

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**INGENIERÍA MECÁNICA**

***TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO***

**TEMA:**

---

**“ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CORTE EN TABLEROS DE MADERA  
PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA  
MUEBLES MODULARES Y SISTEMAS DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

---

**AUTOR:**

**FREDY ROLANDO YANCHAGUANO COLLAGUAZO**

**TUTOR: ING. ALEX MAYORGA**

**AMBATO – ECUADOR**

**2012**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo investigativo **“ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CORTE EN TABLEROS DE MADERA PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MUEBLES MODULARES Y SISTEMAS DE LA CIUDAD DE AMBATO”**. Trabajo elaborado por el Egresado Fredy Rolando Yanchaguano Collaguazo.

Certifico:

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

Ambato, Junio del 2012

.....  
**Ing. Alex Mayorga**

**TUTOR**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TESIS**

Yo, Fredy Rolando Yanchaguano Collaguazo con C.I. # 050308268-7 declaro que los resultados obtenidos y expuestos en el presente trabajo de investigación con el tema **“ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CORTE EN TABLEROS DE MADERA PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MUEBLES MODULARES Y SISTEMAS DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, son absolutamente de mi autoría; a excepción de las referencias bibliográficas que se incluyen en este texto.

Que los criterios emitidos en el trabajo de investigación así como también los contenidos, conclusiones, recomendaciones son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor del presente trabajo.

Ambato, Junio del 2012

.....  
**Fredy Rolando Yanchaguano Collaguazo**

**C.I. 050308268-7**

**AUTOR**

## **DEDICATORIA**

*El presente Proyecto lo dedico a **Dios**, por impulsar mis anhelos, por fortalecerme espiritualmente en los momentos de flaqueza y por haberme bendecido con una gran familia e inolvidables amistades.*

*Primeramente a mis padres: **Miguel y Carmen** quienes son los verdaderos artificios de este logro, quienes con su amor, paciencia, comprensión y con su ejemplo de sacrificio y responsabilidad supieron apoyarme en cada decisión que he tomado. A mis hermanos: **Darío y Néstor**, y cuñada **Rosa** quienes supieron apoyarme incondicionalmente y me dieron ánimo para continuar y perseverar en la culminación de mi carrera. A mis sobrinos: **Joselyn y René** quienes siempre me apoyan y me hacen feliz con su ternura, alegría y travesura. A mi tío **Manuel (+)** quien desde mi infancia me apoyó moralmente. A mi primo **Edwin** quien fue como un hermano. Gracias por haber estado en las buenas y en las malas.*

*A mis amigos y compañeros: **Mauro** quien me brindo su apoyo y amistad incondicional, **Juan Pablo M.** quien con su apoyo moral y espiritual me hizo levantar de mis caídas, **Diego Arias, Juan Chadán, Alex (Maxi), Edwin Peralvo** amigo incondicional del cole y de la milicia, **Reinaldo** amistad que me honra y me bendice.*

*Gracias a todos ellos por pertenecer a mí más íntimo círculo de amigos*

**Fredy Yanchaguano**

## **AGRADECIMIENTO**

*A **Dios** porque a pesar de mis debilidades nunca me ha apartado de su presencia y me ha guiado por el camino del bien haciendo me entender que con El todo es posible. Eternamente agradecido por esta bendición.*

*A mis padres, hermanos y familia en general por apoyarme en todo momento para así alcanzar el éxito tan anhelado.*

*Agradezco a la **Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica** por abrirme las puertas de la institución. Y a cada uno de los docentes quienes impartieron vuestros conocimientos para formarme como ser humano y profesional.*

*Al **Ing. Alex Mayorga** tutor de tesis, por su incomparable ayuda, colaboración y orientación del presente trabajo. Al maestro **Heriberto Valencia** que con sus conocimientos y experiencia en la rama de construcción de maquinarias colaboró e hizo posible el desarrollo del presente proyecto, a mi compañero **Mauro Toalombo** que con sus acertadas sugerencias proporcionó un invaluable aporte y siempre estuvo dispuesto ayudarme.*

*Mi más sincero agradecimiento a quienes de una u otra forma supieron brindarme ayuda para salir de algún problema y a los que no lo hicieron, porque me hicieron madurar.*

**Fredy Yanchaguano**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A.- PAGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DE LA TESIS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
SIMBOLOGÍA.....	XVII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIX

### B.- TEXTO INTRODUCCIÓN

#### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	2
1.2.3 PROGNOSIS.....	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	3
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1 DE CONTENIDO.....	4
1.4.2 ESPACIAL.....	4
1.4.3 TEMPORAL.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	4

1.6 OBJETIVOS.....	6
1.6.1 OBJETIVO GENERAL .....	6
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	8
2.3.1 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	8
2.3.2 TIPOS DE MADERAS SEGÚN SU ORIGEN .....	8
2.3.3 REQUERIMIENTOS PARA EL CORTE DE UN TABLERO.....	12
2.3.4 MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROCESO DE CORTE.....	16
2.3.5 VENTILADOR .....	22
2.3.6 El ruido .....	23
2.3.7 DETALLAMIENTO DEL MUEBLE A CONSTRUIR .....	26
2.3.8 FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y ESCALAS DE PRODUCCIÓN .....	29
2.3.9 DISEÑO DE ELEMENTOS PARA EL CORTE VERTICAL Y HORIZONTAL .....	30
2.4 HIPÓTESIS .....	31
2.5 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES .....	44
2.5.1 Variable independiente:.....	44
2.5.2 Término de relación.....	44
2.5.3 Variable dependiente:.....	44

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1 ENFOQUE.....	45
3.2 MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	45

3.2.1 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN .....	45
3.2.1.1 BIBLIOGRÁFICA .....	45
3.2.1.2 CAMPO.....	46
3.2.1.3 EXPERIMENTAL .....	46
3.2.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.2.2.1 EXPLICATIVO.....	46
3.2.2.2 ASOCIACIÓN DE VARIABLES.....	46
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	47
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	47
3.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	47
3.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE .....	49
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	50
3.5.1 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	50
3.5.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	50
3.5.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	50

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	52
4.1.1 Análisis del tiempo empleado en el corte de las piezas para el armado de un mueble de cocina. ....	54
4.1.2 Análisis del tiempo empleado en el corte de las piezas para el armado de un escritorio para TV.....	58
4.1.3 Análisis del tiempo empleado en el corte de las piezas para el armado de un ropero.....	61
4.1.4 Análisis del tiempo empleado en el corte de las piezas para el armado de una biblioteca. ....	64
4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	66
4.2.1 Interpretación del corte de las piezas para el armado de un mueble de cocina.....	67
4.2.2 Interpretación del corte de las piezas para el armado de un escritorio para TV.....	69



