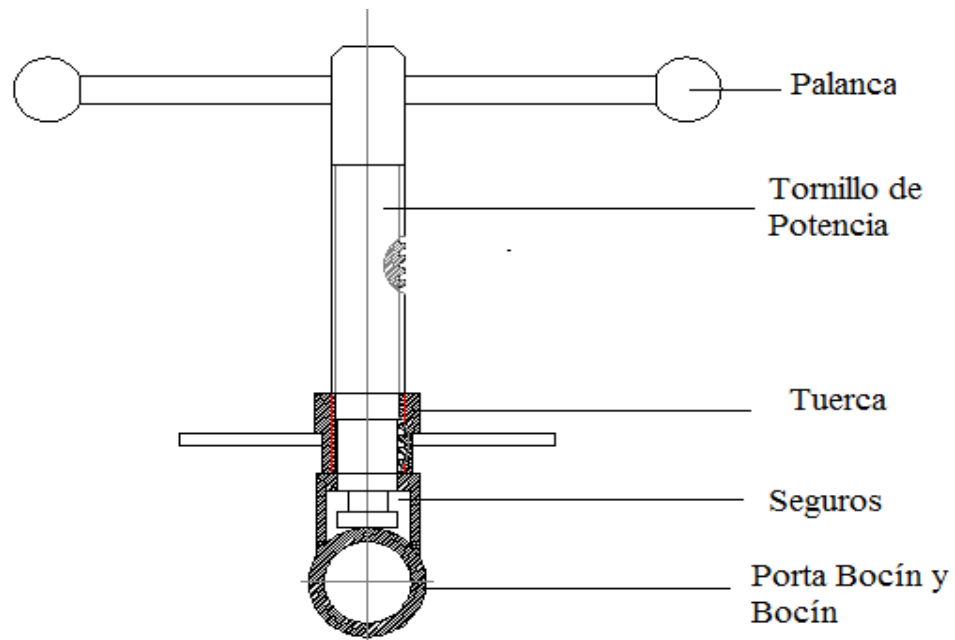


Fig. 6.7.1 Esquema del diseño del sistema de regulación.

6.7.3 RODILLOS

TABLA N° 6.7.3 MATERIALES DE LOS RODILLOS.

MATERIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD
Tubería Sch80 SA-53	De = 17,78 cm Di = 15,78 cm L = 150 cm	3

Eje de acero de transmisión AISI 1018	D = 6,35 cm L = 50 cm	6
Anillos de acero ASTM A36	De = 15,78 cm Di = 6,35 cm e = 6 mm	12

Realizado por: El Investigador

El sistema de rodillos puede estar formado por tres o más, dependiendo el número de las necesidades que se deseen satisfacer, así como de la exactitud requerida.

En nuestro caso se diseñó la roladora electromecánica con tres rodillos (dos inferiores y uno superior). A continuación se describirá cada uno de ellos.

- **Rodillos inferiores.-** Estos rodillos serán idénticos y su construcción se proyecta a realizar en acero perforado, serán los encargados de recibir el movimiento de las catarinas y de una forma permitir el deslizamiento de la lámina a curvar. Estos rodillos deberán montarse sobre ejes, los cuales a su vez serán diferentes en sus extremos. En uno de los extremos simplemente será un eje de apoyo, mientras que en el otro servirá para receptor movimiento, su acoplamiento se lo realizara por medio de unos anillos unidos por presión y soldadura como se lo puede ver en la figura siguiente.

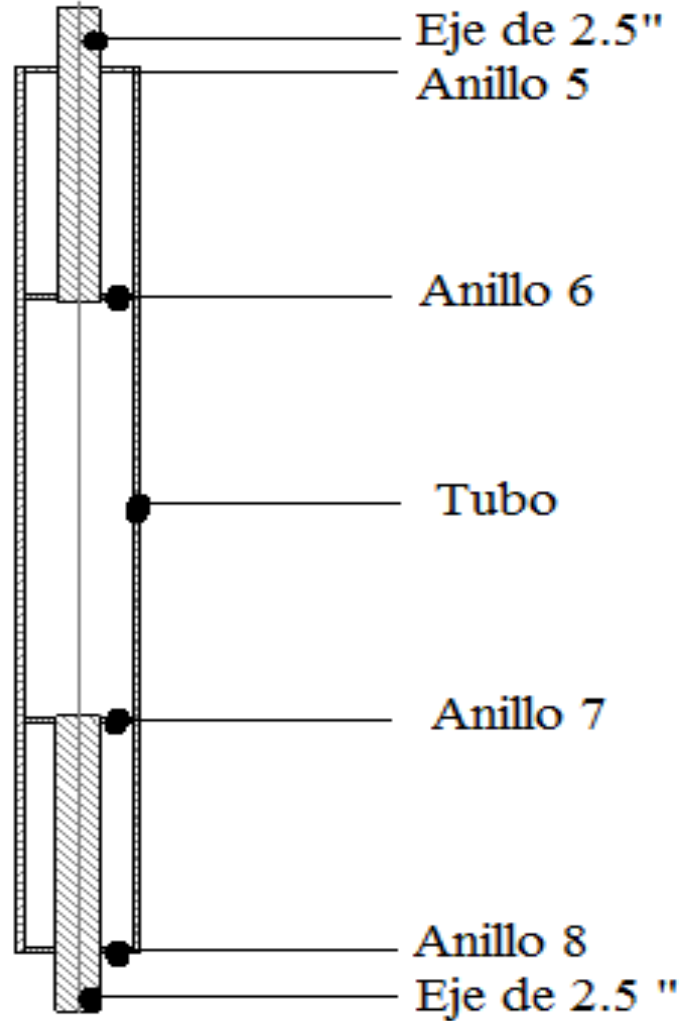


Fig. 6.7.2 Esquema de los rodillos inferiores

- Rodillo Superior.- Este rodillo se construyó del mismo material que los anteriores, pero con la diferencia que sus ejes no serán acoplados al mismo. Este rodillo no transmitirá movimiento, y su función será de deformar la lámina, ósea que se lo considera como un rodillo libre “loco”.

Para recibir a los ejes se le acoplara bujes. Además los ejes poseerán una manija para su desmontaje. Este tipo de montaje de los ejes se los proyecta con una finalidad

como es la de desmontar el objeto curvado conjuntamente con el rodillo, sin la necesidad de desacoplar el sistema de regulación.

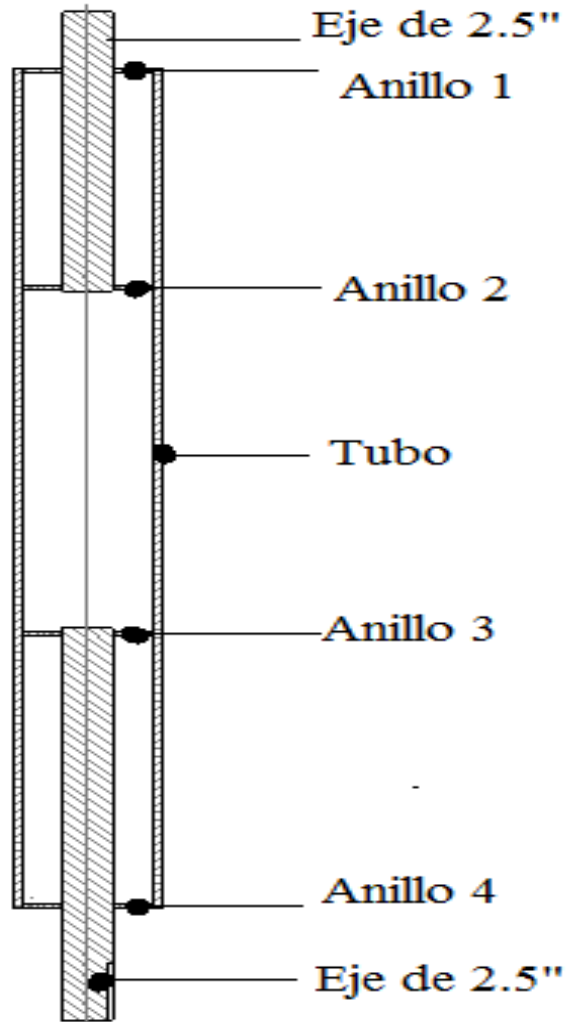


Fig. 6.7.3 Esquema del rodillo superior

6.7.4 MONTAJE

El montaje de la máquina una vez concluida su construcción se la realiza como se lo ilustra en las IMÁGENES detalladas a continuación.



IMAGEN 6.7.2. Mesa o soporte



IMAGEN 6.7.3. Montaje de la placa lateral izquierda sobre la mesa mediante sujetadores roscados.



IMAGEN 6.7.4. Montaje de los rodillos inferiores



IMAGEN 6.7.5. Montaje de la placa lateral derecha



IMAGEN 6.7.6. Montaje del sistema de regulación.



IMAGEN 6.7.7. Montaje del rodillo superior.



IMAGEN 6.7.8. Pintado de la Estructura

6.7.5 INVERSIÓN DE GIRO

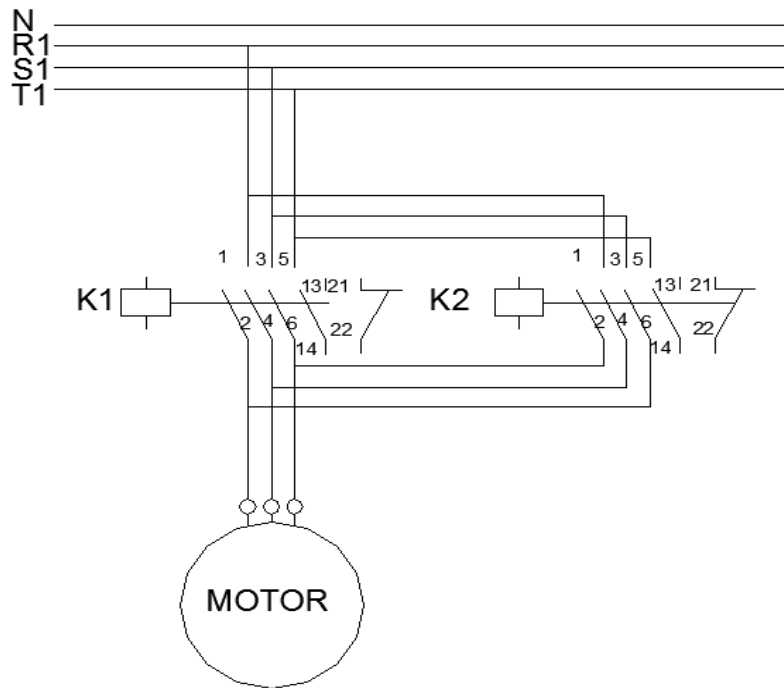


Fig. 6.7.4. Inversión de giro

Realizado por: El Investigador



IMAGEN 6.7.9. Botonera



IMAGEN 6.7.10. Contactores Instalados



IMAGEN 6.7.11. Instalación del Motoreductor

6.7.6 SISTEMA DE TRANSMISIÓN.

TABLA N° 6.7.4 MATERIALES DEL SISTEMA TRANSMISIÓN.

MATERIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD
Motoreductor	H= 4 HP n= 1720 rpm n del reductor = 13,23 rpm	1
Catarinas 2B 32	De = 21 cm Di = 6.35 cm	2
Catarinas 2B 18	De = 12 cm Di = 6 cm	1
Cadena 2B ANSI N° 60	1.45 m	1

Chavetas	$La = 17.08 \text{ mm}$ $b = 18 \text{ mm}$ $a = 11 \text{ mm}$	3
----------	---	---

Realizado por: El Investigador

El sistema de transmisión estará compuesto de los siguientes elementos: el motoreductor, Las catarinas y una cadena.

En este sistema los ejes que corresponden a las catarinas 2B 32 y 2B 18 forman un triangulo y en un mismo plano. La descriptiva de los elementos que conforman el sistema de transmisión.

- Motor.- Este es el elemento que dará el movimiento de giro, y que dará como resultado que la lámina a curvar se deslice sobre los rodillos logrando de esta manera el contorno deseado.

La transmisión de este movimiento se lograra de la siguiente forma: el motoreductor, cuyo diámetro dependerá del espesor máximo a curvar recibe una fuera por parte del motoreductor, este a su vez transformara esta fuerza en un movimiento circular, que será trasladado a las catarinas por medio de la cadena 2B ANSI N° 60, razón por la cual deberá encontrarse sobre un mismo eje.

- Catarina.- Esta elemento por su función que desempeña, como es la transmitir fuerza, será de menor diámetro (piñón 2B 18) ya que está ubicado en el eje del reductor, en cambio las catarinas que están ubicadas en los ejes de los rodillos son de mayor diámetro (piñón 2B 32).



IMAGEN 6.7.12. Sistema de transmisión



IMAGEN 6.7.13. Roladora Electromecánica

6.7.7 DATOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS REALIZADAS EN LA MÁQUINA ELECTROMECAÁNICA.

Estas láminas de acero inoxidable AISI 304 se rolaron para un tanque tipo ovalo de 10000 litros para la utilización de transporte de agua.

N° de Pruebas	Hora de inicio de la prueba	Hora de fin de la prueba	Tiempo cronometrado (minutos)
1	8:10 am	8:23 am	13,05
2	8:31 am	8:43 am	12,4
3	9:05 am	9:17 am	12,2
4	9:38 am	9:50 am	12,34

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Mejía Danny (2011)

$$\textit{Tiempo promedio} = \frac{\textit{Sumatoria de los tiempos cronometrados}}{\textit{Número de prácticas realizadas}}$$

$$\textit{Tiempo promedio} = \frac{49,99}{4} = 12,5$$

El tiempo promedio para rolar una plancha de 2 mm de espesor con una longitud de 5000 mm y un ancho de 1220 mm es de 12,5 minutos, todo este proceso lo realiza una máquina roladora electromecánica.

Podemos observamos que tenemos una disminución del tiempo de rolado de láminas metálicas, esto quiere decir que la hipótesis se aceptable.

6.8 ADMINISTRACIÓN

A continuación se presenta los costos de los materiales que se utilizó en la investigación y la construcción de la roladora.

6.8.1 RECURSOS ECONÓMICOS DE LA INVESTIGACIÓN

TABLA N° 6.8.1 Costos de la investigación.

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		COSTO UNIDAD (dólares)	COSTO TOTAL (dólares)
1	Internet	40	horas	1,00	40
2	Uso del computador	20	horas	0,80	16,00
3	Impresión	495	hojas	0,10	49,5
4	Carpetas	2	global	0,25	1,00
5	CD	1	global	0,40	0,40
6	Lápices	2	global	0,25	0,50
7	Borradores	2	global	0,25	0,50
8	Hojas (Resma)	1	global	4,00	4,00
9	Fotocopias	50	global	0,02	1
10	Polígrafos	1	global	0,25	0,50
11	Gastos varios	1	global	10	10
12	Trasporte	22	global	0,25	5,5
SUBTOTAL					79,4
Imprevisto (10%)					7,94
COSTOS TOTAL					87,34

Realizado por: El Investigador

6.8.2 ESTRUCTURA DE LA ROLADORA

Los perfiles para esta estructura son plegados en su totalidad.

TABLA N° 6.8.2 Costos del material de la estructura de soporte.

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO UNIDAD</i> (\$)	<i>COSTO TOTAL</i> (\$)
1	Estructura de las placas laterales, soportes de tornillos, cartelas y guías (ASTM A 36, e = 12 mm)	1 plancha	337	337
2	Estructura de las mesas o soportes (ASTM A36, e = 6 mm)	1 ½ plancha	168	252
3	Electrodo E 7018	8 Kg	2,5	20
Total				609
10 % IMPUESTOS				60,9
COSTO TOTAL				669,9

Realizado por: El Investigador

6.8.3 SISTEMA DE REGULACIÓN Y ELEVACIÓN DEL RODILLO SUPERIOR.

TABLA N° 6.8.3 Costos de los rodillos y del sistema de regulación para la elevación del rodillo superior.

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO UNIDAD (\$)</i>	<i>COSTO TOTAL (\$)</i>
1	Tornillo de potencia con tuerca de regulación ACME.	2	50	100
2	Palanca AISI 1018	2	3,75	7,5
3	Discos de alineación de los ejes	12	8	96
4	Eje de acero de transmisión AISI 1018 (d=2.5")	3,3 m	59,66	196,878
5	Tubería Sch80 SA-53 (Øn = 6.625", Øe = 7")	5 m	30	150
6	Pernos M10 con tuerca	8	0,72	5,76
7	Arandelas	24	0,08	1,92
8	Seguros ASTM A36	4	1,33	5,32
9	Porta bocín y Bocín de Bronce Fosfórico	6	75,97	455,82
Total				1019,20
10 % IMPUESTOS				101,92
COSTO TOTAL				1121,12

Realizado por: El Investigador

6.8.4 MOTOREDUCTOR, CATARINAS Y CADENA.

TABLA N° 6.8.4 Costos del sistema de transmisión

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO UNIDAD</i> (\$)	<i>COSTO TOTAL</i> (\$)
1	Moto reductor	1	1072,83	1072,83
2	Catarina 2B 32	2	82,8	165,6
3	Catarina 2B 18	1	57,4	57,4
4	Cadena 2B ANSI # 60	1 (3 m)	173,6	173,6
5	Chaveta	3	5	15
6	Prisioneros	6	0,18	1,08
Total				1485,5
10 % IMPUESTOS				148,6
COSTO TOTAL				1634,1

Realizado por: El Investigador

6.8.5 CIRCUITO DE CONTROL.

TABLA N° 6.8.5 Costos de materiales para la construcción del circuito de control.

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO UNIDAD</i> (\$)	<i>COSTO TOTAL</i> (\$)
1	Alambre # 10	75 m	3	225
2	Contactores	2	16,3	32,6
3	Pulsadores	3	0,64	1,92
4	Caja para el circuito	1	60	60
5	Relé térmico	1	25	25

Total	344,52
10 % IMPUESTOS	34,452
COSTO TOTAL	378,97

Realizado por: El Investigador

6.8.6 ACABADO DE LA MÁQUINA

TABLA N° 6.8.6 Costos de acabado de la máquina.

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO UNIDAD (\$)</i>	<i>COSTO TOTAL (\$)</i>
1	Fondo color gris	1 lt.	3,7	3,7
2	Pintura acrílica color aluminio	1/2 lt	7,8	3,9
3	Pintura acrílica color verde aluminio	1/2 lt	7,8	3,9
4	Pintura acrílica color Azul	1 lt	7,8	7,8
5	Masilla	1/2 lt	3,8	1,9
6	Lijas FANDELI 80-240	1-1	0,48	0,96
7	Masqui	2	0,75	1,5
8	Guaípe	1 lb	1,8	1,8
9	Señales de Seguridad y de On/ Off	4	5,3	5,3
10	Tiñer acrílico	4 lt	2,8	11,2
Total				41,96
10 % IMPUESTOS				4,196
COSTO TOTAL				46,16

Realizado por: El Investigador

6.8.7 MANO DE OBRA

TABLA N° 6.8.7 Costos de mano obra.