4.2.3 Interpretación del corte de las piezas para el armado de un ropero.....	71
4.2.4 Interpretación del corte de las piezas para el armado de una biblioteca. ....	74
4.2.5 Análisis de los tiempos improductivos estimados con relación a los improductivos actuales. ....	77
4.2.6 Resultado a obtener con la máquina.....	82
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	83

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES.....	84
5.2 RECOMENDACIONES.....	85

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1 DATOS INFORMATIVOS .....	86
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	87
6.3 JUSTIFICACIÓN .....	88
6.4 OBJETIVOS.....	89
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	89
6.5.1 Técnico .....	89
6.5.2 Económico.....	89
6.6 FUNDAMENTACIÓN.....	90
6.6.1 Diseño de la sierra vertical de corte vertical y horizontal. ....	90
6.7 METODOLOGÍA.....	154
6.7.1 Construcción.....	154
6.7.1.1 Bastidor .....	155
6.7.1.2 Esterilla de soporte .....	156
6.7.1.3 Guía vertical .....	156
6.7.1.4 Guía del mecanismo de corte .....	157

6.7.1.5 Base del motor.....	158
6.7.1.6 Protector .....	159
6.7.1.7 Palanca.....	159
6.7.1.8 Elementos de traba .....	160
6.7.1.9 Elementos del contrapeso .....	160
6.7.2 Instrumentos y equipos utilizados .....	161
6.8 ADMINISTRACIÓN .....	162
6.8.1 Análisis de costos .....	162
6.8.2 FINANCIAMIENTO .....	164
6.8.2.1 Valor de salvamento de la máquina. ....	164
6.8.2.2 Depreciación de la máquina: .....	165
6.8.2.3 Recuperación de la inversión .....	165
6.8.2.4 Análisis de costos con la sierra de banco .....	165
6.8.2.5 Análisis de costos con la máquina a implementar.....	166
6.8.2.6 Cálculo del TMAR .....	167
6.8.2.7 Análisis DE VAN y TIR .....	167
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	169
6.9.1 Pruebas .....	169
6.9.2 Resultados .....	170
6.9.3 Recomendaciones para la operación de la máquina .....	171
6.9.4 Mantenimiento.....	172
6.9.5 Conclusiones .....	173
6.9.6 Recomendaciones .....	173

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

Tabla 2.1 Características físico – mecánicas del MDF .....	11
Tabla 2.2 Seleccionadoras vertical manual .....	21
Tabla 2.3 Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente .....	24
Tabla 2.4 Valores de reducción de ruido .....	24
Tabla 2.5 Piezas requeridas.....	27
Tabla 2.6 Escala posibles de producción que se pueden lograr .....	29
Tabla 3.1 Operacionalización de la Variable Independiente .....	47
Tabla 3.2 Operacionalización de la Variable Dependiente.....	49
Tabla 4.1 Resultado de corte de las piezas para el armado del Mueble de cocina.....	56
Tabla 4.2 Hoja de estudios de tiempos (segundos) para el armado del Mueble de cocina .....	57
Tabla 4.3 Resultado de corte de las piezas para el armado del escritorio para (TV)..	59
Tabla 4.4 Hoja de estudios de tiempos para el armado del escritorio para (TV).....	60
Tabla 4.5 Resultado de corte de las piezas para el armado de un ropero.....	62
Tabla 4.6 Hoja de estudios de tiempos para el armado de un ropero.....	63
Tabla 4.7 Resultado de corte de las piezas para el armado de una biblioteca.....	65
Tabla 4.8 Hoja de estudios de tiempos para el armado de una biblioteca. ....	66
Tabla 4.9 Proceso para la elaboración del mueble de cocina.....	68
Tabla 4.10 Proceso de elaboración del escritorio para TV. ....	70
Tabla 4.11 Proceso para la elaboración de un ropero. ....	73
Tabla 4.12 Proceso de corte para la elaboración de un mueble biblioteca .....	74
Tabla 4.13 Tiempo empleado en cada proceso por tipo de producto.....	76
Tabla 4.14 velocidad de avance de corte promedio para los muebles analizados .....	76

Tabla 4.15 Comparación de beneficios entre la sierra de banco y la sierra de la propuesta. ....	81
Tabla 6.1 Datos generales de la propuesta: .....	86
Tabla 6.2 Tipo de material a seleccionar para el ducto.....	128
Tabla 6.3 Dimensionamiento del resorte. ....	133
Tabla 6.4 Costos de materiales utilizados en la construcción de la Sierra Vertical..	162
Tabla 6.5 Costos de mano de obra .....	164
Tabla 6.6 Costo total .....	164
Tabla 6.7 Costo de los procesos de trazado y corte .....	166
Tabla 6.8 Tiempos de corte del tablero utilizando la sierra de corte vertical y horizontal.....	170

## FIGURAS

Figura. 2.1. Red de Categorías fundamentales.....	8
Figura. 2.2 Tipos de aglomerado.....	9
Figura. 2.3 Sierras para cortes de maderas compensadas (Plywood) .....	13
Figura. 2.4 Dientes rectos.....	15
Figura. 2.5 Dientes con afilado y frente alterno (BD).....	15
Figura. 2.6 Dientes afilados hacia la derecha (CA) .....	16
Figura. 2.7 Diente recto alterno he invertido V (EAX).....	16
Figura. 2.8 Sierra circular de mesa.....	17
Figura. 2.9 Sierra de cinta o sin fin. ....	18
Figura. 2.10 Sierra radial.....	18
Figura. 2.11 Sierra radial.....	19
Figura. 2.12 Bosquejo de frente de la Sierra vertical. ....	21
Figura. 2.13 Ventiladores con alabes hacia adelante radial y hacia atrás. ....	22
Figura. 2.14 Ventilador Transversal.....	23
Figura. 2.15 Tapones auditivos .....	25
Figura. 2.16 Protector tipo tapa oídos .....	25
Figura. 2.17 Escritorio para PC.....	26
Figura. 2.18 Detalle del escritorio.....	26
Figura. 2.19 Sierra de banco .....	27
Figura. 2.20 Alineación de la guía .....	28
Figura. 2.21 Corte del tablero (triple) .....	28
Figura 4.1 Flujo de los procesos para la fabricación de los muebles. ....	54
Figura 4.2 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de un mueble de cocina.....	55
Figura 4.3 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de un escritorio para TV. ....	58
Figura 4.4 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de un ropero. ....	61
Figura 4.5 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de un ropero. (Continuación) .....	61

Figura 4.6 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de una biblioteca. ....	64
Figura 4.7 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de una biblioteca. (Continuación) .....	64
Figura 4.8 Resumen del tiempo de corte (Mueble de cocina).....	67
Figura 4.9 Proceso para la elaboración del mueble de cocina. ....	68
Figura 4.10 Resumen del tiempo de construcción (Escritorio para TV).....	69
Figura 4.11 Proceso de corte para la elaboración del escritorio para TV. ....	71
Figura 4.12 Resumen del tiempo del proceso de corte (Ropero). ....	72
Figura 4.13 Proceso de corte para la elaboración de un ropero. ....	73
Figura 4.14 Resumen del tiempo de construcción (biblioteca).....	74
Figura 4.15 Proceso de elaboración del mueble biblioteca.....	75
Figura 4.16 Comparación del tiempo de corte improductivo (mueble de cocina).....	77
Figura 4.17 Comparación del tiempo de improductivo (escritorio para TV). ....	78
Figura 4.18 Comparación del tiempo improductivo (ropero). ....	79
Figura 4.19 Comparación del tiempo de construcción (mueble biblioteca). ....	80
Figura 6.1 Sierra de corte vertical y horizontal.....	87
Figura 6.2 Esquema de corte del tablero. ....	90
Figura 6.3 Esquema del ángulo $\beta$ .....	92
Figura 6.4 Esquema del ángulo $\gamma$ .....	92
Figura 6.5 Esquema de fuerzas actuantes por el disco sobre el tablero. ....	94
Figura 6.6 Esquema de la fuerza actuante sobre el eje. ....	97
Figura 6.7 Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores. ....	98
Figura 6.8 Esquema de fuerzas actuantes en el eje. ....	100
Figura 6.9 Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores. ....	100
Figura 6.10 Diagrama de cuerpo libre.....	102
Figura 6.11 Esquema de fuerzas actuantes. ....	103
Figura 6.12 Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores. ....	103
Figura 6.13 Esquema de fuerzas actuantes sobre la placa. ....	105
Figura 6.14 Esquema de fuerzas actuantes en el eje. ....	106
Figura 6.15 Diagrama de cuerpo libre.....	106
Figura 6.16 Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores. ....	107

Figura 6.17 Esquema de las tensiones actuantes en la banda. ....	109
Figura 6.18 Diagrama de fuerzas del eje.....	113
Figura 6.19 Diagrama de fuerzas del eje en el plano XY. ....	113
Figura 6.20 Diagrama de fuerzas del eje en el plano XZ.....	114
Figura 6.21 Diagrama de fuerzas del eje en el plano XZ.....	118
Figura 6.22 Diagrama para determinar $v_1$ . ....	122
Figura 6.23 Diagrama para determinar $v$ . ....	123
Figura 6.24 Factor kappa – cálculo de vida nominal ajustado.....	123
Figura 6.25 Chavetas rectangulares o paralelepípedos. ....	124
Figura 6.26 Ubicación de los pernos sobre la placa.....	130
Figura 6.27 Geometría del resorte helicoidal de compresión. ....	133
Figura 6.28 Diagrama de fuerzas del mecanismo. ....	136
Figura 6.29 Esquema de fuerzas actuantes sobre la viga.....	138
Figura 6.30 Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores .....	139
Figura 6.31 Diagrama de fuerzas actuantes sobre la viga.....	140
Figura 6.32 Diagrama para determinar $v_1$ . ....	143
Figura 6.33 Diagrama para determinar $v$ . ....	144
Figura 6.34 Factor kappa – cálculo de vida nominal ajustado.....	145
Figura 6.35 Esquema de fuerzas actuantes. ....	147
Figura 6.36 Diagrama de fuerzas actuantes. ....	148
Figura 6.37 Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores .....	148
Figura 6.38 Esquema de fuerzas actuantes sobre el soporte. ....	151
Figura 6.39 Diagrama de corte y momento.....	153
Figura 6.40 Bastidor.....	156
Figura 6.41 Esterilla de soporte .....	156
Figura. 6.42 Guía vertical .....	157
Figura. 6.43 Guía del mecanismo de corte.....	157
Figura. 6.44 Base del motor .....	158
Figura. 6.45 Base del eje principal.....	158
Figura. 6.46 Protector.....	159
Figura. 6.47 Palanca.....	159
Figura. 6.48 Elementos de traba.....	160

Figura. 6.49 Elementos del contrapeso .....	160
Figura. 6.50 Protector del contrapeso .....	161
Figura. 6.51 Representación de las piezas a cortar .....	169
Figura. 6.52 Tiempo improductivo estimado VS Tiempo improductivo actual .....	171

## **C.- MATERIALES DE REFERENCIA**

<b>1.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>174</b>
<b>2.- ANEXOS.....</b>	<b>176</b>



## SIMBOLOGÍA

$A_{ec}$ : Área del espesor de corte (m).

$A_{Total}$ : Área total de corte ( $m^2$ ).

$Co$ : Capacidad de carga estática (N).

$c$ : Índice de resorte (sin dimensión)

$d$ : Diámetro interior del tubo (m).

$D$ : Diámetro exterior del tubo (m).

$e_{cv}$ : Espesor de corte de la viruta (m).

$ez$ : Espesor del diente (m).

$f$ : Factor de fricción (sin dimensiones).

$F_{Corte}$ : Fuerza de corte (N)

$G$ : Módulo de elasticidad (GPa)

$g$ : Aceleración de la gravedad ( $9,81m/s^2$ )

$h_L$ : Pérdida de energía por fricción (m).

$k$ : Módulo del resorte ( $N/m$ )

$l$ : Altura máxima que sobresale la sierra sobre el tablero (m).

$L_c$ : Longitud de corte (m).

$M_{max}$ : Momento máximo (Nm)

$n$ : Número de revoluciones (rpm).

$Po$ : Carga estática equivalente (N).

$P_{cr}$ : Carga crítica (N).

$Q$ : Tensión del cable (Kg)

$S$ : Velocidad de avance del material (m/s).

$S_y$ : Resistencia a la fluencia (MPa)

$T$ : Torque (Nm)

$v_A$ : Velocidad a la entrada ( $m/s$ )

$v_B$ : Velocidad a la salida ( $m/s$ )

$W$ : Peso actuante (N)

$y$ : Longitud a comprimir (m)

$Y_{max}$ : Deflexión máxima (mm)

$z$ : Número de dientes.

## **GRIEGA**

$\sigma_a$ : Esfuerzo flexionante (Pa)

$\gamma$ : Viscosidad cinemática ( $N/m^3$ )

$\tau_m$ : Esfuerzo cortante (Pa)

$\alpha$ : Angulo de contacto.

$\mu$ : Coeficiente de rozamiento.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto de investigación se refiere al estudio de los procesos de corte en tableros de madera, éste tiene como finalidad reducir los tiempos de trazado y corte denominados como tiempos improductivos (T.I.), además se busca facilitar la ejecución de dicho proceso en forma más óptima en comparación al realizado con la sierra de banco, solucionando también los inconvenientes presentados en las pequeñas industrias al no poseer maquinaria adecuada para este proceso debido a su alto costo.