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO UNIDAD (\$)</i>	<i>COSTO TOTAL (\$)</i>
1	Soldador	1	470	470
2	Ayudante	1	283	283
Total				753
10 % IMPUESTOS				75,3
COSTO TOTAL				828,3

Realizado por: El Investigador

6.8.8 ROLADORA ELECTROMECAÁNICA

TABLA N° 6.8.8 Costo final de la roladora.

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>COSTO (\$)</i>
1	Costo de la investigación	87,34
2	Estructura de la roladora	669,9
3	Sistema de regulación y elevación del rodillo superior.	1121,12
4	Moto reductor, catarinas y cadenas.	1634,1
5	Circuito de control.	378,972
6	Acabado de la máquina	46,16
7	Mano de obra	828,3
Total		4765,85

Realizado por: El Investigador

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

MANUAL DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA ROLADORA ELECTROMECAÁNICA.

GUÁRDESE SIEMPRE EN UN LUGAR CERCANO DE LA ROLADORA
ELECTROMECAÁNICA, CONTIENE IMPORTANTE INFORMACIÓN SOBRE
SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.


INTRODUCCIÓN:

Sr. Propietario

El manual de seguridad ha sido preparado para ayudarle a utilizar al máximo la ROLADORA ELECTROMECAÁNICA de una manera segura y libre de averías. Por favor léalo atentamente antes de proceder a ponerle en funcionamiento.

IMPORTANTE:

ADVERTENCIA / PRECAUCIÓN / NOTA

Se ruega leer y seguir atentamente las instrucciones de este manual. Para enfatizar una información especial, el símbolo  y las palabras **ADVERTENCIA, PRECAUCIÓN Y NOTA** tiene significados especiales. Estos significados especiales se aplicarán a menos que se requiera dar un significado diferente a tales palabras, preste especial atención a los mensajes resaltados por estas palabras indicadoras.

NOTA

Encierra una información especial para facilitar el mantenimiento o aclarar una instrucción.

PRECAUCIÓN

Indica un peligro potencial que podría provocar daños en la roladora.



ADVERTENCIA

Indica un peligro potencial que podría provocar daños corporales.

RECOMENDACIONES ANTES DE PONER EN FUNCIONAMIENTO LA ROLADORA.



ADVERTENCIA

Antes de poner en marcha el sistema, el responsable de la operación deberá ser instruido en cuanto al manejo correcto y seguro de la roladora. Por lo tanto recomendamos:

- La lectura atenta del manual de Operación y Mantenimiento.
- La utilización correcta de maquinaria y herramientas para mantenimiento, seguramente un factor de máxima importancia en la prevención de accidentes.
- Tomar muy en cuenta la simbología y nomenclatura presente en la roladora.

PRECAUCIÓN

- No está autorizada la utilización de la roladora electromecánica para otros fines que no sean aquellos indicados en el manual de operación.
- Observe que los implementos del sistema estén ajustados y bien ubicados antes de ponerla en funcionamiento.
- Mantenga fuera del alcance de niños, animales y lugares peligrosos.
- Verifique si no hay herramientas u otros objetos sobre la roladora que puedan causar daños en el momento del encendido.
- Antes de ajustar o hacer mantenimiento del equipo es necesario que el circuito de control de la roladora se encuentre desconectado de sus alimentaciones de 220 voltios para evitar quemaduras por contacto eléctrico.



ELECTRICIDAD 220 V

PRECAUCIÓN

- Evitar el contacto de alguna sustancia líquida con los componentes del circuito de control.
- No manipule el circuito electrónico o entrada de energía con las manos mojadas.
- No colocar sobre-pesos en la parte de los rodillos de la roladora de forma que esta llegue a realizar presión en la parte interior de la roladora, se recomienda no colocar ningún objeto en la parte superior de la roladora.
- Observe y respete las normas de seguridad. La falta de atención podrá causarle serios daños al equipo y personas.

MANTENIMIENTO DE LA ROLADORA.

ESTRUCTURA

La estructura se mantendrá en buenas condiciones si sigue los siguientes pasos:

- Evitar todo lo que se refiera a cargas excesivas en su base o en sus partes que componen la roladora. Debemos tomar en cuenta que el máximo espesor de la lámina a rolar en de 6 mm.
- En caso de trabajar con cargas excesivas y llegar a fallar alguna de sus partes de la roladora, se sustituirá la parte fatigada por nuevos elementos con las medidas específicas.

NOTA: De llegar a fallar la parte de la estructura se suplirá por la misma lámina debido a que se pueda encontrar fácilmente en el mercado local. El material utilizado es ASTM A36.

- Si la estructura llega a sufrir corrosión debido a la utilización en ambientes extremos, será necesario recurrir nuevamente al proceso de pintura en el cual se le da un fondo anticorrosivo, fondo y su pintura final.

SISTEMA DE ROLADO

Con lo que respecta a los rodillos se verificara los rodamientos de acuerdo a las horas de trabajo ya que los rodillos instalados en el sistema de rolado pueden trabajar todo el día, de modo que pasado un número de horas será necesario reemplazar las partes desgastadas por una nuevas con las mismas características.

Las medidas de los rodamientos de fricción utilizados son:

- Para los rodillos de la parte inferior y el rodillo de la parte superior se utilizó el rodamiento de fricción seleccionado: Bronce Fosfórico.
- En caso de existir un desgaste de alguno de los elementos de cualquier sistema de la roladora, se recomienda la verificación de todas la partes que conforma la roladora electromecánica, de acuerdo a los siguientes pasos:
 1. Desconectar todas las entradas, salidas y alimentación de corriente de la roladora.
 2. Desmontar la pieza desgastada utilizando las respectivas herramientas.
 3. Cambiar por una pieza en buen estado de las mismas características a la reemplazada.
 4. Montar la pieza en el lugar que le corresponde y proceder a su armado.
 5. Una vez ya ubicada la pieza nueva, proceder a conectar la alimentación de corriente de la roladora.
 6. Por último tenemos la puesta en marcha de la roladora para verificar su funcionamiento.

NOTA: En caso de existir desgaste estas piezas se deben construir de similares características para que no repercuta en el funcionamiento de la roladora.

ALINEACIÓN DEL MOTOR

Para la alineación de los motores se tomara en cuenta:

- 1.- Motor de transmisión de movimiento de a través del sistema mecánica para dar movimiento a los rodillos: En este se tomará en cuenta el ajuste de la cadena 2B ANSI N° 60, ya que si llegan a quedar muy ajustados se corre el peligro de que exista demasiado desgaste de la cadena y de la catarina. Para evitar esto se alinean nuevamente la catarina. La alineación entre catarina y cadena puede observarse visualmente y se tomará como referencia la existencia de un mínimo de luz entre cara y cara de catarina y cadena.

- 2.- Motor de transmisión de movimiento para el sistema de roladora: En la parte superior las catarinas son del mismo diámetro y con una misma luz. Con eso se evitara que uno de las catarinas trabaje más que el otro, también se evitara excesos de cargas externas en el rolado y por lo tanto que el motor de transmisión de potencia pierda RPM (revoluciones por minuto).

GENERAL

En caso de rotura de una de sus partes electro-soldadas se les volverá a soldar con electrodo E7018 (El electrodo 7018 es de bajo contenido de hidrogeno y resistencia a la humedad). Tomando en cuenta que por sobre-calentamiento del soldeo de la estructura podrá deformarse, la misma que tendrá que ser alineada para dejarla completamente recta, o se puede ser reemplazada por otra.

DATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA

Espesor máximo a rolar	6 mm
Distancia útil de los rodillos	1400 mm
Velocidad en los rodillos	7.45 rpm
Potencia del motor	4 HP
Amperaje del motor	13 A
Velocidad de salida del motor	1720 rpm
Relación del reductor	1:132
Voltaje del motor	Trifásico, 220 V
Voltaje de los contactores	Monofásico, 220 V

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

- AYALA, Rodolfo, (1991) Diseño y Construcción de una Roladora con Motor. EPN. Tesis
- Anexo III. Tabla Especificaciones Aceros
- URMAN, Lucio. Trabajo Mecánico de los Metales. ITS. Buenos Aires
- Gangotena Rodrigo “Análisis del Doblado con Rodillo”. EPN/Tesis/1986
- Niebel, Benjamin, Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos. AlfaOmega, 1996
- <http://www.ferremaq.com>
- <http://www.imcar.series.com>
- <http://www.dismamex.com.mx/imcar.html>
- <http://www.maquiventa.com>
- <http://darwin.ccm.itesm.mx/iis/profesores/lsainz/tema4.htm>
- <http://www.web-empresa.com.co/Empresa/proceso.htm>
- Shigley, 8va Edición
- Shigley, 5va Edición
- <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Fisica/02/froz.html>
- <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf>
- <http://www.mitecnologico.com/Main/EsfuerzoAxial>
- http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000155/lecciones/lec1/1_5.htm

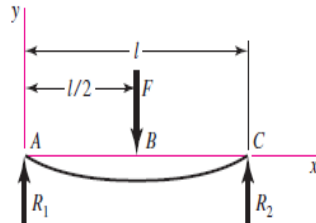
2. ANEXOS

ANEXO 1. Fórmula de y_{\max} , Simple apoyo- carga central.

Table A-9

Shear, Moment, and Deflection of Beams
(Continued)
(Note: Force and moment reactions are positive in the directions shown; equations for shear force V and bending moment M follow the sign conventions given in Sec. 3-2.)

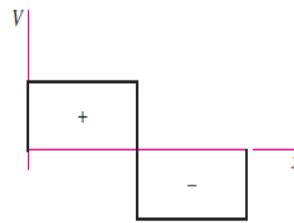
5 Simple supports load



$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2}$$

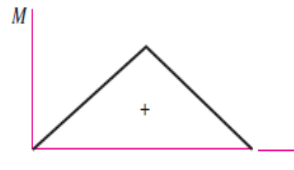
$$V_{AB} = R_1 \quad V_{BC} = -R_2$$

$$M_{AB} = \frac{Fx}{2} \quad M_{BC} = \frac{F}{2}(l-x)$$



$$y_{AB} = \frac{Fx}{48EI}(4x^2 - 3l^2)$$

$$y_{\max} = -\frac{Fl^3}{48EI}$$



ANEXO 2. Tornillo de rosca Acme.

TAMAÑO		ROSCAS CUADRADAS			ROSCAS ACME					ROSCAS TRAPEZOIDALES (RECOMENDADO)
		Hilos por pulg	Diámetro menor		Hilos por pulg	Diámetro menor regular		Diámetro menor achatado		Hilos por pulg
pulg	cm	pulg	pulg	cm	pulg	pulg	cm	pulg	cm	pulg
$\frac{1}{4}$	0,635	10	0,163	0,414	16	0,188	0,477	0,213	0,541	
$\frac{5}{16}$	0,793				14	0,241	0,612	0,270	0,685	
$\frac{3}{8}$	0,952	8	0,266	0,675	12	0,292	0,741	0,325	0,825	
$\frac{7}{16}$	1,111				12	0,354	0,899	0,388	0,985	
$\frac{1}{2}$	1,270	6 $\frac{1}{2}$	0,366	0,929	10	0,400	1,016	0,440	1,117	20
$\frac{5}{8}$	1,547	5 $\frac{1}{2}$	0,466	1,183	8	0,500	1,270	0,550	1,397	20
$\frac{3}{4}$	1,905	5	0,575	1,460	6	0,583	1,480	0,650	1,651	16
$\frac{7}{8}$	2,222	4 $\frac{1}{2}$	0,681	1,729	6	0,708	1,798	0,775	1,968	16
1	2,540	4	0,781	1,983	5	0,800	2,032	0,880	2,235	12
1 $\frac{1}{4}$	2,857				5	0,925	2,349	1,005	2,552	12
1 $\frac{3}{4}$	3,175	3 $\frac{1}{2}$	1,000	2,540	5	1,050	2,667	1,130	2,870	10
1 $\frac{5}{8}$	3,492				4	1,125	2,857	1,225	3,111	10
1 $\frac{1}{2}$	3,810	3	1,208	3,068	4	1,250	3,175	1,350	3,429	8
1 $\frac{3}{4}$	4,445	2 $\frac{1}{2}$	1,400	3,556	4	1,500	3,810	1,600	4,064	7
2	5,080	2 $\frac{1}{4}$	1,612	4,094	4	1,750	4,445	1,850	4,699	6
2 $\frac{1}{4}$	5,715	2 $\frac{1}{4}$	1,862	4,729	3	1,917	4,869	2,050	5,207	6
2 $\frac{1}{2}$	6,350	2	2,063	5,240	3	2,167	5,504	2,300	5,842	5
2 $\frac{3}{4}$	6,985	2	2,313	5,875	3	2,417	6,139	2,550	6,477	5
3	7,620	1 $\frac{3}{4}$	2,500	6,350	2	2,500	6,350	2,700	6,858	5
3 $\frac{1}{2}$	8,890	1 $\frac{3}{8}$	2,962	7,523	2	3,000	7,620	3,200	8,128	5
4	10,160	1 $\frac{1}{2}$	3,418	8,681	2	3,500	8,890	3,700	9,398	4
4 $\frac{1}{2}$	11,430				2	4,000	10,160	4,200	10,668	4
5	12,700				2	4,500	11,430	4,700	11,938	4

ANEXO 3. Coeficiente de fricción del tornillo de potencia.

Material del tornillo	Material de la tuerca			
	Acero	Bronce	Latón	Fundición de hierro
Acero, seco	0.15-0.25	0.15-0.23	0.15-0.19	0.15-0.25
Acero, aceite para máquina	0.11-0.17	0.10-0.16	0.10-0.15	0.11-0.17
Bronce	0.08-0.12	0.04-0.06	—	0.06-0.09

Combinación	Operando	Arrancando
	Acero suave sobre fundición de hierro	0.12
Acero duro sobre fundición de hierro	0.09	0.15
Acero suave sobre bronce	0.08	0.10
Acero duro sobre bronce	0.06	0.08

ANEXO 4. Propiedades mecánicas.

Results of Tensile Tests of Some Metals* Source: J. Datsko, "Solid Materials," chap. 32 in Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke, and Thomas H. Brown, eds., *Standard Handbook of Machine Design*, 3rd ed., McGraw-Hill, New York, 2004, pp. 32.49–32.52.

Number	Material	Condition	Yield		Ultimate		Strength (Tensile)		Strain Strength Exponent <i>m</i>
			<i>S_y</i> (kpsi)	MPa (kpsi)	<i>S_u</i> (kpsi)	MPa (kpsi)	Fracture, <i>σ_f</i> (kpsi)	Coefficient <i>σ₀</i> (kpsi)	
1018	Steel	Annealed	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) [†]	620 (90.0)	0.25		
1144	Steel	Annealed	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) [†]	992 (144)	0.14		
1212	Steel	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) [†]	758 (110)	0.24		
1045	Steel	Q&T 600°F	1520 (220)	1580 (230)	2380 (345)	1880 (273) [†]	0.041		
4142	Steel	Q&T 600°F	1720 (250)	1930 (210)	2340 (340)	1760 (255) [†]	0.048		
303	Stainless steel	Annealed	241 (35.0)	601 (87.3)	1520 (221) [†]	1410 (205)	0.51		
304	Stainless steel	Annealed	276 (40.0)	568 (82.4)	1600 (233) [†]	1270 (185)	0.45		
2011	Aluminum alloy	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) [†]	620 (90)	0.28		
2024	Aluminum alloy	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) [†]	689 (100)	0.15		
7075	Aluminum alloy	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) [†]	882 (128)	0.13		

*Values for one or two tests and believed to be obtainable using proper purchase specifications. The fracture stress may vary as much as 100 percent. †Derived value.

ANEXO 5. Norma NTP-177

NTP 177: La carga física de trabajo

Introducción

Si entendemos la Carga de Trabajo como "el conjunto de requerimientos psico-físicos a los que el trabajador se ve sometido a lo largo de la jornada laboral", tenemos que admitir que para realizar una valoración correcta de dicha carga o actividad del individuo frente a la tarea hay que valorar los dos aspectos reflejados en la definición, o sea el aspecto físico y el aspecto mental dado que ambos coexisten, en proporción variable, en cualquier tarea.

Aunque, en general, el progreso técnico implica un crecimiento de los requerimientos mentales en detrimento de los físicos en muchos puestos de trabajo, no es menos cierto que aún existen puestos en los que las exigencias físicas siguen siendo elevadas, por lo que es necesario evaluarlas y aportar las medidas correctoras precisas para eliminar en lo posible los trabajos pesados. En esta Nota Técnica se analizarán los métodos de evaluación de las exigencias físicas de la tarea. La valoración de los aspectos mentales se ha desarrollado en la Nota Técnica de Prevención nº 179.









Mejora de métodos y medios de trabajo

Este sistema consiste en adecuar para cada actividad muscular aspectos como: el ritmo de las operaciones, el peso de las cargas, la dirección de los movimientos, los útiles o las posturas de trabajo, con el fin de conseguir una mejor adecuación entre los músculos que el operario pone en juego y la tarea a realizar, es decir, una mejor utilización de la fuerza disponible.

Existen algunas indicaciones generales al respecto para determinados tipos de actividad. Por ejemplo, combinando el ritmo de trabajo y la adaptación del útil, se ha

determinado para un trabajo pesado como es el que se realiza al cargar, descargar o remover con pala manual, que el rendimiento óptimo se obtiene con 12-15 paladas por minuto y con una carga de la pala entre 8 y 10 kgs. (estudios realizados en el Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie de Dortmund, en Alemania). Para el transporte manual de cargas, considerada la forma de trabajo más penosa, se han realizado numerosos estudios. Según Lehmann, 50-60 kgs. constituyen una carga correcta para un rendimiento satisfactorio. Las cargas más ligeras son más fáciles de transportar pero implican un número de idas y venidas suplementarias que aumentan a la postre el consumo total de energía.

ANEXO 6. Especificaciones de pernos de acero

SAE Grade No.	Size Range Inclusive, in	Minimum Proof Strength,* kpsi	Minimum Tensile Strength,* kpsi	Minimum Yield Strength,* kpsi	Material	Head Marking
1	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	33	60	36	Low or medium carbon	
2	$\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$	55	74	57	Low or medium carbon	
	$\frac{7}{8}$ - $1\frac{1}{2}$	33	60	36		
4	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	65	115	100	Medium carbon, cold-drawn	
5	$\frac{1}{4}$ -1	85	120	92	Medium carbon, Q&T	
	$1\frac{1}{8}$ - $1\frac{1}{2}$	74	105	81		
5.2	$\frac{1}{4}$ -1	85	120	92	Low-carbon martensite, Q&T	
7	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	105	133	115	Medium-carbon alloy, Q&T	
8	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	120	150	130	Medium-carbon alloy, Q&T	
8.2	$\frac{1}{4}$ -1	120	150	130	Low-carbon martensite, Q&T	

ANEXO 7. Capacidad nominal de potencia.

Tabla 17-21
Capacidad nominal de potencia de cadenas de paso único e hilo sencillo para una catalina de 17 dientes

Fuente: compilada de la norma ANSI B29.1-1975 sección de información únicamente y de la norma B29.9-1958.

Velocidad de la catalina, rpm	Número ANSI de cadena					
	25	35	40	41	50	60
50	0.05	0.16	0.37	0.20	0.72	1.24
100	0.09	0.29	0.69	0.38	1.34	2.31
150	0.13*	0.41*	0.99*	0.55*	1.92*	3.32
200	0.16*	0.54*	1.29	0.71	2.50	4.30
300	0.23	0.78	1.85	1.02	3.61	6.20
400	0.30*	1.01*	2.40	1.32	4.67	8.03
500	0.37	1.24	2.93	1.61	5.71	9.81
600	0.44*	1.46*	3.45*	1.90*	6.72*	11.6
700	0.50	1.68	3.97	2.18	7.73	13.3
800	0.56*	1.89*	4.48*	2.46*	8.71*	15.0
900	0.62	2.10	4.98	2.74	9.69	16.7
1 000	0.68*	2.31*	5.48	3.01	10.7	18.3
1 200	0.81	2.73	6.45	3.29	12.6	21.6
1 400	0.93*	3.13*	7.41	2.61	14.4	18.1
1 600	1.05*	3.53*	8.36	2.14	12.8	14.8
1 800	1.16	3.93	8.96	1.79	10.7	12.4
2 000	1.27*	4.32*	7.72*	1.52*	9.23*	10.6
2 500	1.56	5.28	5.51*	1.10*	6.58*	7.57
3 000	1.84	5.64	4.17	0.83	4.98	5.76

Tipo A **Tipo B** **Tipo C**

* Estimado de rebabas ANSI mediante interpolación lineal.
 Nota: tipo A—lubricación manual o por goteo; tipo B—lubricación por baño o disco; tipo C—lubricación por chorro de aceite.

ANEXO 8. Dimensiones de los piñones

**PIÑONES
3/4 (60)**

TABLA DE DIMENSIONES
DE LOS PIÑONES INTERMEC PASO 3/4" (19.05 mm)
Para Cadena ANSI No. 60 Tipo B Sencillos, Dobles y Triples

Los diámetros totales de los piñones figuran en pulgadas y milímetros. Todas las demás dimensiones figuran solamente en pulgadas. Para convertir a milímetros cualquier medida dada en pulgadas multiplíquese por 25.

Número de Dientes	Diámetro Total		Manzana Diámetro Pulg.	Hoyo Estándar Diámetro	Hoyo Máximo Permisible	Grosor Total del Piñón	Largo Manzana Solamente	Dobles		Triples	
	Pulg.	Milim.						Diámetro Manzana	Grosor Total	Diámetro Manzana	Grosor Total
9	2.510	63.8	1.78 R	3/4	1"	1.516	0.853	1.78 R	2.14	1.78 R	3.18
10	2.760	70.1	2" R	3/4	1.14	1.516	0.853	2" R	2.14	2" R	3.18
11	3.000	76.2	2.176 R	3/4	1.36	1.516	0.853	2.14 R	2.12	2.14 R	3.18
12	3.250	82.6	2.38 R	3/4	1.12	1.516	0.853	2.38 R	2.12	2.38 R	3.18
13	3.490	88.6	2.14	3/4	1.56	1.14	0.791	2.14	2.12	2.14	3.176
14	3.740	95.0	2.12	3/4	1.34	1.14	0.791	2.12	2.12	2.12	3.176
15	3.980	101.1	2.78	3/4	1.76	1.14	0.791	2.78	2.12	2.78	3.176
16	4.220	107.2	3"	3/4	2"	1.14	0.791	3"	2.12	3"	3.176
17	4.460	113.3	3.316	1"	2.14	1.14	0.791	3.14	2.12	3.14	3.176
18	4.700	119.4	3.316	1"	2.14	1.12	1.041	3.12	2.12	3.12	3.176
19	4.940	125.5	3.14	1"	2.516	1.12	1.041	3.12	2.12	3.12	3.176
20	5.190	131.8	3.14	1"	2.516	1.12	1.041	3.34	2.12	3.34	3.176
21	5.430	137.9	3.12	1"	2.38	1.12	1.041	4.18	2.12	4.18	3.176
22	5.670	144.0	3.58	1"	2.12	1.12	1.041	4.14	2.12	4.14	3.176
23	5.910	150.1	3.34	1"	2.58	1.12	1.041	4.14	2.12	4.14	3.176
24	6.150	156.2	3.38	1"	2.34	1.12	1.041	4.14	2.12	4.14	3.176
25	6.390	162.3	3.78	1"	2.34	1.12	1.041	4.14	2.12	4.14	3.176
26	6.630	168.4	3.78	1"	2.34	1.12	1.041	4.14	2.12	4.14	3.176
27	6.870	174.5	3.78	1"	2.34	1.12	1.041	4.14	2.12	4.14	3.176
28	7.110	180.6	3.78	1"	2.34	1.12	1.041	4.14	2.12	4.14	3.176
29	7.350	186.7	3.78	1"	2.34	1.12	1.041	4.14	2.12	4.14	3.176
30	7.590	192.8	4"	1"	2.34	1.12	1.041	4.14	2.516	4.14	3.176
32	8.060	204.7	4"	1"	2.34	1.12	1.041	4.12	2.516	4.12	3.176
33	8.300	210.8	4"	1"	2.34	1.12	1.041	4.12	2.516	4.12	3.176
34	8.540	216.9	4"	1"	2.34	1.12	1.041	4.12	2.516	4.12	3.176
35	8.780	223.0	4"	1.14	1.34	1.12	1.041	4.12	2.38	4.12	3.14
36	9.020	229.1	4"	1.14	1.34	1.12	1.041	4.34	2.38	4.34	3.14
37	9.260	235.2	4"	1.14	1.34	1.12	1.041	4.34	2.38	4.34	3.14
38	9.500	241.3	4.18	1.14	2.78	1.12	1.041	4.34	2.38	4.34	3.14
39	9.740	247.4	4.18	1.14	2.78	1.12	1.041	4.34	2.38	4.34	3.14
40	9.980	253.5	4.18	1.14	2.78	1.12	1.041	5"	2.38	5"	3.12
41	10.220	259.6	4.18	1.14	2.78	1.12	1.041	5"	2.38	5"	3.12
42	10.460	265.7	4.18	1.14	2.78	1.12	1.041	5"	2.38	5"	3.12

NOTA: La letra **R** al lado del diámetro de la manzana especificado en la tabla, quiere decir que va ranurada. En este caso a partir de los 17 dientes inclusive, los diámetros de las manzanas de los piñones dobles y triples son mayores que los de las manzanas de los sencillos correspondientes. En estos casos si se requiere determinar el hueco máximo permisible, divídase el diámetro de la manzana por 1.430. "El grosor total del piñón" se mide el largo de todo el hueco.

(Esta tabla continúa en la siguiente página)

TABLA DE DIMENSIONES

ANEXO 9. Factores de corrección

Table 17-22

Tooth Correction
Factors, K_1

Number of Teeth on Driving Sprocket	K_1 Pre-extreme Horsepower	K_1 Post-extreme Horsepower
11	0.62	0.52
12	0.69	0.59
13	0.75	0.67
14	0.81	0.75
15	0.87	0.83
16	0.94	0.91
17	1.00	1.00
18	1.06	1.09
19	1.13	1.18
20	1.19	1.28
N	$(N_1/17)^{1.08}$	$(N_1/17)^{1.5}$

Table 17-23

Multiple-Strand
Factors K_2

Number of Strands	K_2
1	1.0
2	1.7
3	2.5
4	3.3
5	3.9
6	4.6
8	6.0

ANEXO 10. Propiedades mecánicas.

BÖHLER CHAVETA

Tipo de aleación: C 0.10 Si 0.25 Mn 0.70 %

Color de identificación: Naranja
Estado de suministro: Trefilado h 11

Equivalencia
 AISI: 1015
 DIN: —
 No. Mat: —

PROPIEDADES:

Acero de bajo carbono no aleado para piezas pequeñas con bajas exigencias, donde la tenacidad y la maleabilidad sean importantes. Buena soldabilidad.

EMPLEO:

Para la construcción de chavetas, pasadores, pines, pivotes, partes prensadas o troqueladas, pernos grado 2, ejes de transmisión con baja exigencia de torque.

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Forjado:	1050 – 850 °C
Recocido:	650 – 700 °C
enfriamiento lento en el horno	
Normalizado:	890 – 920 °C
Cementación:	880 – 950 °C
Temple:	770 – 830 °C
enfriamiento en: agua	
Dureza obtenible:	
En el núcleo	20 – 25 HRC
En la capa cementada	55 – 58 HRC
Revenido:	150 – 200 °C

PROPIEDADES MECÁNICAS EN ESTADO RECOCIDO

Dureza Brinell	Límite de fluencia N/mm ²	Resistencia a la tracción N/mm ²	Elongación (L=5d) %		Resistencia al Cizallamiento DVM Joule			Resistencia a la tracción en estado templado N/mm ²
			Long. Transv.	Long. Tang. Transv.	Long.	Tang.	Transv.	
143 máx.	235	410 - 520	20	19	48	31	24	480 - 620

ANEXO 11. Longitudes, anchos y espesores de chavetas según el diámetro del eje.

Chavetas en cuna TABLA 23.1

Diámetro del eje d		Chaveta		Cabeza de la chaveta			Chaveteros			
Min.	Máx.	a	b	a ₁	c ₁	c ₂	Eje		Cubo	
							e	h ₁	f	h
10	12	4	4	4,1	7	4	2,5		1,5	
12	17	5	5	5,1	8	5	3		2	
17	22	6	6	6,1	10	6	3,5		2,5	
22	30	7	8	7,2	11	8	4		3	
30	38	8	10	8,2	12	10	4,5		3,5	
38	44	8	12	8,2	12	12	4,5		3,5	
44	50	9	14	9,2	14	14	5		4	
50	58	10	16	10,2	16	16	5		5	
58	65	11	18	11,2	18	18	6		5	
65	75	12	20	12,2	20	20	6		6	
75	85	14	22	14,2	22	22	7		7	
85	95	14	25	14,2	22	25	7		7	
95	110	16	28	16,2	25	28	8		8	
110	130	18	32	18,3	28	32	9		9	
130	150	20	36	20,4	32	36	10		10	
150	170	22	40	22,4	36	40	11		11	
170	200	25	45	25,4	40	45	13		12	
200	230	28	50	28,4	45	50	14		14	
230	260	32	56	32,5	50	56	16		16	
260	290	32	63	32,5	56	63	16		16	
290	330	36	70	36,5	63	70	18		18	
330	380	40	80	40,5	70	80	20		20	
380	440	45	90	45,6	75	90	23		22	
440	500	50	100	50,6	80	100	25		25	

Chaveta con cabeza

Chaveta sin cabeza

Chaveta embutida

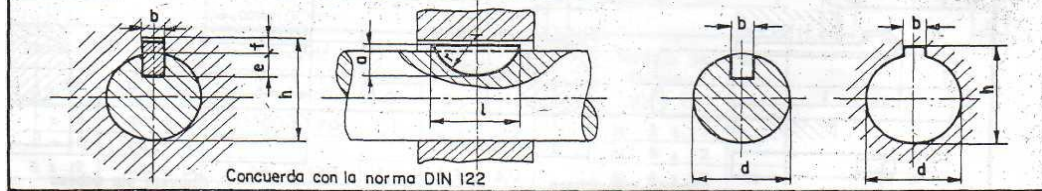
Chavetero en el eje

Chavetero en el cubo

$h_1 = d - e$ $h = d + f$

Observaciones: Acero de 60 Concuerda con la norma DIN 141

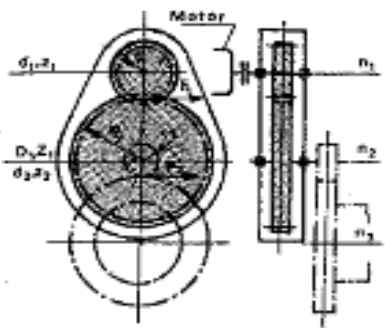
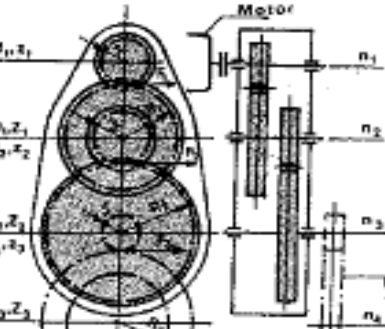
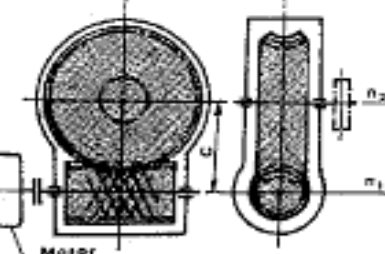
Chavetas de base cilíndrica TABLA 23.2



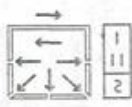

Diámetro del eje d		Chaveta				Chaveteros			Diámetro del eje d		Chaveta				Chaveteros		
Min.	Máx.	a	b	r	l	e	f	h	Min.	Máx.	a	b	r	l	e	f	h
3	4	1,4	1	2	3,82	0,9	0,6		17	22	9	5	11	21,63	7,4	1,8	
4	5	2,6	1,5	3,5	6,76	2,1	0,6		22	28	9		11	21,63	7,4	1,8	
5	7	2,6	2	3,5	6,76	1,8	0,9	10			6	12,5	24,49	8,4			
		3,7		5	9,66	2,9		11	14	27,35	9,4						
7	9	3,7	2,5	5	9,66	2,9	0,9	11	8	14	27,35	9,5	2,0				
		3,7		5	9,66	2,5		13		16	31,43	11,5					
9	13	5	3	6,5	12,65	3,8	1,3	28	38	15	19	37,15	13,5	2,2			
		6,5		8	15,72	5,3				16	22,5	43,08	14,5				
13	17	5	4	6,5	12,65	3,8	1,4	38	48	16	22,5	43,08	14	2,7			
		6,5		8	13,72	5,3				17	27,5	50,83	15				
17	22	7,5	5	9,5	18,57	6,3	1,8	48	58	19	32,5	59,13	17				
		6,5		8	15,72	4,9				19	32,5	59,13	16,5				
		7,5		9,5	18,57	5,9				24	40	73,32	21,5				

$h = d + f$

ANEXO 12. Relación de Velocidades.

Máquinas simples	REDUCTORES DE REVOLUCIONES
	<p style="text-align: center;">Reductor simple (1 juego)</p> <p>Reducciones recomendadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Velocidad lenta (manual o mecánica) $i \leq 1/10$ Pequeña velocidad $1/7 - 1/6$ Gran velocidad $1/5$ <p>Rendimiento de los engranajes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dientes en bruto (fundidos, engrasados) $\eta = 0,92 - 0,94$ Dientes fresados, engrasados $\eta = 0,95 - 0,97$ Dientes fresados, en baño de aceite $\eta = 0,98 - 0,99$ <p>Reducción, $i = \frac{r_1}{R_1} = \frac{d_1}{D_1} = \frac{z_1}{Z_1}$; z, número de dientes</p> <p>Revoluciones, $n_2 = n_1 \cdot \frac{r_1}{R_1}$</p> <p>Potencia a transmitir, $F_2 = F_1 \cdot \frac{R_1 \eta}{r_2}$</p> <p>Ejemplo. — Número de revoluciones del eje de salida y potencia que transmite un reductor simple, accionado por un motor que gira a 750 r.p.m.; $d_1 = 10$ cm, $d_2 = 250$ cm, $d_3 = 7$ cm. $N = 5$ CV.</p> $n_2 = 750 \times \frac{5}{12,5} = 300 \text{ r.p.m.}$ $F_1 = \left(\frac{71620 \times N}{r_1 \cdot n_1} \right) = 96,5 \text{ kg}; F_2 = 96,5 \times \frac{12,5 \times 0,96}{3,5} = 334,3 \text{ kg.}$
	<p style="text-align: center;">Reductor múltiple (varios juegos de ruedas dentadas)</p> <p>Reducción, $i = \frac{r_1 r_2 \dots r_n}{R_1 R_2 \dots R_n}$</p> <p>Número de revoluciones, $n_n = n_1 \cdot i$</p> <p>Rendimiento, $\eta = 1 - 0,98^n$ (engranajes fresados en baños de aceite).</p> <p>Potencia a transmitir, $F_n = F_1 \cdot \frac{1}{i - 0,98^n}$</p> <p>Ejemplo. — Características de un reductor dispuesto entre un motor y la rueda de un torno que eleva 6000 kg a 6,0 m/mín. Torno con polea compensadora ($a_0 = a_n/2$), de 400 mm \varnothing y rueda de 700 mm \varnothing; presión de los dientes de la rueda 900 kg; motor de 750 r.p.m.</p> <p>Revoluciones del motor (4% resbalamiento), $n_m = 750 \times (1 - 0,04) = 720$</p> $a_n = \frac{2 \times 6,0 \times 350}{200} = 21 \text{ m/mín}; n_1 = \frac{21}{\pi \cdot 0,7} = 9,55 \text{ r.p.m.}$ $i = \frac{9,55}{720} = \frac{1}{75,4}; 3 \text{ reducciones de } 1/3, 1/4, 2, 1/6 = 1/75,6,$ <p>disponible el conjunto de modo semejante a la figura.</p> $n_2 = 720 \text{ r.p.m.}; n_3 = 720 \times (1/3) = 240 \text{ r.p.m.}; n_4 = 240 \times (1/4, 2) = 57,14 \text{ r.p.m.}; n_5 = 57,14 \times (1/6) = 9,52 \text{ r.p.m.}$ $F_2 = 900 \text{ kg}; F_3 = \frac{900}{4,2 \times 0,96 \times 0,98} = 230,2 \text{ kg}; F_4 = \frac{230,2}{3 \times 0,98} = 78,3 \text{ kg}; N = \frac{6000 \times 6,0}{60 \times 76 \times 0,95 \times 98^2} = 8,77 \text{ CV, potencia neta.}$
	<p style="text-align: center;">Reductor de tornillo sin fin</p> <p>Reducción, $i = \frac{z_1}{z_2}$; z_1, número de entradas del tornillo. z_2, número de dientes de la rueda.</p> $\gamma = 12 \sqrt{\frac{c}{25,4}}$ <p>Se recomienda $z_1 = \frac{\gamma}{i}; z_2 \geq 12$</p> <p>Rendimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sin fin de 1 entrada (filete), $\eta = 0,5 - 0,6$ Sin fin de 2 entradas $\eta = 0,7 - 0,8$ Sin fin de 3 entradas $\eta = 0,8 - 0,85$ <p>Ejemplo. — Mecanismo de tornillo sin fin de dos entradas y rueda de 24 dientes; Motor de 750 r.p.m.</p> <p>Revoluciones del motor para 4% de resbalamiento, $n_m = 750 \times (1 - 0,04) = 720 \text{ r.p.m.}$</p> $i = \frac{2}{24} = \frac{1}{12}; n_2 = 720 \times \frac{1}{12} = 60 \text{ r.p.m.}$ <p>Rendimiento $\eta = 0,75$</p>

ANEXO 13. Propiedades de los Electrodo

ELECTRODO ESPECIAL PARA CARPINTERIA METALICA		ELECTRODO BASICO BAJA ALEACION													
R - 15 (ELECTRODO AZUL)	Norma: AWS E 6013	B - 10	Norma: AWS E 7018												
Color de Revestimiento: Azul Identificación: Puntita Azul		Color de Revestimiento: Gris Identificación: Puntita Blanca													
*Valores típicos		*Valores típicos													
Características:	Electrodo de operación muy suave, sin salpicaduras, aplicable en todas las posiciones. Adecuado para la soldadura de los aceros de bajo carbono sin aleación, de uso corriente en carpintería metálica y construcciones metálicas en general. Electrodo de excelentes características de encendido y re-encendido, es corto de muy fácil remoción.	Análisis del Metal Depositado:	Electrodo con revestimiento de bajo hidrógeno, con polvo de hierro. Indicado para la soldadura de aceros de alta resistencia a la tracción (56 kg/mm ² Máx) así como para aceros de construcción. Su arco es sumamente estable, poco chisporroteo y para mejores resultados úsese arco corto. Se recomienda mantener un arco corto para garantizar buenos resultados en inspecciones radiográficas. Para trabajos de alta responsabilidad es necesario secarlos a 350°C durante una hora.												
Propiedades Mecánicas:	Resistencia a la Tracción 48-56 kg./mm ² 68.000-80.000 lbs/pulg ²	Características:	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING												
Posiciones de Soldar:	Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente	Aprobación:	Resistencia a la Tracción 76.000 81.000 lbs/pulg ²												
Corriente y Polaridad:	Para corriente alterna o continua Electrodo al polo negativo y positivo.	Propiedades Mecánicas:	Elongación 30 - 34%												
Aplicaciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Especial para carpintería metálica. • Fabricación de puertas y ventanas. • Carrocetas y chasis. • Estructuras. 	Resistencia al Impacto CHARPY-V Joules 70 - 90 (-29°C)													
		Posiciones de Soldar:	Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente.												
		Corriente y Polaridad:	Para corriente continua o alterna Electrodo al polo positivo												
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ø mm</th> <th>Ø Pulg.</th> <th>Amperaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.5</td> <td>3/32</td> <td>60 - 85</td> </tr> <tr> <td>3.20</td> <td>1/8</td> <td>100 - 130</td> </tr> <tr> <td>4.00</td> <td>5/32</td> <td>140 - 180</td> </tr> </tbody> </table>	Ø mm	Ø Pulg.	Amperaje	2.5	3/32	60 - 85	3.20	1/8	100 - 130	4.00	5/32	140 - 180
Ø mm	Ø Pulg.	Amperaje													
2.5	3/32	60 - 85													
3.20	1/8	100 - 130													
4.00	5/32	140 - 180													
		Aplicaciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Para aceros de mediano y bajo carbono, baja aleación • Para aceros laminados en frío, por sus características de resistencia a la deformación a altas temperaturas, su fácil manejo y óptimo rendimiento, es especialmente adecuado. • Para soldadura de tuberías de vapor. • Calderas de alta presión, tanques. • Piezas para maquinaria pesada. • Construcciones metálicas en obra. • Reparaciones Navales. 												
		IMPORTANTE:	Los electrodos húmedos o con manchas de grasa, deben deshumidarse.												