Para llevar a cabo su ejecución, como primer paso se tiene la medición de los tiempos de cada proceso en la elaboración de diferentes tipos de muebles poniéndole más énfasis al proceso de corte. A continuación se procede a realizar el análisis de los tiempos obtenidos, con lo que se determina que la operación de trazado conlleva un tiempo considerable, debido a la difícil manipulación del tablero. Finalmente se realiza una comparación entre la sierra de banco y la estimación de la sierra de corte en dos direcciones.

El desarrollo de la investigación nos proporciona un enfoque más directo sobre las medidas correctivas que se debe tomar ante las deficiencias que presenta la sierra de banco además de las mejoras que se le puede dar al producto obtenido después de haber realizado mencionado proceso.

La propuesta del presente tema de tesis versa sobre el diseño de una máquina de corte en sentido vertical y horizontal. La misma que consta de elementos principales como son el bastidor y la guía vertical donde va alojado la guía intermedia que tiene la libertad de girar a 90° (mecanismo de corte). La guía por ser móvil facilita a que el operario realice el proceso de corte de un tablero de una manera más sencilla, proporcionando comodidad para poder trabajar con piezas de grandes dimensiones y en cuanto a la ubicación de la medida a cortar la máquina consta de regletas milimétricas con un tope de graduación de rápido accionamiento.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA**

**ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CORTE EN TABLEROS DE MADERA PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MUEBLES MODULARES Y SISTEMAS DE LA CIUDAD DE AMBATO.**

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

Actualmente en nuestro país el desarrollo tecnológico dentro de la línea de producción de maquinarias para la industria maderera ha sido deficiente, por lo que parte de las maquinarias que se utilizan en las áreas de trabajo han sido importadas.

A nivel de la capital del país uno de los principales importadores y productores de maquinaria son las Empresas, Metalúrgica Ecuatoriana Cía. Ltda., y Metallo, que están ubicados en la ciudad de Quito de la provincia de Pichincha, las mismas son las que distribuyen a las diferentes ciudades como también al centro del país, debido a que en esta zona la industria de tableros contrachapados ha alcanzado un nivel tecnológico alto como es en la empresa ACOSA (Aglomerados Cotopaxi S.A), localizada en Lasso (Cotopaxi), que se abastece principalmente de plantaciones de su propiedad y de terceros.

El rendimiento a partir de la materia prima es de aproximadamente el 60 %. En la actualidad se opera a un 75 % de su capacidad instalada.<sup>1</sup>

En el centro del país las empresas que se dedican a importar y producir maquinarias madereras es la empresa Multimportaciones que está ubicada en Latacunga en la Provincia de Cotopaxi, y la empresa Maquinaria Castro que está ubicada en Izamba en la Provincia de Tungurahua.

Maquinaria Castro es una de las empresas productoras de maquinaria maderera, que mayor demanda ha tenido. Produce máquinas según su capacidad tecnológica tales como, sierras de banco y entre otras. En esta empresa por el momento no se ha realizado ninguna construcción de un prototipo de sierra circular de corte vertical y horizontal, por tal motivo estas máquinas han tenido que ser importadas para satisfacer las necesidades de sus clientes.

### **1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO**

El desarrollo tecnológico dentro de las áreas industriales madereras como en el extranjero y en el país ha crecido notablemente, para esto los países desarrollados han creado mecanismos y procesos de corte tecnificados, donde los costos para la elaboración de los elementos que constituyen la máquina han sido elevados.

Debido a que en el país existen insuficientes productores que fabriquen este tipo de máquinas, ha provocado que las empresas importen maquinarias de otro país por lo cual estas máquinas solo han podido adquirir las empresas de alto nivel económico. Mientras que la pequeña y mediana industria se ha visto obligado a seguir utilizando las herramientas y máquinas comunes tales como: la sierra de disco de banco, donde durante su utilización han tenido que afrontar varios problemas como, la calidad de acabado de corte, el largo tiempo de proceso de corte, la manipulación inadecuada del material debido al diseño robusto y que en sí el diseño de la mesa de la máquina no es adecuada para manipular sobre ella tableros de gran medida.

---

<sup>1</sup> <http://www.ibcperu.org/doc/isis/7454.pdf>

El proceso de corte mecánico en las direcciones vertical y horizontal aplicado a tableros de madera está fundamentado en la necesidad de obtener un producto con corte de calidad, un modelo que cumpla con la necesidad del operador, brindando de esta manera una mejor manipulación del material.

### **1.2.3 PROGNOSIS**

Si se prosigue realizando los cortes de los tableros de madera utilizando las herramientas y máquinas comunes, se seguirá ocasionando el riesgo a ser expuestos a accidentes ya sea leves y hasta graves debido a la manipulación directa del operador con la máquina, y se continuará generando una calidad de producto inaceptable.

La demanda de los tableros de madera y en si el corte de los mismos está creciendo notablemente dentro del mercado maderero y al no implementar el proceso de corte mecánico en sentido vertical y horizontal en la empresa los ingresos tenderán a disminuir debido a la demora en el corte del producto, y a la mala calidad de corte, creando de esta manera una inestabilidad económica en el propietario y hasta generando desempleos.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La pregunta a guiar el tema es:

¿Cómo se podrá optimizar los tiempos de producción mediante el estudio de los procesos de corte en la Empresa “Muebles Modulares y Sistemas”?

### **1.3.1 PREGUNTAS DIRECTRICES**

¿Existe algún estudio realizado sobre los procesos de corte de madera en la empresa?

¿Qué parámetros es necesario analizar en un proceso de corte?

¿Qué criterios será necesario evaluar para el diseño de una cortadora de tableros?

¿Con el desarrollo de la investigación se podrá evaluar el tiempo de corte?

## **1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 DE CONTENIDO**

El estudio planteado tendrá una demarcación comprendida en las materias de, técnicas investigación, diseño mecánico y sistemas mecánicos.

### **1.4.2 ESPACIAL**

El presente trabajo de investigación se realizará en la Empresa Muebles Modulares y Sistemas de la ciudad de Ambato de la Provincia de Tungurahua.

Debido a la investigación bibliográfica también se realizará en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica ubicada en el sector de Huachi Chico de la ciudad de Ambato.

### **1.4.3 TEMPORAL**

El presente estudio se realizará en el periodo comprendido entre los meses, de Marzo del 2011 hasta Junio del 2012.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

En la Empresa Muebles Modulares y Sistemas, en la actualidad se están realizando los cortes de los tableros de madera con la sierra de banco, de esta manera dando como resultado un beneficio no muy favorable debido a la demora de corte. Las dimensiones de un tablero que comercialmente se adquiere son de 1,22m de ancho y de 2,15m de largo, por lo que la sierra de banco no tiene un área de trabajo apto para estos tableros impidiendo de esta manera la facilidad de manipulación de la misma.