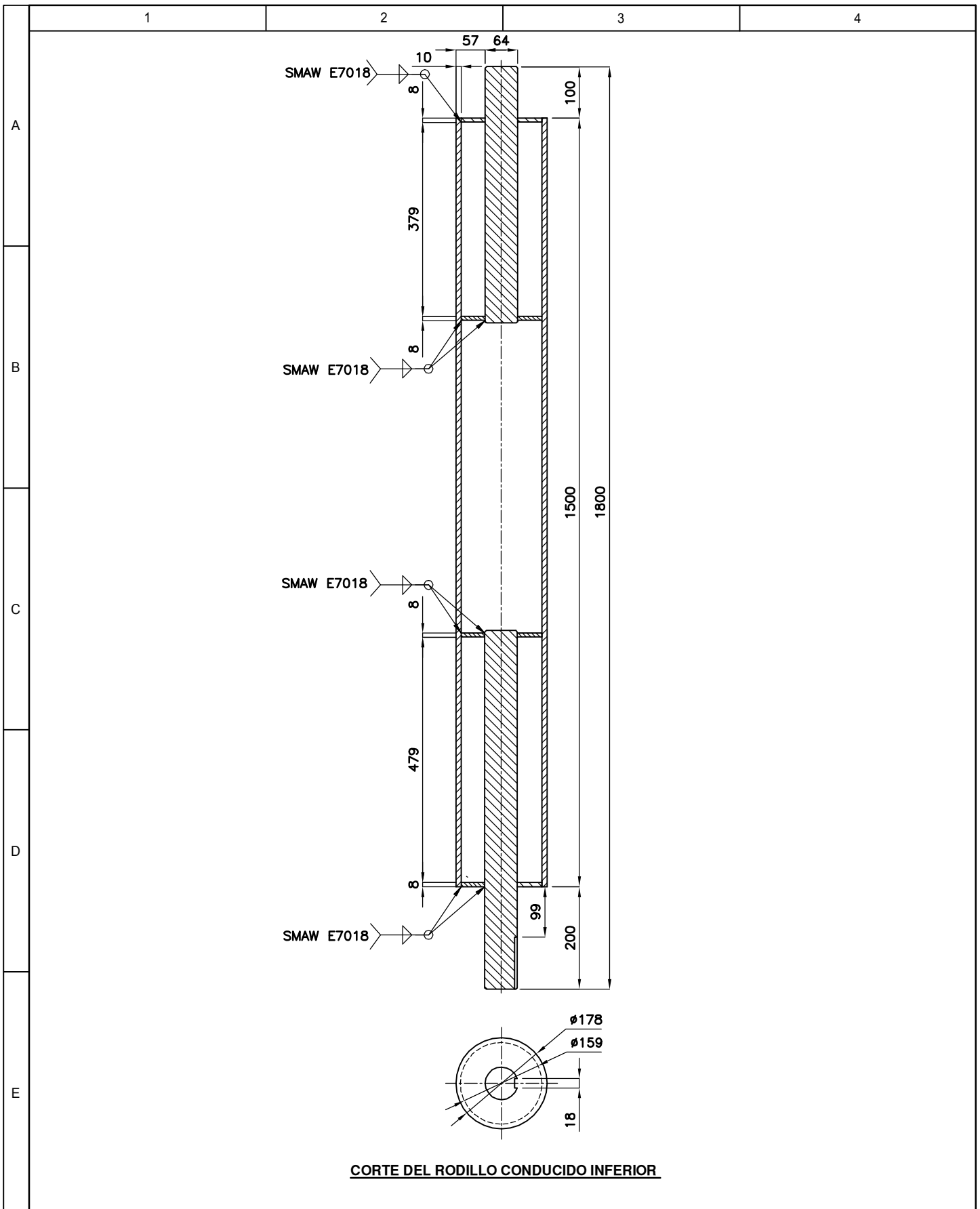
ANEXO 14. Propiedades Mecánicas del Acero ASTM A36.

PHYSICAL PROPERTIES	Metric	English	Comments
Density		0.284 lb/in ³	
MECHANICAL PROPERTIES			
Tensile Strength, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi	
Tensile Strength, Yield	<u>250 MPa</u>	36300 psi	
Elongation @ break	20 %	20 %	in 200 mm
Elongation @ break	23 %	23 %	In 50 mm.
Modulus of Elasticity	<u>200 GPa</u>	29000 ksi	
Compressive Yield Strength	<u>152 MPa</u>	22000 psi	Allowable compressive strength
Bulk Modulus	<u>140 GPa</u>	20300 ksi	Typical for steel
Poisson's Ratio	0.26	0.26	
Shear Modulus	<u>79.3 GPa</u>	11500 ksi	

ANEXO 15. Porcentaje de dilución según el proceso.

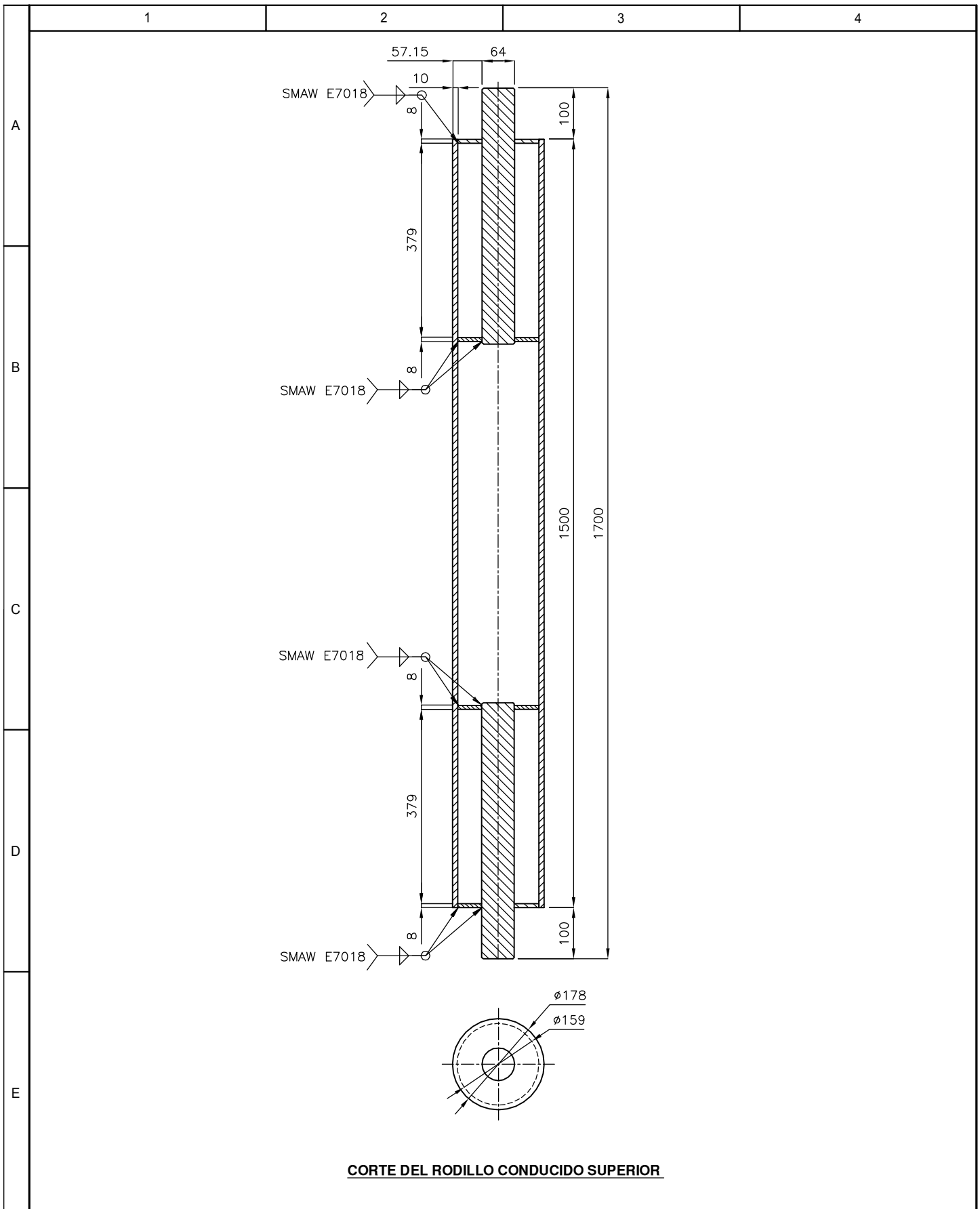
PROCESO	% de Dilución
SMAW	20 - 30
SAW	25 - 50
MIG CORTO	15 - 30
MIG SPRAY	25 - 50
TIG	20 - 40
TIG SIN APORTE	100

3. PLANOS



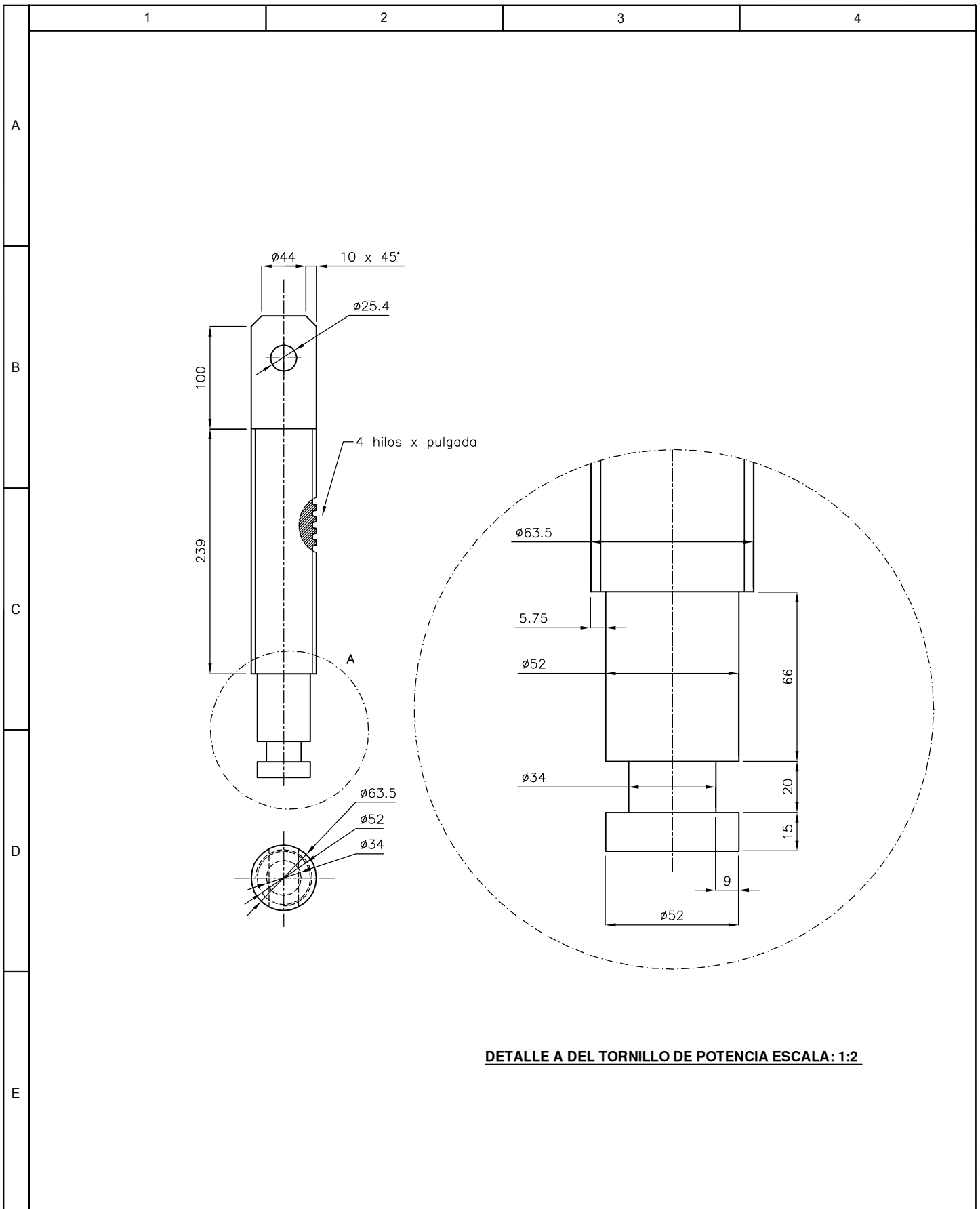
CORTE DEL RODILLO CONDUcido INFERIOR

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
					99.4 Kg	ASTM A36-AISI 1018	
				FECHA:	NOMBRE:	RODILLO CONDUcido INFERIOR	ESCALA 1:10
			DIB.	2011/08/18	Mejía Danny		
			REV.	2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
			APRO.	2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 1 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



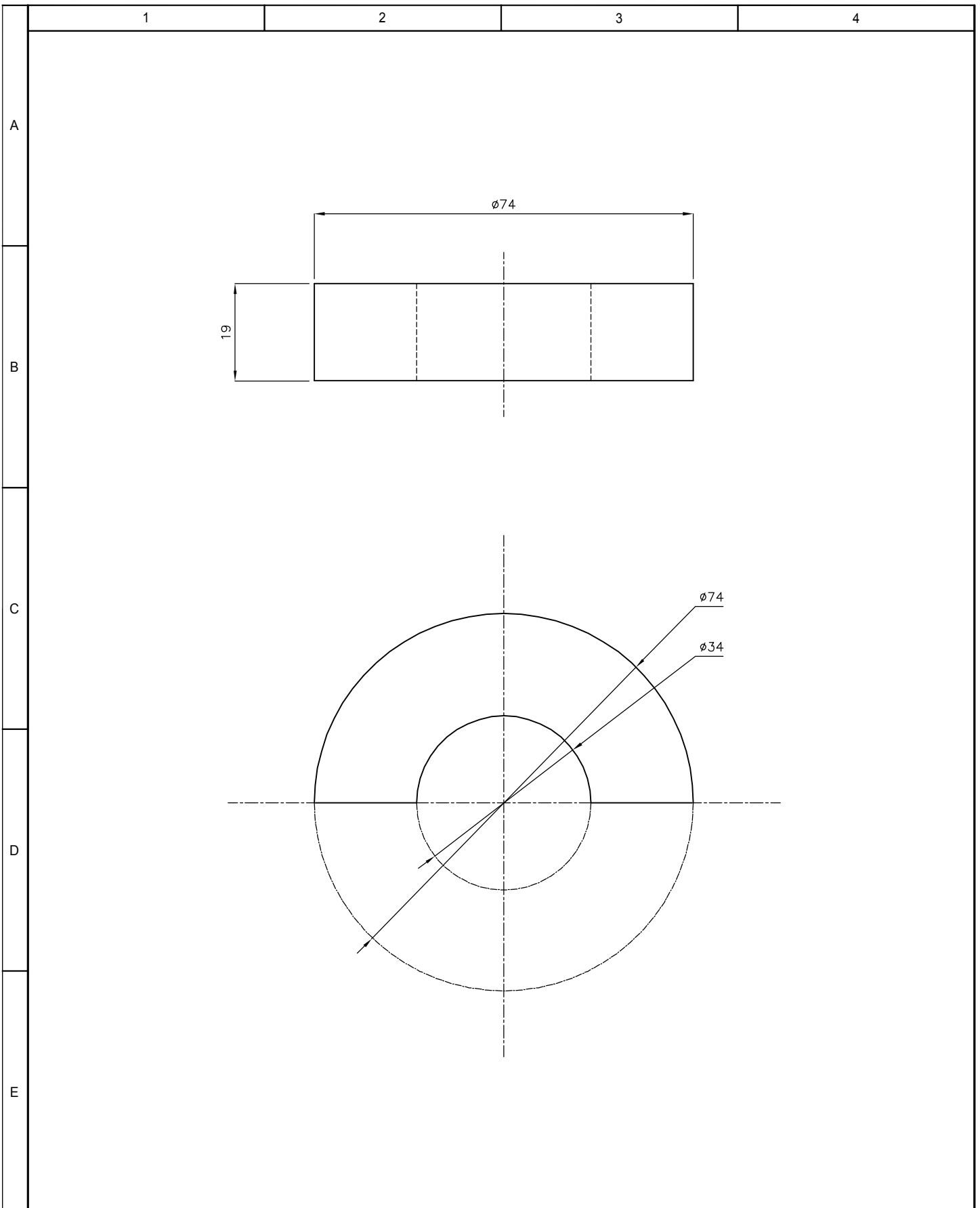
CORTE DEL RODILLO CONDUcido SUPERIOR

				TOLERANCIA:	PESO: 94.3 Kg	MATERIAL: ASTM A36-AISI 1018	
				FECHA:	NOMBRE:	RODILLO CONDUcido SUPERIOR	ESCALA 1:10
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 2 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