Las sierras de banco que se vienen utilizando en la empresa carecen de un sistema de aspiración de polvo (aserrín) producido durante el corte, mencionado residuo si no se le trata adecuadamente podría afectar de una manera perjudicial en la salud del operario.

El implemento de un aspirador de polvo, reducirá la expansión del polvo, evitando de esta manera una contaminación ambiental dentro del taller y de esta manera se podrá reciclar y dar cabida al mencionado producto posiblemente a ser recolectado para un nuevo proceso. Razón por la cual se ha visto en la necesidad de implementar un proceso de corte mecánico en sentido vertical y horizontal dando así al operador facilidad en manejar la máquina, y comodidad en manipular el tablero.

El desarrollo de este proyecto permitirá adquirir a la empresa un proceso de corte acorde a las demandas del mercado actual, puesto que su costo es accesible con respecto a las máquinas importadas. Mencionada máquina consiste en realizar los cortes en sentido vertical y horizontalmente, debido a que el mecanismo de corte es giratorio y el operario podrá realizar las mediciones en la misma mesa mediante una regleta evitando así la tediosa maniobra del trazado y también del giro del tablero.

Con el estudio realizado se podrá implementar una máquina de mayor demanda en la línea de producción del proceso de corte. Uno de los detalles que se le añade es que mencionada máquina es factible construir dentro de la provincia, ya que los materiales e implementos a utilizar son comerciales y no hay problemas en adquirirlos.

Generalmente el propósito de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica ha sido aportar a la colectividad con ideas innovadoras, y mencionado propósito se lograría realizando investigaciones y de esta manera implementando máquinas a las industrias que van creciendo día tras día.



## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar un proceso de corte en tableros de madera adecuado y aplicable para mejorar los tiempos de producción en la empresa Muebles Modulares y Sistemas.

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar sobre los procesos de corte en tableros de madera existentes en la empresa.
- Analizar los parámetros necesarios en el proceso de corte mecánico.
- Evaluar criterios para el diseño de una cortadora de tableros.
- Evaluar los resultados obtenidos en tiempo de corte.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

La Empresa Maquinaria Castro del propietario Julio César Castro Pazmiño, ubicada al frente del retén policial en el sector del Parque Industrial del Cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua, inició una investigación por alrededor de Noviembre del 2010 sobre las sierras de corte en sentido vertical y horizontal conocido comúnmente como escuadradora vertical.

En la mencionada investigación se analizan la factibilidad de construcción del diseño y parámetros relacionados al mecanismo. El proyecto de investigación se inició debido a la demanda de pedidos que tenía de las ciudades de Manta, Guayaquil, Puyo y Latacunga.

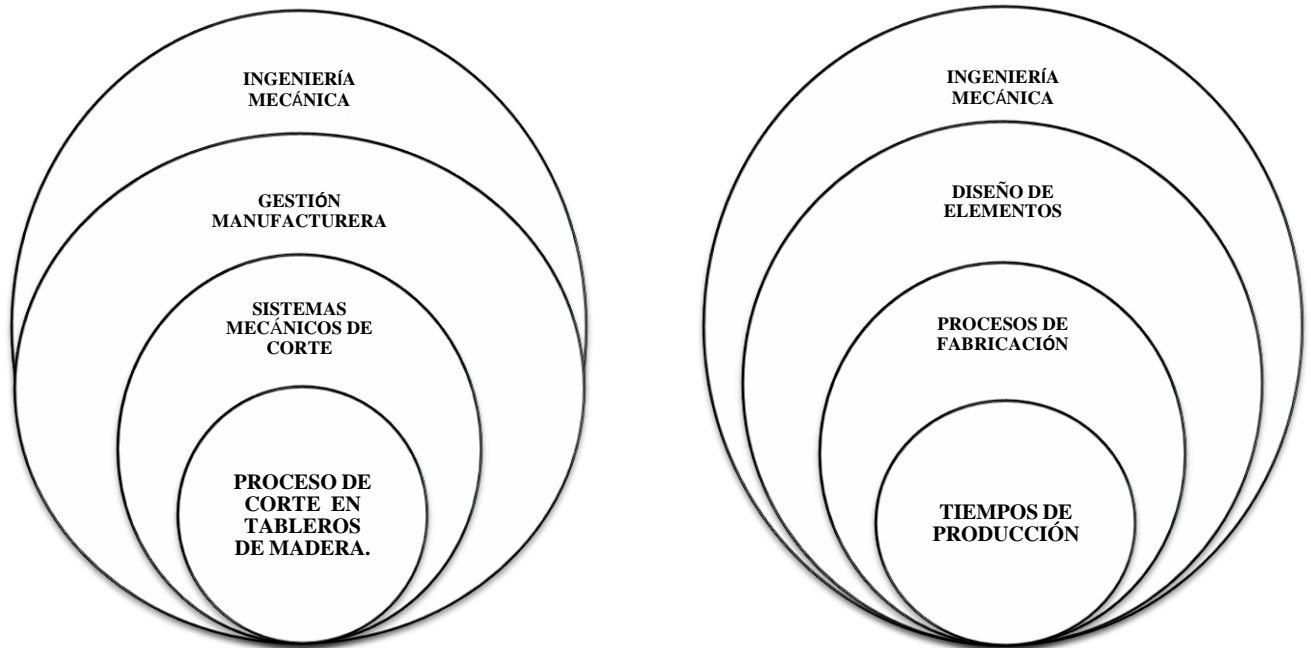
En la actualidad menciona investigación se está llevando a cabo de una manera pasiva, debido a que inicialmente se investigarán los costos que tienen estas máquinas en el exterior y el costo que tendrá al importar hasta el lugar de los pedidos. Donde el propietario comenta que su empresa es la mayor productora de maquinaria y son los primeros en estar llevando a cabo mencionada investigación.

#### **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

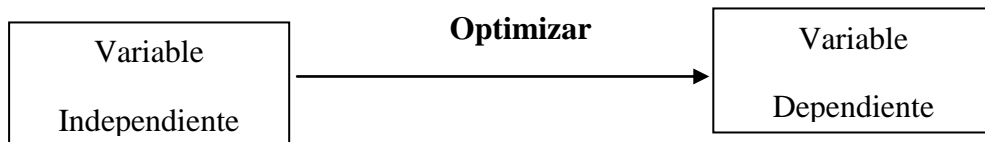
El presente tema de investigación se desarrolla para conocer el estado actual de la Empresa de cómo se está avanzando tecnológicamente con las maquinarias y mediante los resultados mejorar el proceso actual con mecanismos adecuados. Con el desarrollo del presente tema y mediante el proceso seleccionado se podrá mejorar el proceso de corte.

## 2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.3.1 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



*Figura. 2.1. Red de Categorías fundamentales*



### 2.3.2 TIPOS DE MADERAS SEGÚN SU ORIGEN

Las maderas tropicales, que son exóticas y provienen de zonas tropicales de América, África, Asia, ofrecen colores diferentes y se encuentran en auge. Su gran resistencia, las hace codiciadas para ciertos usos, como la teca, que es ideal para mobiliario de jardín.

Los derivados de la madera, son una opción económica y resistente para elaborar muebles u otros objetos. Son obtenidos a partir de virutas, serrín, cortezas, ramas,

en general tienen forma de paneles, las variedades más comunes son los aglomerados, contrachapados y los de fibra<sup>2</sup>.

### **Aglomerado<sup>3</sup>**

Es un tablero compuesto en su totalidad de partículas de madera (virutas, aserrín, ramas), aglutinadas con resinas de úrea formaldehído y prensado en caliente. Las partículas de madera están dispuestas en forma simétrica en el tablero, finas en sus capas exteriores, medios y gruesos en su parte central, lo que le confiere gran resistencia mecánica y uniformidad. Es un sistema que aprovecha los residuos de carpintería, es barato y fácil de trabajar, de textura irregular y porosa. Las ventajas más importantes de los tableros aglomerados son: grandes dimensiones, variados espesores, superficies lisas y homogéneas, y las cualidades. Son utilizados como revestimiento de muros y pisos de zonas no expuestas a la humedad.



**Figura. 2.2 Tipos de aglomerados**

**Fuente:** [<http://www.artesaniasymanualidades.com/madera/tipos-de-madera.php>]

#### **a) Melamina**

Es un tablero aglomerado de partículas, recubierto por ambas caras con folio decorativo en una amplia gama de colores y diseños, impregnado con resinas melamínicas, lo que le otorga una superficie totalmente cerrada, libre de poros, dura y resistente al desgaste superficial. Es un producto que puede ser utilizado en muebles de cocina, hogar, oficina, hospitales e instalaciones comerciales.

<sup>2</sup> <http://pwp.etb.net.co/francisco2520/Escritos/1101%20-%20Arte%20Magico.pdf>

<sup>3</sup> <http://www.artesaniasymanualidades.com/madera/tipos-de-madera.php>

Por su cerrado superficial es muy fácil de limpiar, impidiendo el desarrollo de microorganismos, por lo que es ideal para ambientes altamente sanitizados, es resistente al calor y al uso de líquidos agresivos utilizados para limpieza doméstica. Dado que las caras del tablero ya vienen terminadas, permite acabados de alta calidad a un mínimo costo, sin requerir trabajo adicional de terminación.

### **b) Contrachapado**

Uno de los inconvenientes principales de la madera es su vulnerabilidad a los cambios atmosféricos y a la humedad, estos efectos pueden disminuirse elaborando tableros conformados por varias chapas de madera, encoladas y prensadas, lo cual les da mayor resistencia. Para su elaboración se emplean el pino, el haya, el álamo. El contrachapado más común, está compuesto de cinco chapas, es empleado en interiores, y puede adaptarse al uso exterior con ciertos procesos.

### **c) Fibras**

Es un tablero que se elabora con fibras de madera que se une con cola y es prensada. Hay dos clases: los paneles HDF (fibras de densidad dura), y los MDF (fibras de mediana densidad), y se diferencian en las fibras con las que se fabrican, más o menos duras y densas. Su resistencia a la humedad es baja.

#### **1) MDF**

MDF (Médium Density Fiberboard), es un tablero de fibras de madera, de densidad media, unidas por adhesivos urea-formaldehído. Las fibras de madera son obtenidas mediante un proceso termo-mecánico y unidas con adhesivo que polimeriza mediante altas presiones y temperaturas. Está compuesto por capas exteriores de densidad superior a  $900 \text{ kg/m}^3$  y una capa interior de menor densidad y máxima uniformidad.

Esto significa que el panel debe de tener una densidad mayor en las superficies lo que le da mayor dureza y menor absorción de tintas y solventes. La parte central

del tablero debe de tener menor densidad y más uniformidad que asegure una óptima funcionalidad. Estos tableros presentan una excelente pintabilidad y moldurabilidad<sup>4</sup>

Mucha gente lo confunde con aglomerados ya que nada tiene que ver el uno con el otro. El MDF es un compuesto de fibra de madera de pino de densidad media y el aglomerado está compuesto de astilla de madera<sup>5</sup>

### Características físico - mecánicas

**Tabla 2.1 Características físico – mecánicas del MDF<sup>6</sup>**

Propiedad	Unidad	Tolerancia	9	12	15	18	25	30
Espesor	mm	+/- 0,2 mm						
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	+/- 20	700	680	650	630	610	600
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	+/- 0,15	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	+/- 5,0	21	21	20	20	18	16
Módulo de Elasticidad	N/mm <sup>2</sup>	Mínimo	2.400	2.300	2.100	2.100	2.000	2.000
Hinchamiento Espesor 24 hr	%	Máximo	25	25	25	25	25	25
Extracción de Tornillo   Cara	N	Mínimo	N/A	N/A	1050	1050	980	980
Extracción de Tornillo   Canto	N	Mínimo	N/A	N/A	880	880	690	690

N/A: No Aplicable

Formatos Comerciales: 1,22 x 2,44 mts; 1,52 x 2,44 y 1,83 x 2,44 mts.

### Triplex<sup>7</sup>

Es un tablero de gran estabilidad, resistencia mecánica, excelente apariencia y pulido, fabricado con un número determinado de capas, cada una de ellas consiste en una serie de hojas finas de chapa de madera, unidas entre sí mediante resinas fenólicas libres de formaldehído.

a) **BC** Tablero con cara de buena calidad, con nudos ocasionales para uso de mueblería y carpintería.

<sup>4</sup> [http://www.placacentro.com/mx/producto\\_mdf](http://www.placacentro.com/mx/producto_mdf)

<sup>5</sup> <http://guia.mercadolibre.com.mx/que-es-mdf-60236-VGP>

<sup>6</sup> <http://www.masisa.com/mex/esp/productos/tableros/mdf/caracteristicas-fisicomecanicas/935/237/>

<sup>7</sup> [http://www.placacentro.com/mx/producto\\_triplex](http://www.placacentro.com/mx/producto_triplex)

b) **CpD** Tablero de buena calidad para uso en pisos, revestimientos, embalajes así como cimbra de concreto en muros, losas, techos y marcos.