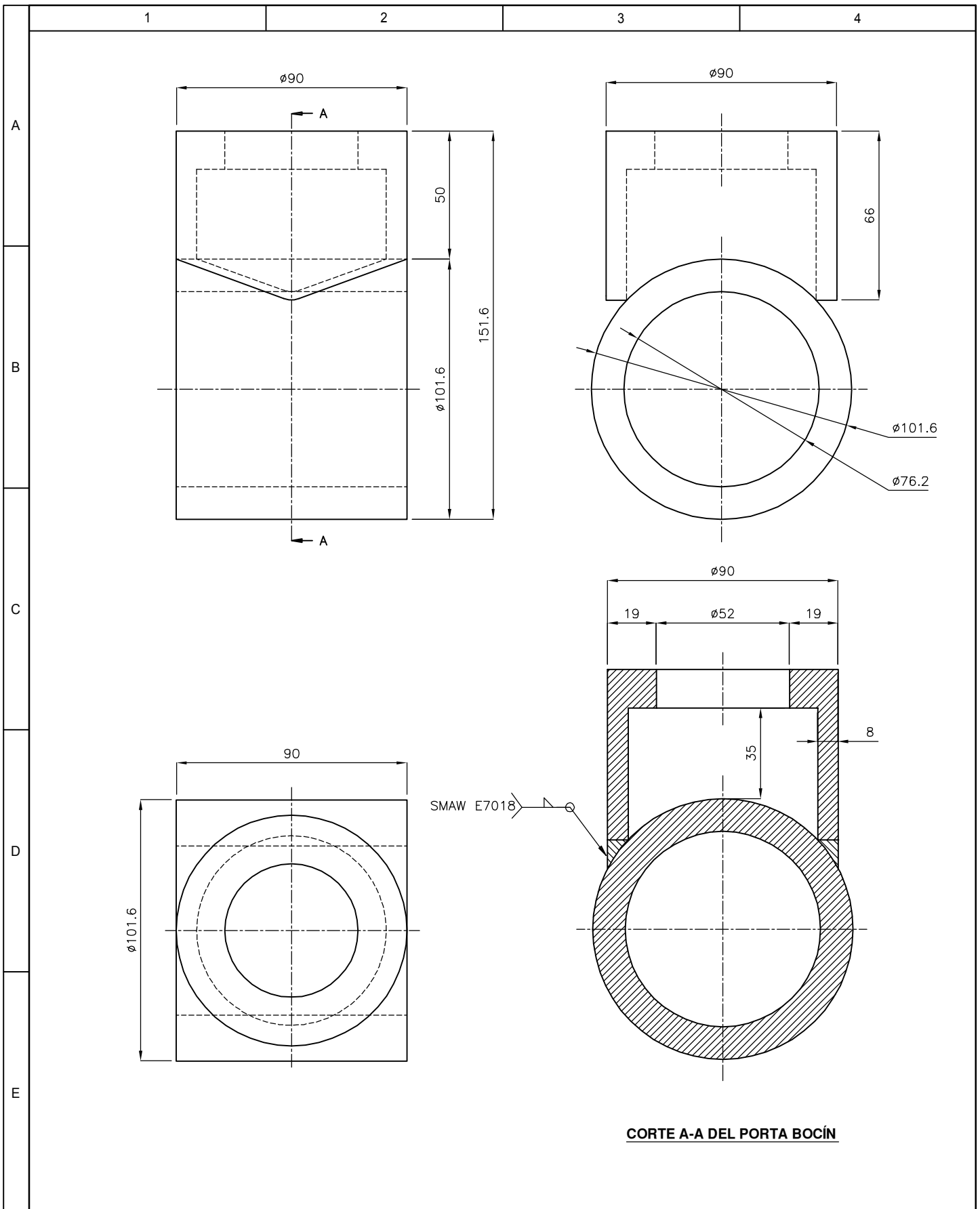


DETALLE A DEL TORNILLO DE POTENCIA ESCALA: 1:2

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
					9.13 Kg	AISI 1018	
				FECHA:	NOMBRE:	TORNILLO DE POTENCIA	ESCALA 1:5
			DIB.	2011/08/18	Mejía Danny		
			REV.	2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO.	2011/08/23	Ing. María Belén Ruales	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			PLANO 3 DE 22	

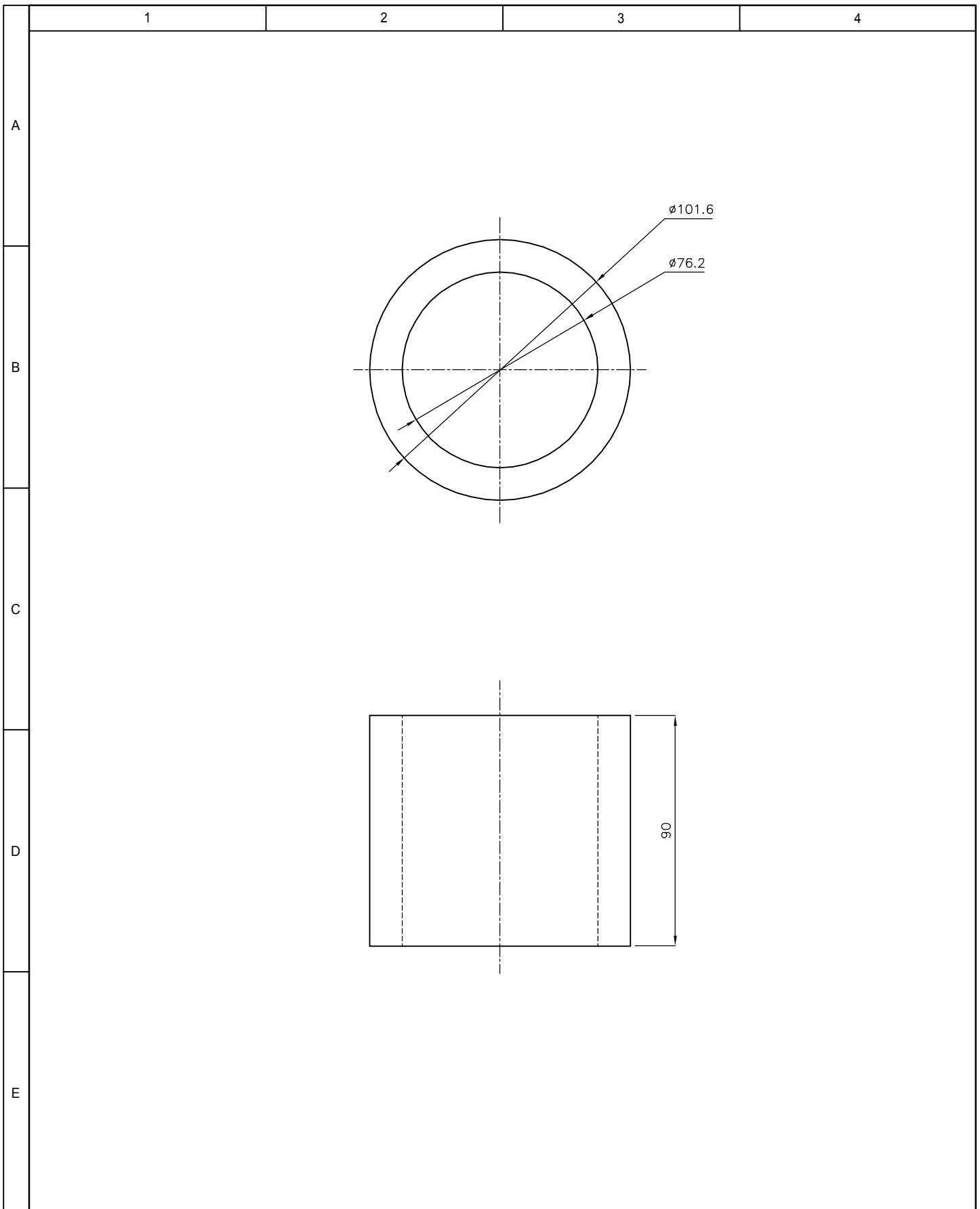


				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
					0.25 Kg	ASTM A36			
				FECHA:	NOMBRE:	SEGURO		ESCALA	
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny			 1:1	
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales				
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales				
						PLANO 4 DE 22		 UTA	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

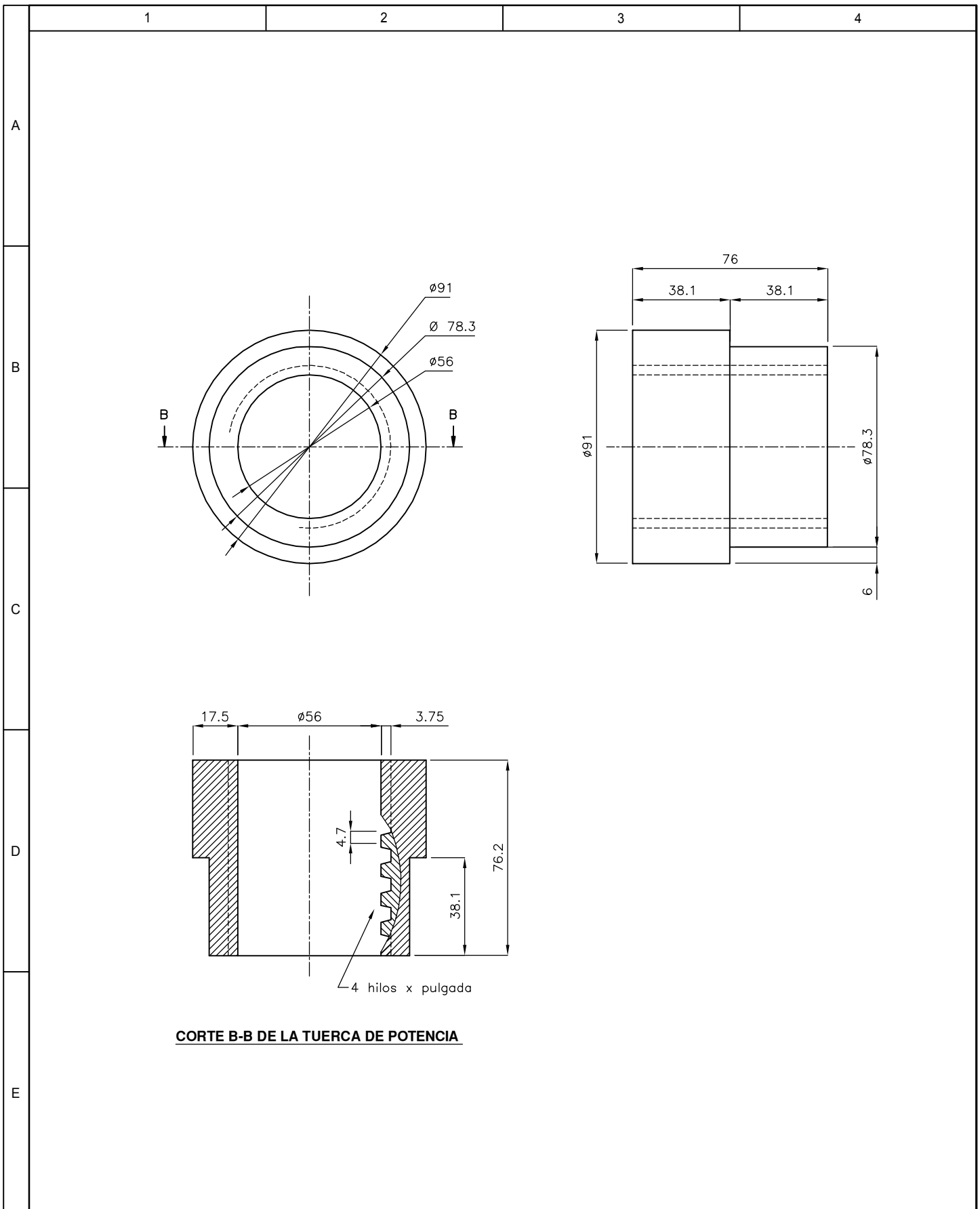


CORTE A-A DEL PORTA BOCÍN

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
					3.28 Kg	ASTM A36		
				FECHA:	NOMBRE:	PORTA BOCÍN SUPERIOR		ESCALA 1:2
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny			
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales			
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales			
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 5 DE 22		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

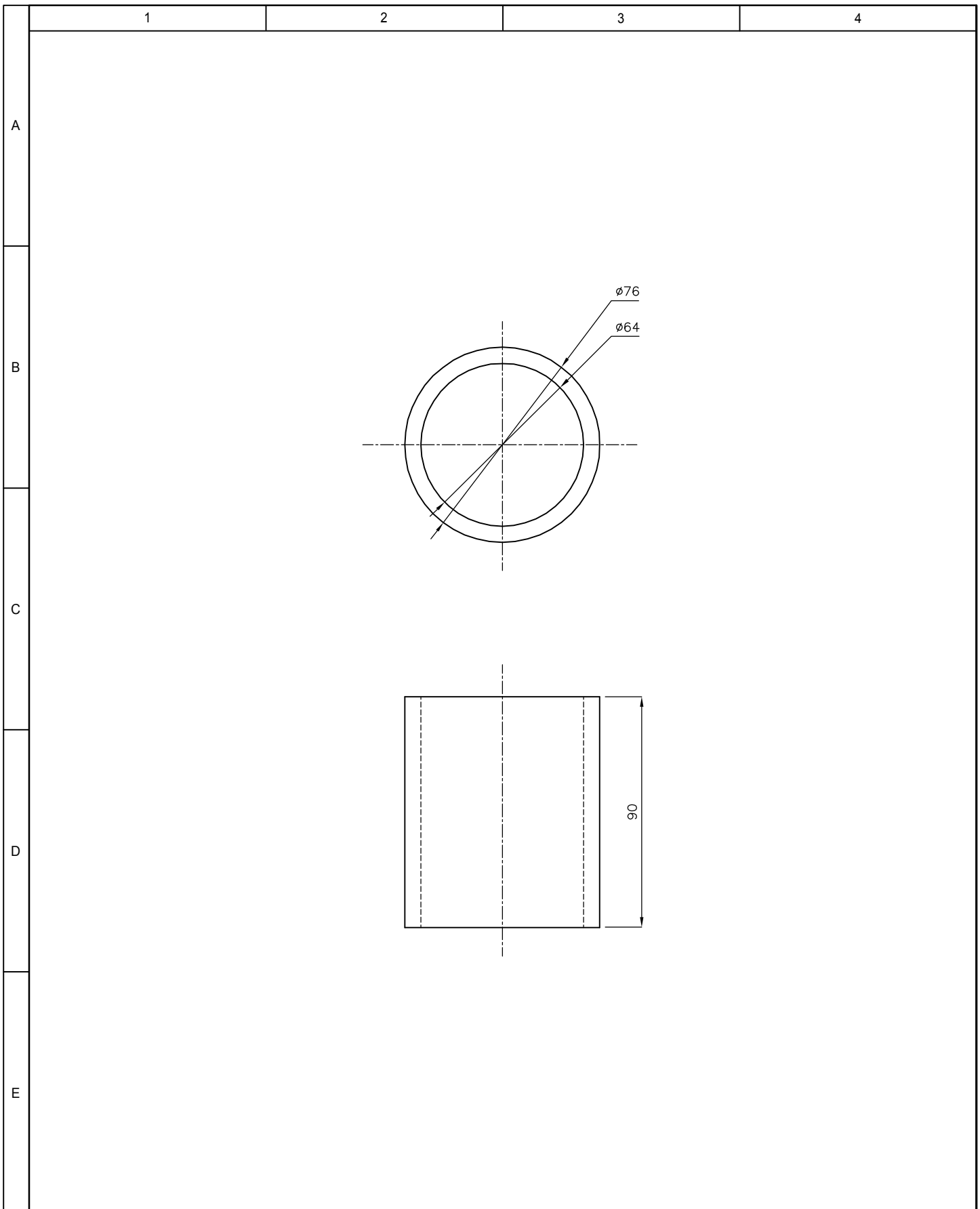


				TOLERANCIA:	PESO: 2.5 Kg	MATERIAL: ASTM A36	
				FECHA:	NOMBRE:	PORTA BOCÍN INFERIOR	ESCALA 1:2
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 6 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