### **2.3.3 REQUERIMIENTOS PARA EL CORTE DE UN TABLERO**

Material a cortar, tipo de máquina, método de corte, tipo de alimentación, calidad del corte, velocidad de alimentación, madera sólida, diámetro del disco, material del tablero, dirección del corte.

a) La altura máxima ( $l$ )<sup>8</sup> que debe sobresalir la sierra sobre el tablero debe ser de: de 8 a 10mm para tableros de hasta 12mm y de 10 a 15mm para tableros entre 15 y 30mm. La velocidad recomendada de avance manual es de 12 m/min y para el avance automático es de 18 m/min.

b) Para el corte de los tableros se recomienda utilizar una sierra circular con un motor de 2HP como mínimo y de 3500 a 5000 RPM. Se deben utilizar discos con el mayor número de dientes (aprox.

El diámetro del disco en pulgadas por 6) con insertos de carburo de tungsteno. Los dientes pueden ser del tipo alternado o combinado, siendo estos últimos los más recomendables<sup>9</sup>.

#### **Herramientas de corte**

Existe una gran variedad de herramientas, de corte que si son empleadas adecuadamente pueden ofrecer excelentes resultados.

La densidad del tablero, la cantidad de resina, la(s) especie(s) de la madera utilizadas en su fabricación, el tamaño de las partículas y la abrasividad, varían considerablemente en los diferentes tipos de tableros. Consecuentemente las herramientas a emplearse en cada tipo de tablero son diferentes.

---

<sup>8</sup> <http://madecentro.com/modulos/verSeccion.aspx?id=58>

<sup>9</sup> <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=118&giro=7&ins=817>

## **Sierras circulares (Discos)<sup>10</sup>**

### **Sierra para corte de madera sólida**

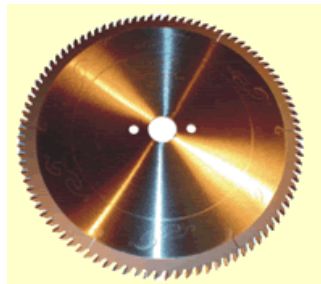
Estas sierras son utilizadas para cortar distintos tipos de maderas, tanto para cortes longitudinales o transversales. Utilizadas principalmente en escuadradoras horizontales, sierras de manos, etc. En todos los casos es posible modificar el diámetro del eje.

### **Sierra con limitador de corte**

Utilizadas principalmente para cortes en maderas blandas, duras o fibrosas (Pino, Álamo, Eucalipto, Etc). En todos los casos es posible modificar el diámetro del eje y/o agregar chaveteros.

### **Sierras para cortes de maderas compensadas (Plywood)**

Utilizadas principalmente para el corte de aglomerados, tableros recubiertos de melamina multilaminados, OSB etc. Son aplicables para el corte de maderas sólidas, cuando se requiere un acabado de la cara (depunte, ingletado, etc.). En todos los casos es posible modificar el diámetro del eje.



*Figura. 2.3 Sierras para cortes de maderas compensadas (Plywood)*

*Fuente:* [<http://www.herramientasfresur.com.ar/sierras.htm>]

### **Sierras para seccionadoras**

Empleadas en máquinas seccionadoras industriales (Escuadradora Vertical). Permiten cortar de a una o varias placas a la vez. Utilizadas para el corte de

---

<sup>10</sup> <http://www.herramientasfresur.com.ar/sierras.htm>



aglomerados, tableros recubiertos de melamina multilaminados, OSB etc. Por su robustez se logran altas velocidades de avances y baja vibración en el corte obteniendo así una excelente terminación. En todos los casos es posible modificar el diámetro del eje.

### **Discos de sierra circular multimateriales**

Empleados para cortes limpios. La secuencia alternada de los dientes planos y trapezoidales de carburo de tungsteno posibilita un corte potente, garantizando bordes limpios. Realiza cortes de calidad, rápidos y precisos para cualquier aplicación estándar al trabajar con madera blanda y dura<sup>11</sup>. Para cortes transversales se utilizan discos de diámetro y número de dientes intermedios, más de 40 dientes, con los que se obtiene un mejor acabado en el corte. Por su parte, en el caso de los tableros aglomerados y MDF, se utilizan discos con gran número de dientes, los cuales generan menos despieces o astillados.

Algunos fabricantes aconsejan elegir el diámetro más pequeño posible para garantizar mejor estabilidad de la herramienta y menor trazo de la sierra. Igualmente, hay que estar muy atento a la velocidad máxima de rotación (rpm) indicada en el disco y el diámetro de los platos portasierras, para garantizar que la herramienta trabaje en condiciones correctas. Siempre que se mecaniza madera se exige, muy a menudo, una velocidad de avance elevada y constante, sin cambios ni interrupciones. Sin embargo, en alimentación automática no conviene incrementar exageradamente la velocidad pues proporcionalmente aumenta la presión total del corte.

Tampoco es aconsejable aserrar a una alta velocidad de avance con un disco de pocos dientes, puesto que esto constituye una presión elevada sobre cada diente y puede deteriorar la vida útil de la herramienta y/o provocar vibraciones en el disco que también generan superficies defectuosas<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> <http://www.bosch.com.mx/content/language1/downloads/Catalogo2010.pdf>

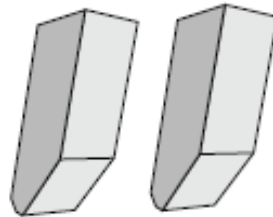
<sup>12</sup> [http://www.revista-mm.com/ediciones/rev71/insumos\\_sierras.pdf](http://www.revista-mm.com/ediciones/rev71/insumos_sierras.pdf)

### **Tipo de punta<sup>13</sup>**

#### **Dientes rectos (AA).**

Son utilizados para aserrado de madera incluyendo reaserrado múltiple. Puede utilizarse con alimentaciones de alta velocidad donde se requiere una superficie terminación normal.

Especialmente apropiados para reaserrado múltiple y recorte.



**Figura. 2.4 Dientes rectos**

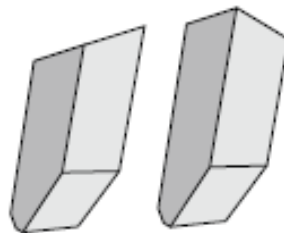
**Fuente:** [[www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf](http://www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf)]

#### **Dientes alternativamente afilados oblicuamente (BA).**

Utilizados para aserrado y trozado de madera, tableros y plástico.

#### **Dientes con afilado y frente alterno (BD).**

Utilizados especialmente para tablero contraenchapado.