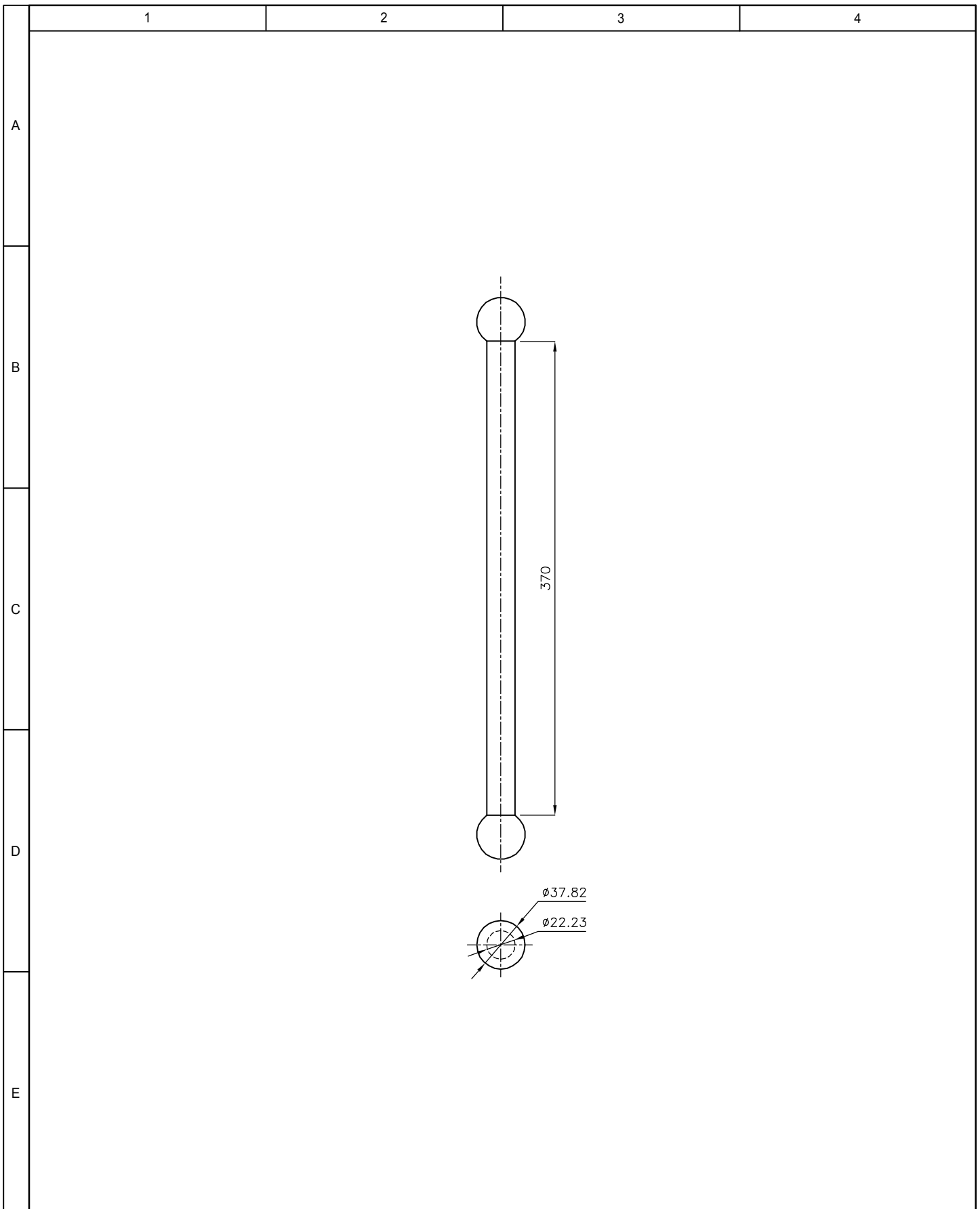


CORTE B-B DE LA TUERCA DE POTENCIA

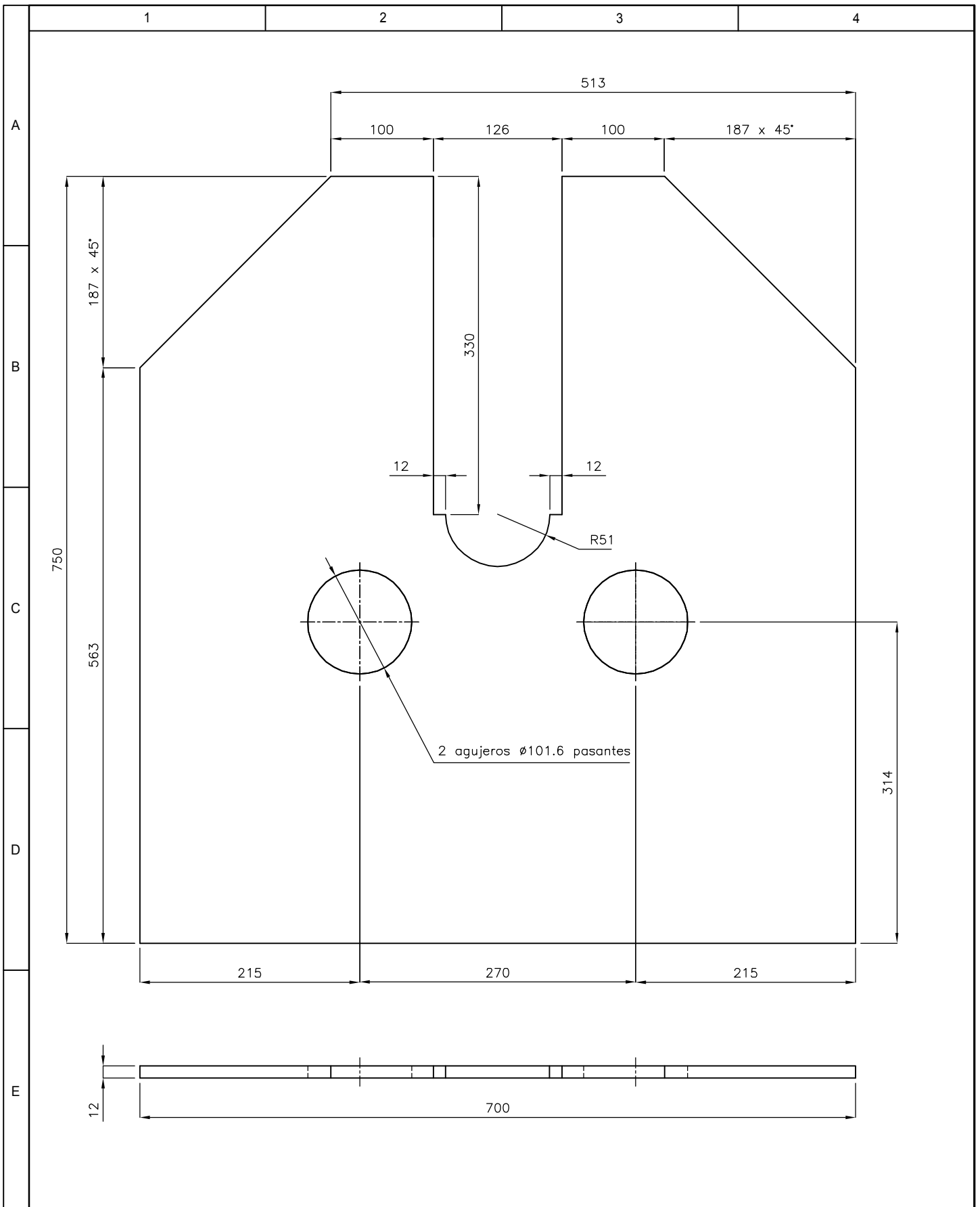
				TOLERANCIA:	PESO: 1.71 Kg	MATERIAL: AISI 1018	
				FECHA:	NOMBRE:	TUERCA DE POTENCIA	ESCALA 1:2
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 7 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



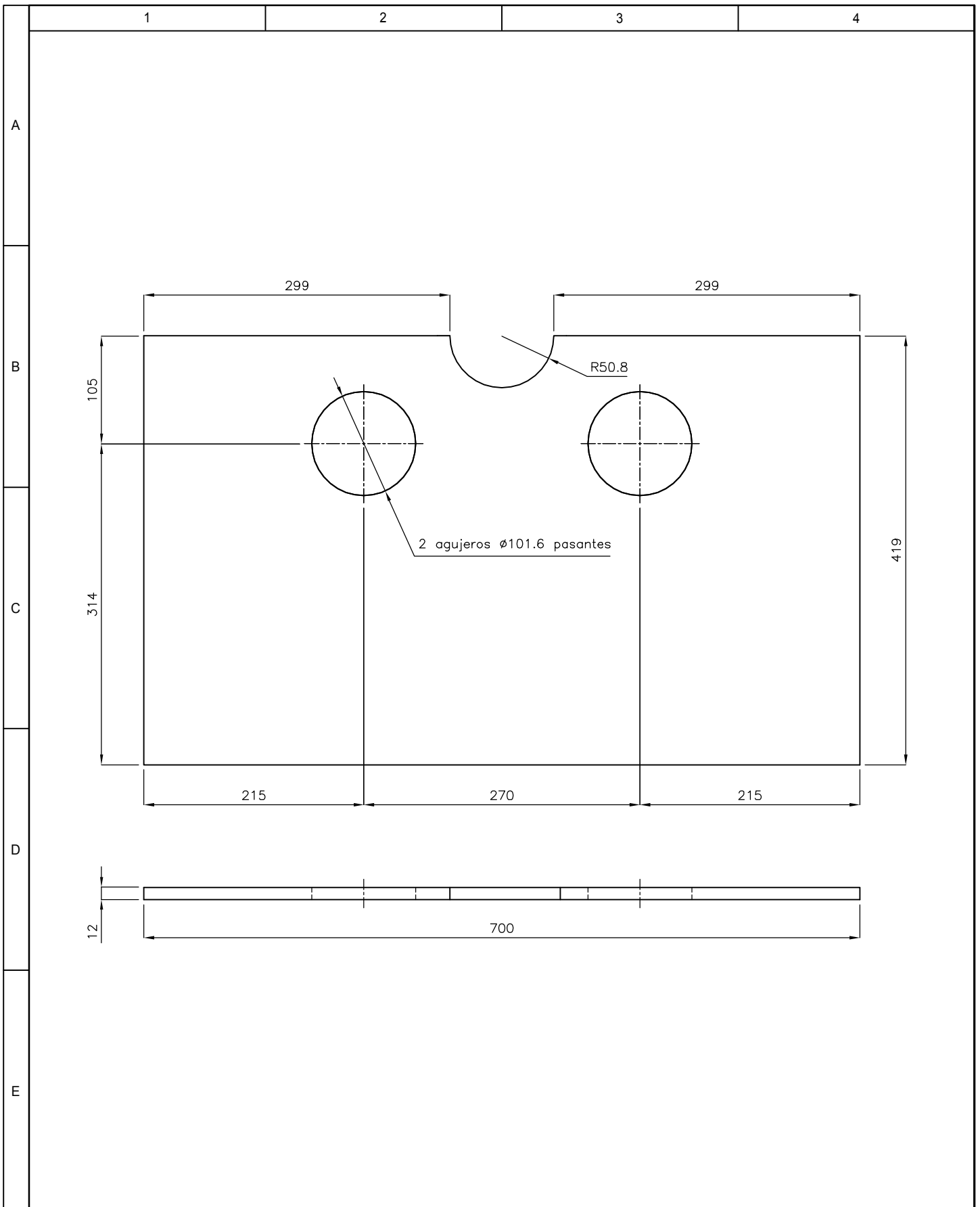
				TOLERANCIA:	PESO: 1.1 Kg	MATERIAL: BRONCE FOSFORICO	
						BOCÍN	ESCALA 1:2
				FECHA:	NOMBRE:		
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 8 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				




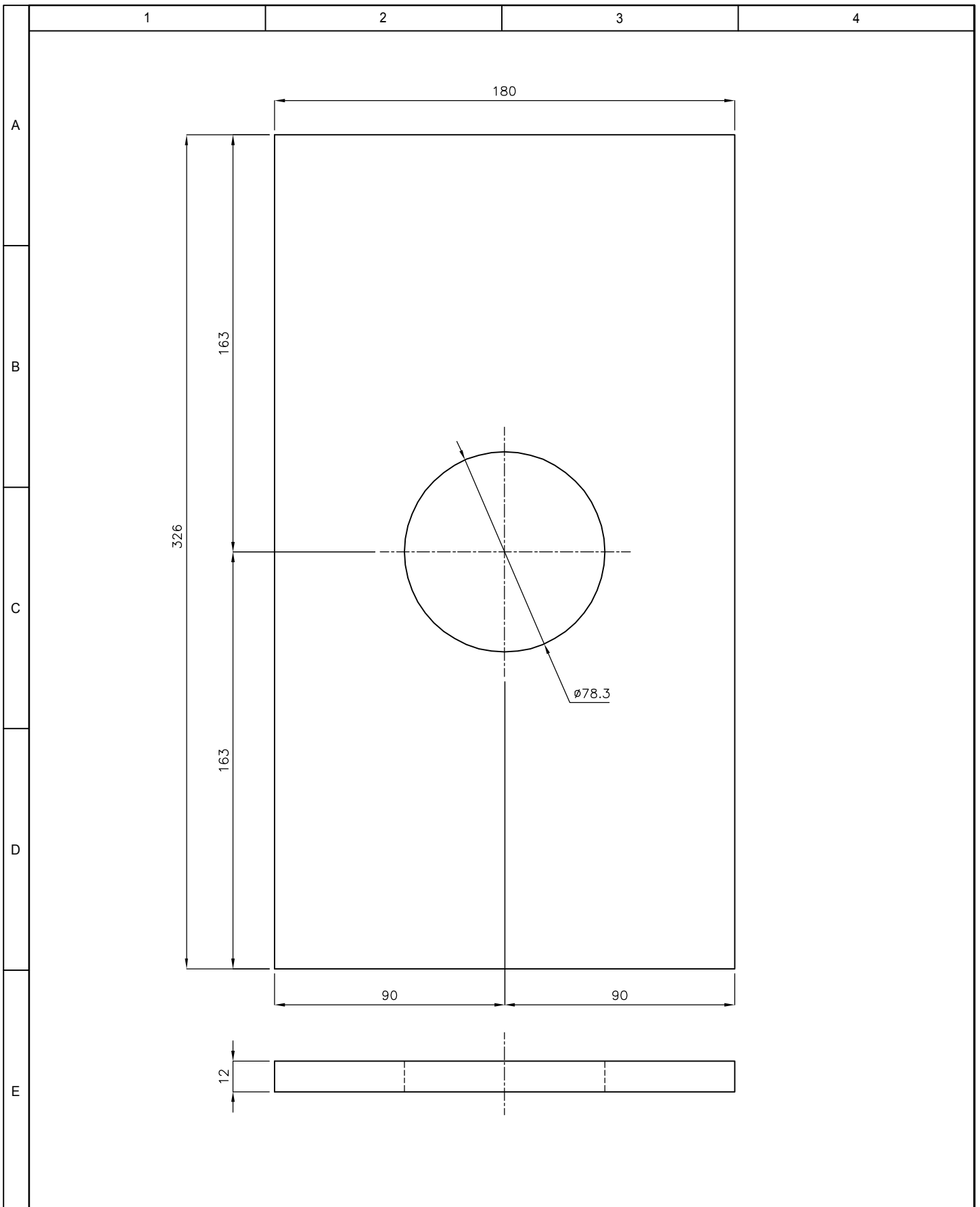
				TOLERANCIA:	PESO: 0.95 Kg	MATERIAL: AISI 1018			
						PALANCA 			
						PLANO 9 DE 22			
				U.T.A Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



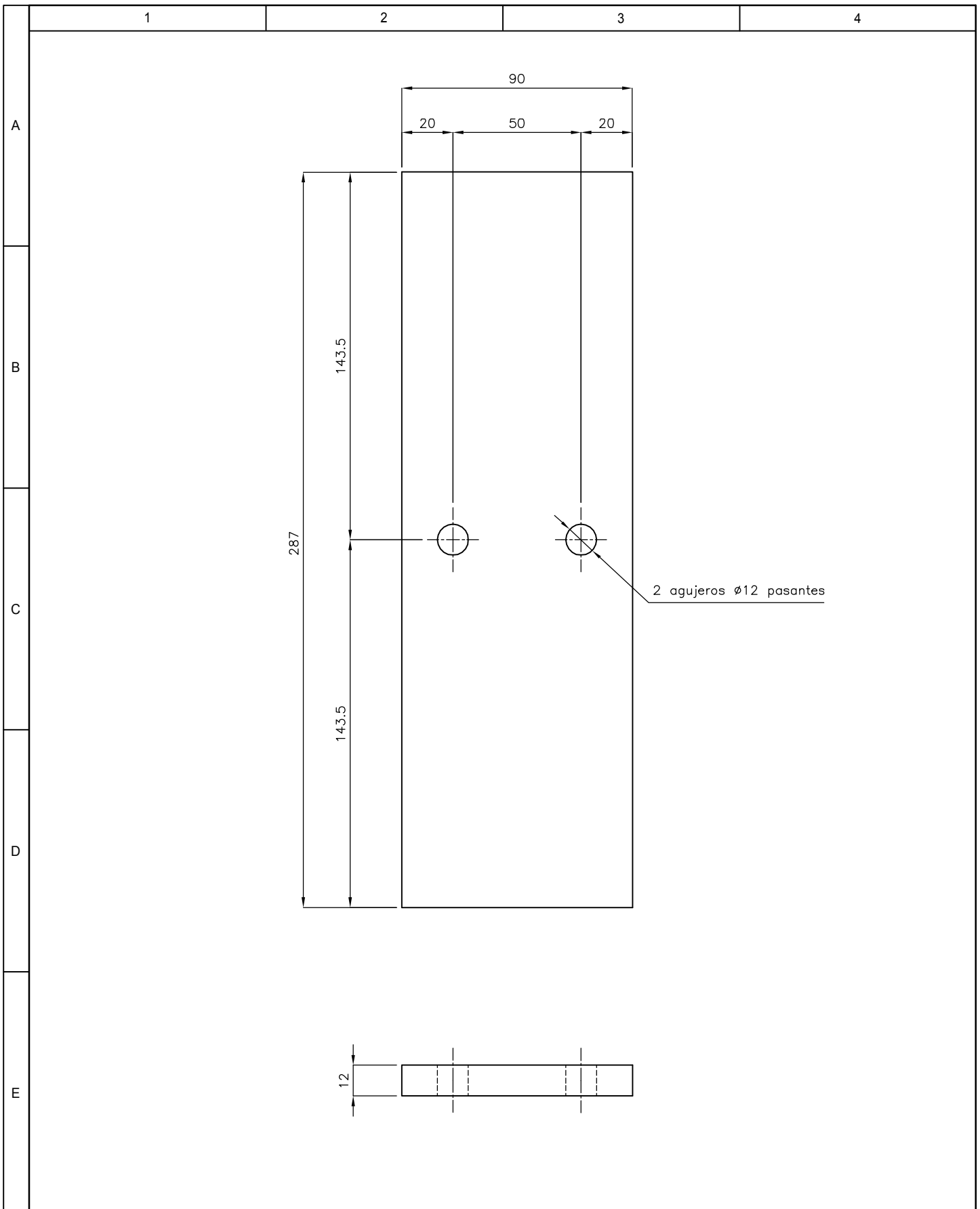
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
					40.33 Kg	ASTM A36	
				FECHA:	NOMBRE:	PLACA LATERAL DERECHA	ESCALA
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		1:5
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales	PLANO 10 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>			



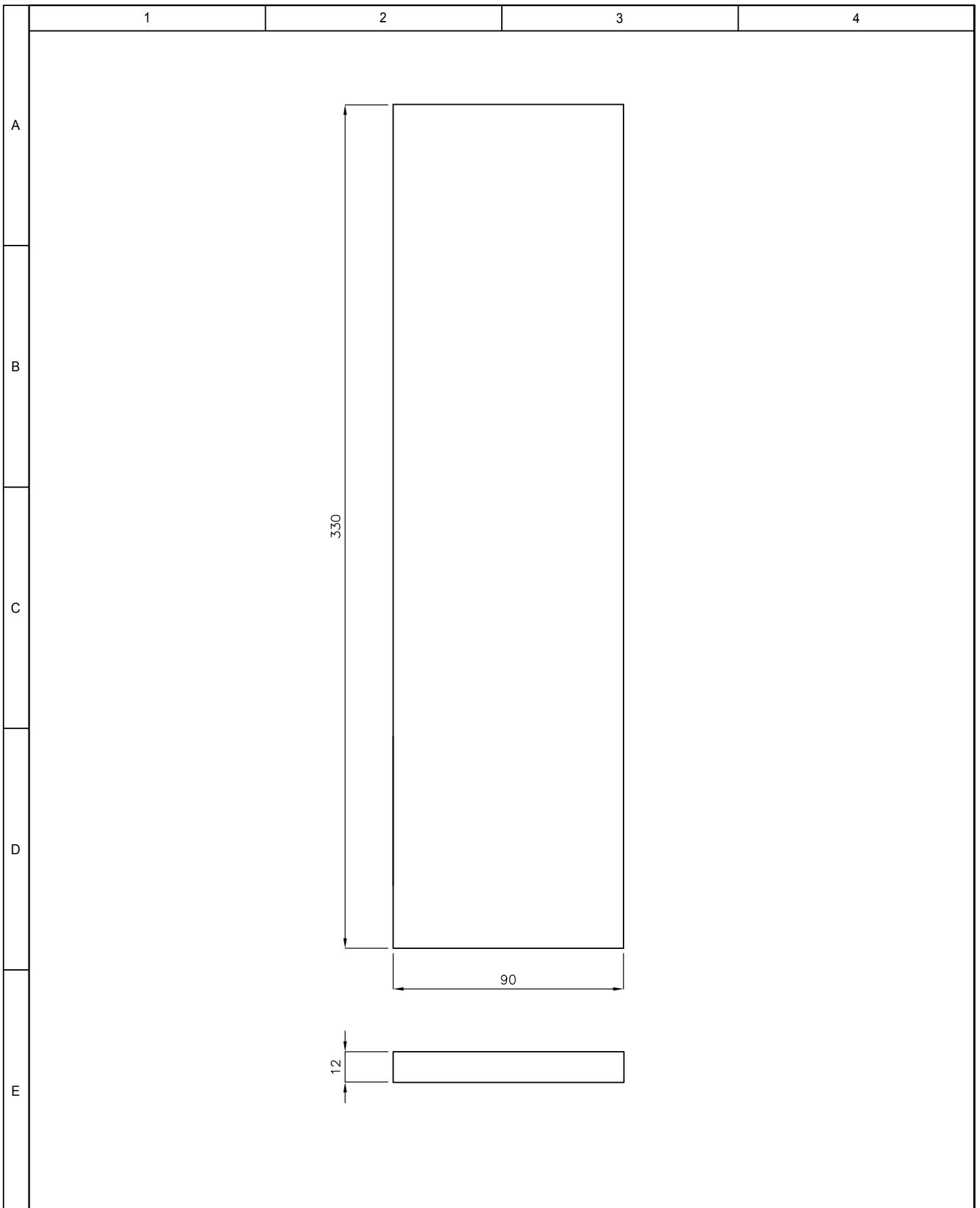
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
					25.78 Kg	ASTM A36	
				FECHA:	NOMBRE:	PLACA LATERAL IZQUIERDA	ESCALA
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		1:5
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales	PLANO 11 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>			



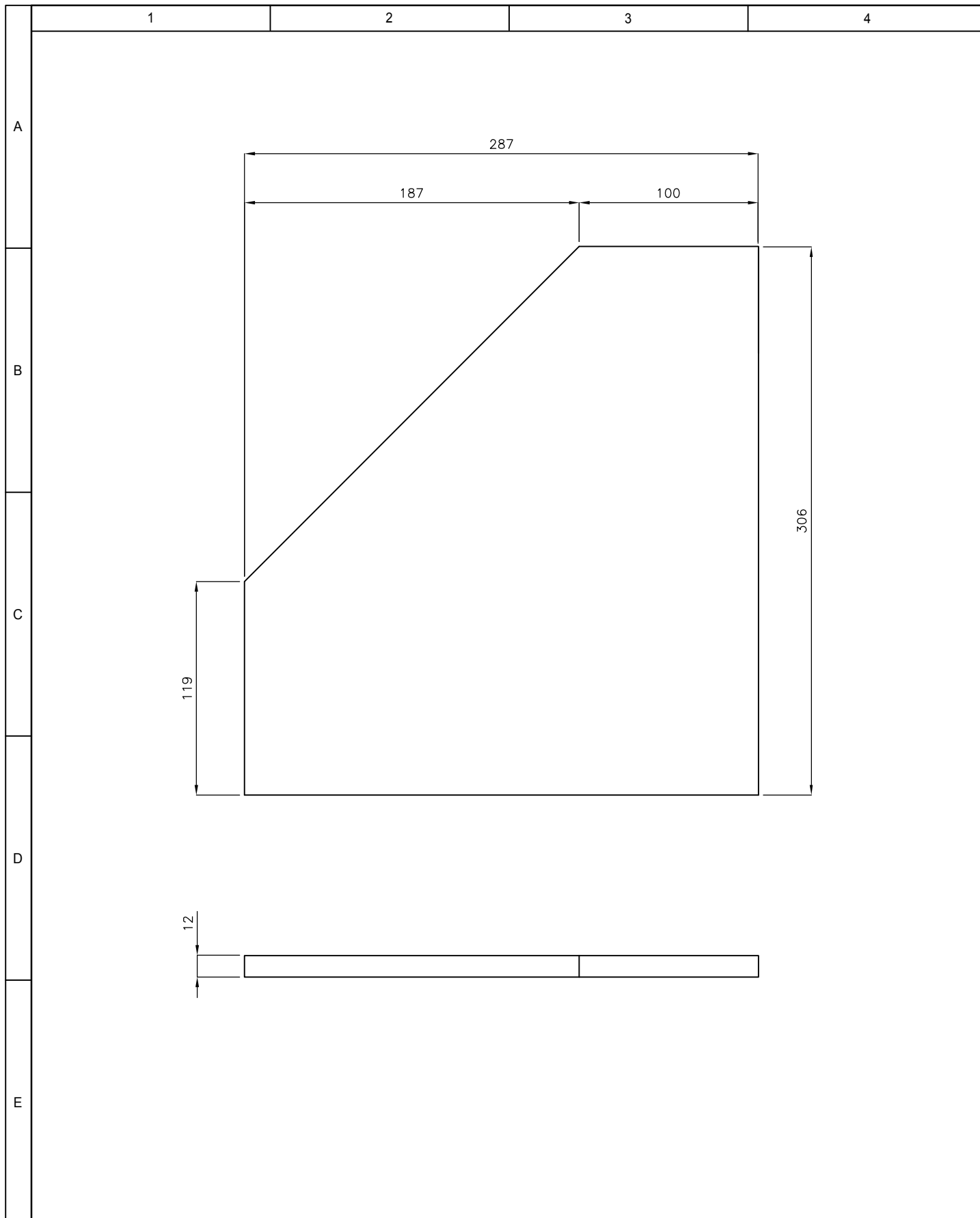
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
					5.1 Kg	ASTM A36	
				FECHA:	NOMBRE:	PLACA DE SOPORTE DE LA TUERCA DE POTENCIA	ESCALA 1:2
			DIB.	2011/08/18	Mejía Danny		
			REV.	2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO.	2011/08/23	Ing. María Belén Ruales	
				U.T.A Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		PLANO 12 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



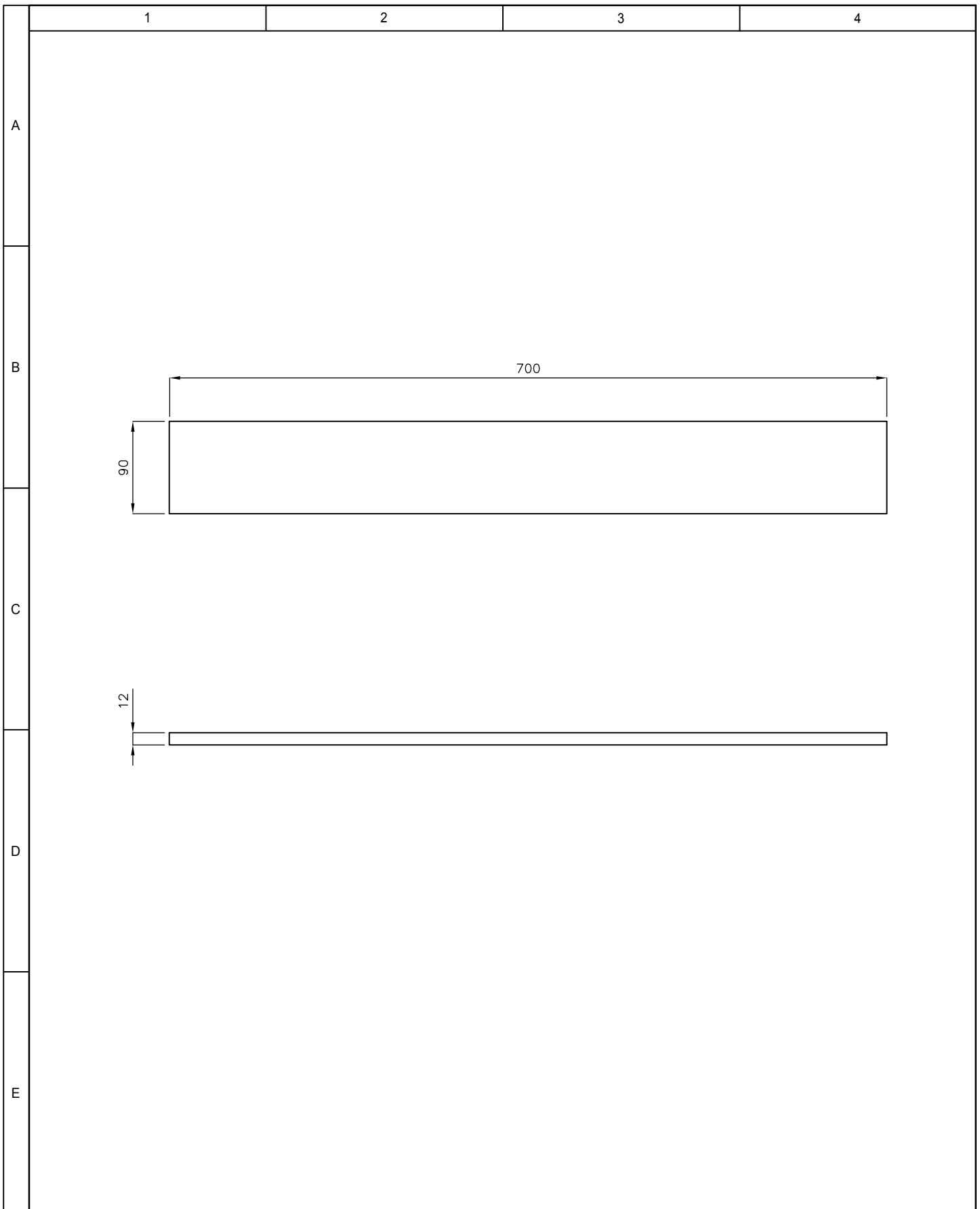
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
					2.41 Kg	ASTM A36	
				FECHA:	NOMBRE:	PLACA BASE DESMONTABLE	ESCALA
			DIB.	2011/08/18	Mejía Danny		1:2
			REV.	2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
			APRO.	2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 13 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



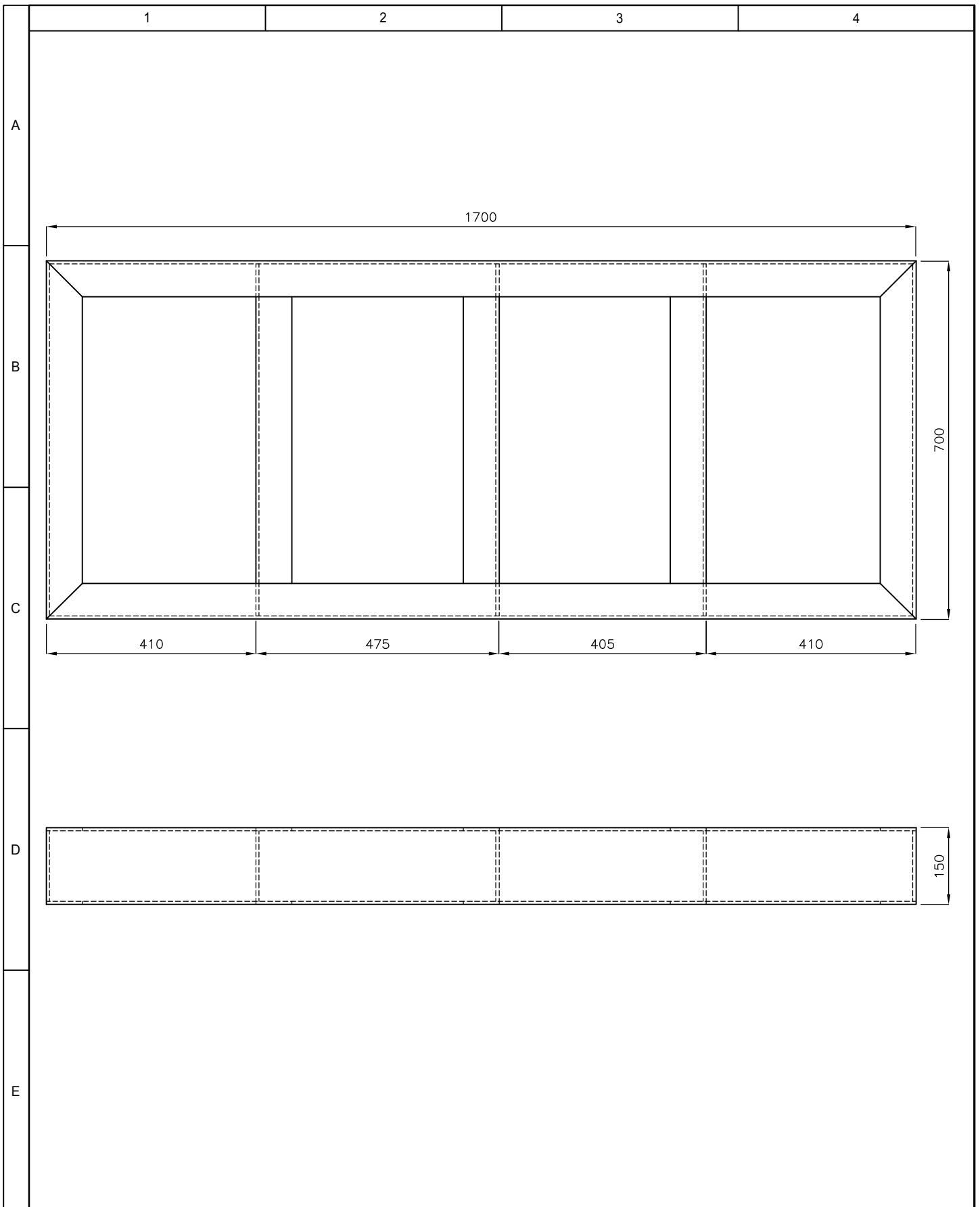
				TOLERANCIA:	PESO: 2.8 Kg	MATERIAL: ASTM A36			
						PLACAS GUIAS 			
						PLANO 14 DE 22			
				U.T.A Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



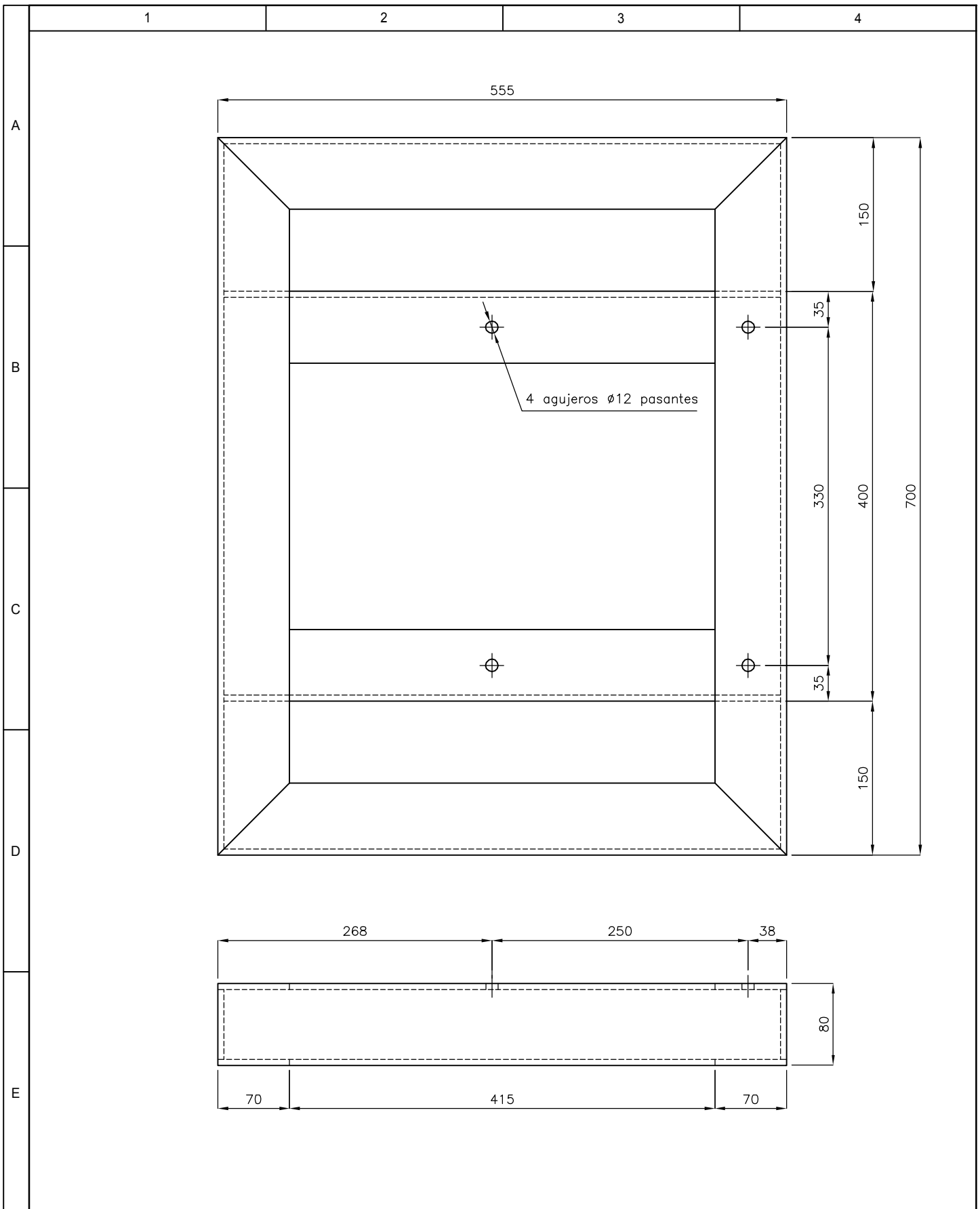
				TOLERANCIA:	PESO: 6.62 Kg	MATERIAL: ASTM A36	
				FECHA:	NOMBRE:	PLACA LATERAL IZQUIERDA DESMONTABLE	ESCALA 1:2
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 15 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



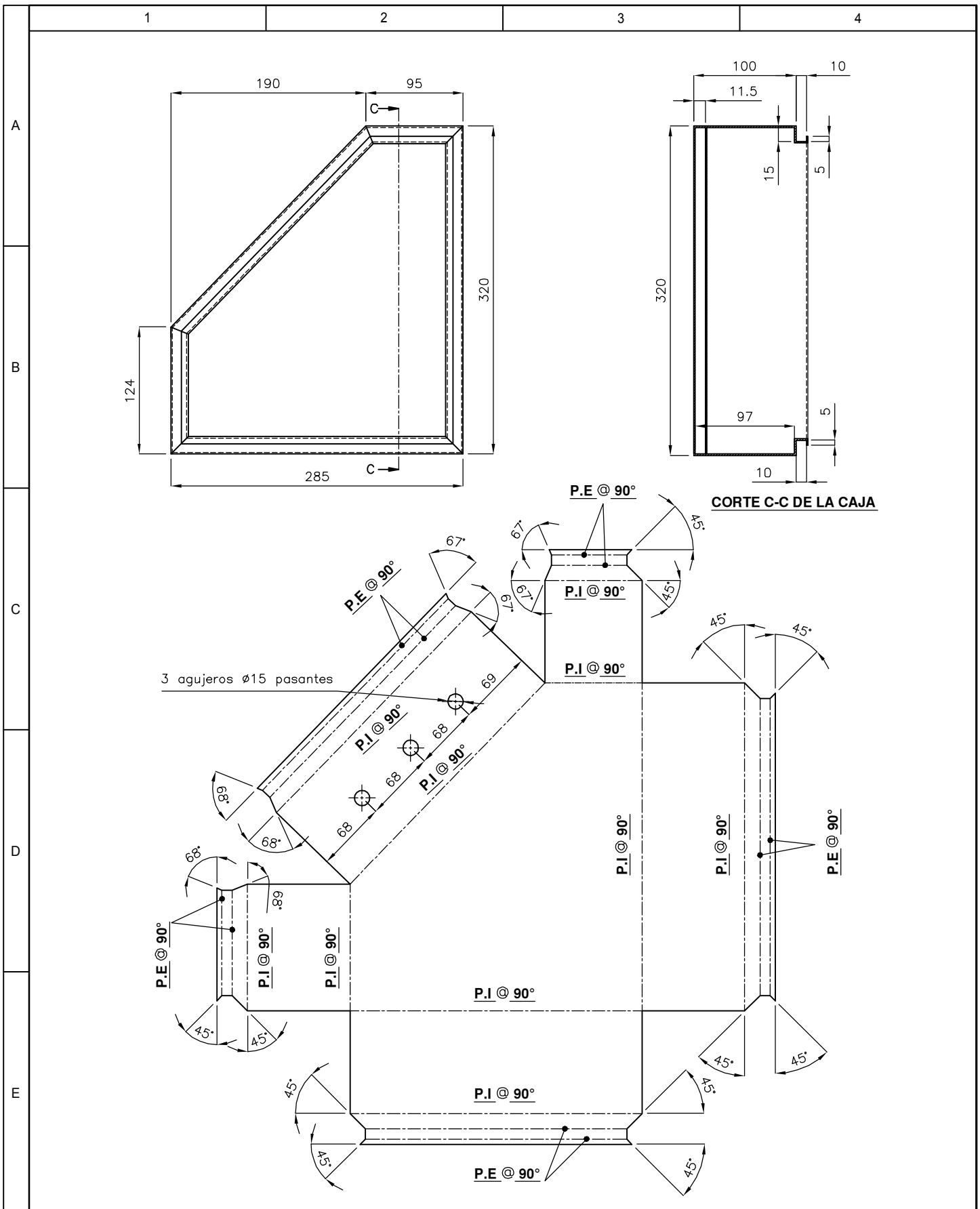
				TOLERANCIA:	PESO: 5.93 Kg	MATERIAL: ASTM A36			
						BASE DE LAS PLACAS LATERALES 			
						PLANO 16 DE 22 			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					



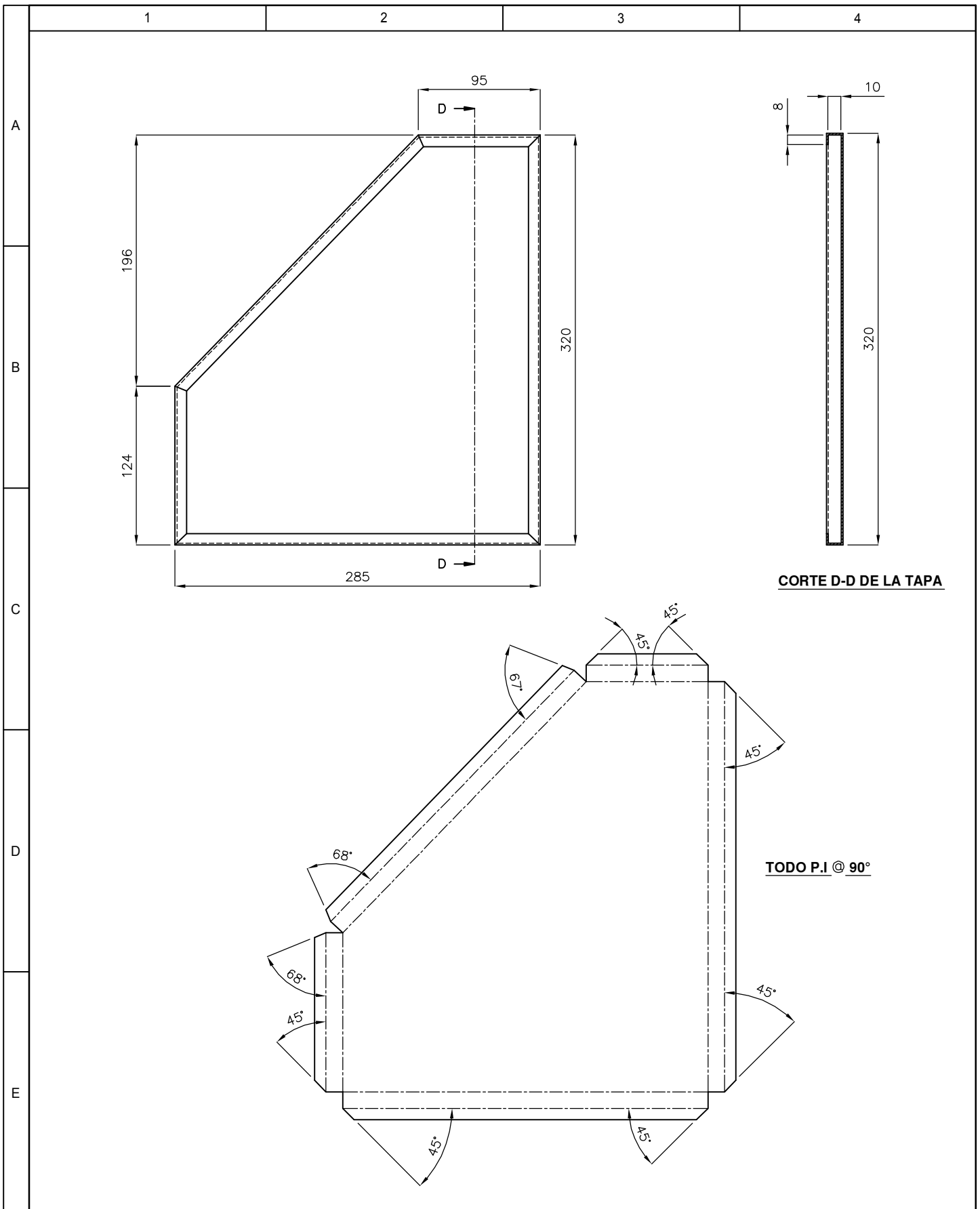
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
					84.16 Kg	ASTM A36	
				FECHA:	NOMBRE:	MESA O SOPORTE	ESCALA 1:10 
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales	PLANO 17 DE 22	
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



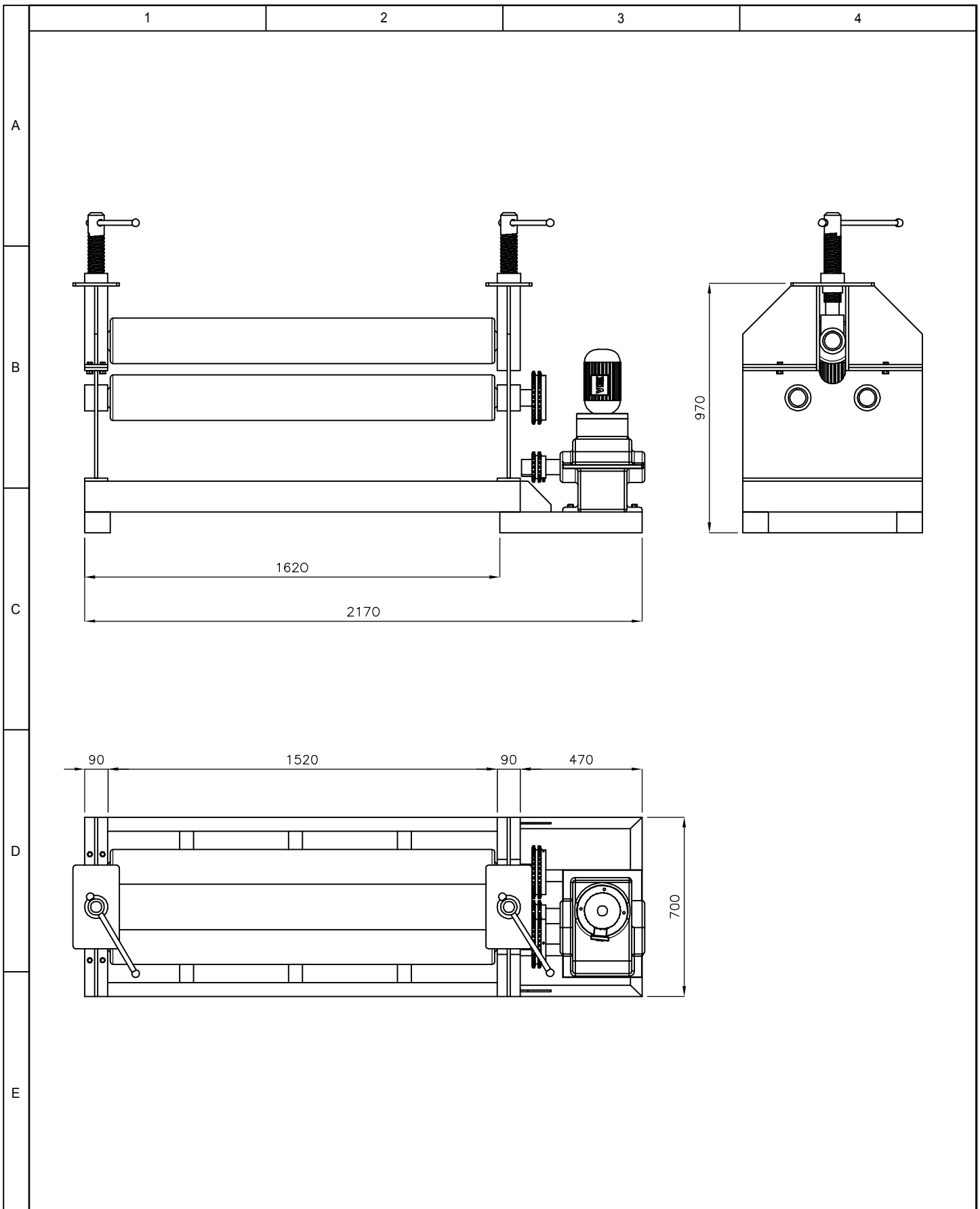
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
					28.41 Kg	ACERO ASTM A36	
				FECHA:	NOMBRE:	MESA DEL MOTOREDUCTOR	ESCALA
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		1:5
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 18 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



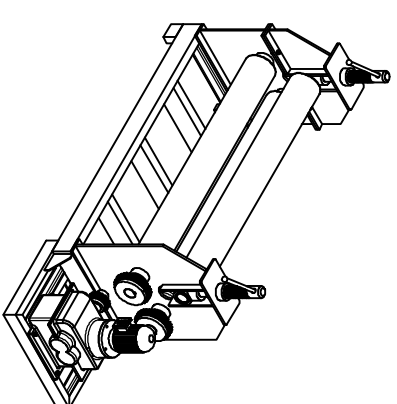
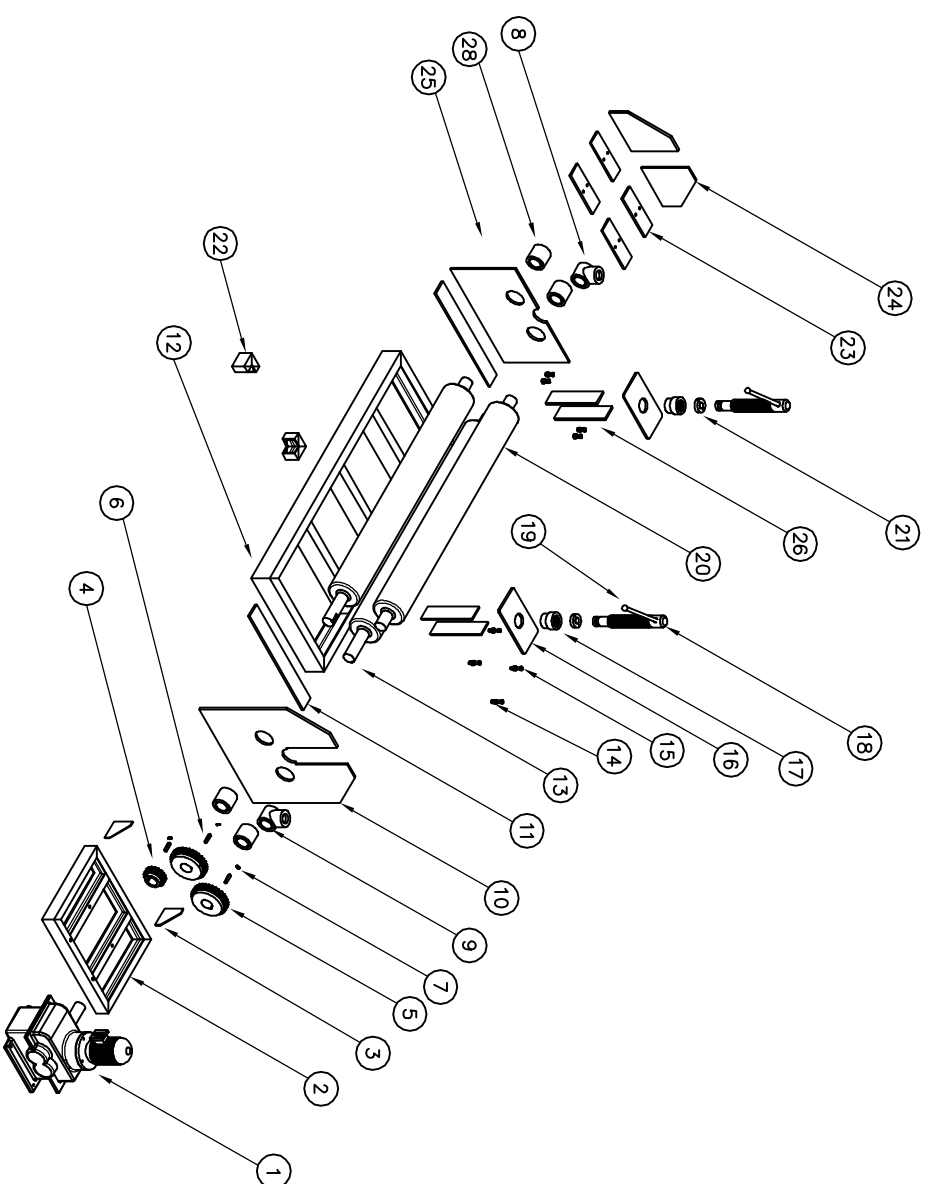
		TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
						ACERO INOXIDABLE 304	
		FECHA:		NOMBRE:		ESCALA	
		DIB. 2011/08/18		Mejia Danny		1:5	
		REV. 2011/08/23		Ing. María Belén Ruales			
		APRO. 2011/08/23		Ing. María Belén Ruales			
		U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		CAJA DEL CIRCUITO			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
						ACERO INOXIDABLE 304			
				FECHA:	NOMBRE:	TAPA DE LA CAJA DE CIRCUITO		ESCALA	
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny			1:5	
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales				
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales				
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 20 DE 22			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



				TOLERANCIA:	PESO: 653.66 Kg	MATERIAL: VARIOS	
				FECHA:	NOMBRE:	VISTAS DEL CONJUNTO ARMADO	ESCALA 1:10
				DIB. 2011/08/18	Mejía Danny		
				REV. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				APRO. 2011/08/23	Ing. María Belén Ruales		
				U.T.A <i>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</i>		PLANO 21 DE 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



CONJUNTO ARMADO

4	PORTA BOCIN INFERIOR	Øe 101.6 x 90x 25.4	ASTM A36	28	2.5	TORNADO
1	CADENA 28 ANSI N°80	p= 3/4"		27		ADQUIRIDO
4	PLACA GUIA	PL. 330 x 90 x 12	ASTM A36	26	2.8	CORTADO
1	PLACA LATERAL IZQUIERDA	PL. 700 x 419 x 12	ASTM A36	25	25.78	CORTADO
2	PLACA LATERAL IZQUIERDA DESMONTABLE		ASTM A36	24	6.62	CORTADO
4	PLACA BASE DESMONTABLE	PL. 287 x 90 x 12	ASTM A36	23	2.41	CORTADO
2	PATA DE LA MESA	PL. 80 x 80 x 6	ASTM A36	22	0.68	PLEGADO
4	SEGURO		ASTM A36	21	0.25	TORNADO
1	RODILLO CONDUCCION SUPERIOR	Ø 101.6 x 1300 x 12	ASTM A36	20	94.3	ADQUIRIDO
2	PALANCA	Ø 22.22 x 370	ASTM A36	19	0.95	TORNADO
2	TORNILLO DE POTENCIA		ASTM A36	18	9.13	ADQUIRIDO
2	TUERCA DE POTENCIA		ASTM A36	17	1.71	ADQUIRIDO
2	PLACA DE SOPORTE DE LA TUERCA DE POTENCIA	PL. 326 x 180 x 12	ASTM A36	16	25.1	CORTADO
8	TUERCAS	Ø1 1/2"	SAE GRADO 5	15		ADQUIRIDO
8	PERNOS	Ø 1/2" x 60	SAE GRADO 5	14		ADQUIRIDO
2	RODILLO CONDUCCION INFERIOR	Ø 177.8 x 1300 x 12	ASTM A36	13	99.4	ADQUIRIDO
1	MESA	PL. 1700 x 700 x 130	ASTM A36	12	84.16	PLEGADO
2	BASE DE LAS PLACAS LATERALES	PL. 700 x 90 x 12	ASTM A36	11	5.93	CORTADO
1	SOPORTE LATERAL DERECHA	PL. 700 x 750x 12	ASTM A36	10	40.33	CORTADO
6	BOCIN	Øe 76.2 x 90	BRONCE FOSFORICO	9	1.1	TORNADO
2	PORTA BOCIN SUPERIOR	Øe 101.6 x 90x 25.4	ASTM A36	8	3.28	TORNADO
6	PRISIONEROS	Ø12 x 20	ASTM A36	7	0.01	ADQUIRIDO
3	CHAVETAS	PL. 18 x 12 x 17	ASTM A36	6	0.08	CORTADO
2	PIÑON 28 32		ACERO AL CARBONO	5	9.44	ADQUIRIDO
1	PIÑON 28 18		ACERO AL CARBONO	4	1.76	ADQUIRIDO
2	CARTELA DE SOPORTE	PL. 130 x 130 x 6	ASTM A36	3	0.48	PLEGADO
1	MESA DEL MOTOREDUCTOR	PL. 40 x 80 x 6	ASTM A36	2	28.41	PLEGADO
1	MOTOREDUCTOR		ASTM A36	1	175.3	ADQUIRIDO
No. de pieza	DENOMINACIÓN		MATERIAL	No DE ORDEN	PESO [Kg]	OBSERVACIONES
	TOLERANCIA:		MATERIAL:	VARIOS		
	PESO		653.66 Kg			

VARIOS

FECHA: NOMBRE:

DIB. 2011/08/18 Mejía Danny
REV. 2011/08/23 Ing. Maria Belén Riquelme
APRO. 2011/08/23 Ing. Martin Belén Riquelme

ROLADO ELECTROMECÁNICA

ESCALA 1:20



PLANO 22 DE 22