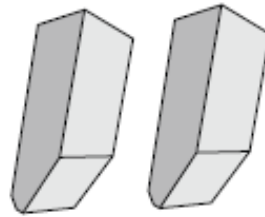
**Figura. 2.5 Dientes con afilado y frente alterno (BD)**

**Fuente:** [[www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf](http://www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf)]

---

<sup>13</sup> [www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf](http://www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf)

**Dientes afilados hacia la derecha (CA).**

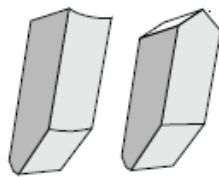


**Figura. 2.6 Dientes afilados hacia la derecha (CA)**

**Fuente:** [[www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf](http://www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf)]

**Dientes (EA).** Utilizados para cortar madera prensada laminada y no laminada, tablero de fibra y Tableros de Densidad Media (MDF). También son aptos para plásticos y laminados.

**Diente recto alterno he invertido V (EAX).** Utilizados para corte de tableros laminados.



**Figura. 2.7 Diente recto alterno he invertido V (EAX)**

**Fuente:** [[www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf](http://www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf)]

### **2.3.4 MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROCESO DE CORTE**

#### **Sierra circular de banco<sup>14</sup>**

Los tableros de cortar para diversos proyectos de construcción es una tarea peligrosa y de tiempo. Por lo tanto, muchos avances en la tecnología de aserrado han venido a asegurar cortes precisos y condiciones de trabajo seguras. El banco de sierra tiene una sierra circular con un motor montado debajo de una mesa de trabajo sólido, la hoja de la sierra sobresale a través de una abertura en la mesa, que permite al usuario realizar cortes en una variedad de profundidades y ángulos.

---

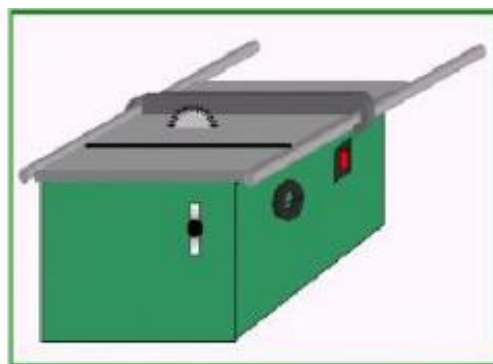
<sup>14</sup> <http://www.lular.info/a/industria/2010/10/Que-es-una-sierra-de-banco.html>

Un banco de sierra a menudo es utilizado para dividir piezas de madera largas, pero puede ser usado para piezas más cortas también. La hoja de la sierra es móvil, lo que permite al usuario ajustar el ángulo en que la cuchilla entra en contacto con la madera. La hoja se puede mover arriba y abajo, lo que permite al usuario cortar madera a diferentes profundidades de acuerdo a sus necesidades. La valla de Rip es un guía paralela a la hoja de la sierra que permite al usuario ajustar la anchura del corte.

Otra guía, está diseñado para colocarse en la parte superior de la junta para evitar que se corte la hoja de recoger el tablero de la mesa. La mayoría de estas guías serán ajustables para adaptarse a una variedad de ángulos.

Debido al peso y el posicionamiento de la madera que se corte en el banco de sierra, el banco se debe ser extremadamente robusto para evitar cualquier movimiento que pueda llevar al deslizamiento o derrumbe. Las sierras de banco son a menudo muy pesadas para evitar el movimiento y las vibraciones, que pueden afectar la precisión del corte y la estabilidad de la herramienta en general. Al usar esta máquina es necesario tomar las precauciones posibles para evitar accidentes que en casi todos los casos son graves.

En el tablero de 2 caras se deberá usar de preferencia un disco incisor para evitar el despostillamiento inferior, de no ser posible, procurar que la ranura de salida del disco en la máquina sea lo más angosta posible.

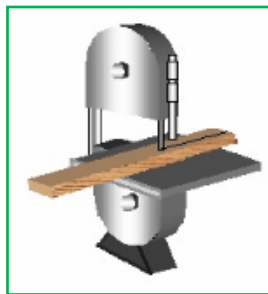


**Figura. 2.8 Sierra circular de mesa.**

**Fuente:** [<http://es.scribd.com/doc/3005599/Manual-de-carpinteria-Por-Francisco-Aiello>]

### **Sierra de cinta o sin fin**

Es una herramienta para realizar cortes en serie. Su uso es particularmente sencillo y seguro, mientras sus funciones de trabajo son innumerables. Con esta se ejecutan cortes curvos con mucha facilidad (cosa imposible en una sierra circular de mesa), cortes en maderos de gran espesor. Es menos peligrosa que la sierra de mesa, aún si la cinta se rompe ya que la parte de esta que permanece descubierta es muy pequeña.

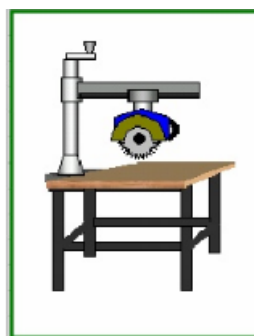


**Figura. 2.9 Sierra de cinta o sin fin.**

**Fuente:** [<http://es.scribd.com/doc/3005599/Manual-de-carpinteria-Por-Francisco-Aiello/>]

### **Sierra radial**

Sierra circular guiada por un largo brazo que tiene una exactitud milimétrica. El brazo es sostenido por una columna a lo largo de la cual puede subir, bajar o rotar hasta 180°. Con esta podemos realizar cortes paralelos, transversales, rectos, oblicuos y además ranuras en la superficie de la madera.



**Figura. 2.10 Sierra radial.**

**Fuente:** [<http://es.scribd.com/doc/3005599/Manual-de-carpinteria-Por-Francisco-Aiello/>]

## Sierra circular de mano<sup>15</sup>

Permite cortar tableros de madera enteros con gran precisión, es el complemento ideal a la sierra de cinta o sin fin. Dotadas de un disco de sierra y una guía lateral. Se puede colocarla en una mesa de trabajo, con lo que se gana en seguridad.

El diámetro del disco es un factor muy importante en la elección de esta máquina, ya que el mismo determinará la profundidad de corte máxima que se pueda realizar. Las sierras circulares más habituales, van desde los 125 mm de diámetro de disco y unos 35 mm de profundidad de corte y hasta los 235 mm de diámetro y hasta unos 90 mm de profundidad de corte. En algunos modelos se puede encontrar medidas superiores.

Cuanto más grande sea el diámetro del disco que admita la máquina, lógicamente, más potente tendrá que ser el motor de la sierra, que estarán comprendidos entre 1.100 W y las 5.000 revoluciones por minuto. Y en ningún caso se deberá suprimir la protección que en ella vienen montada.



*Figura. 2.11 Sierra radial.*

*Fuente:* [<http://www.hierrostorrent.com.ar/Bosch/datosgks235.html>]

## Sierra vertical (Escuadradora vertical)<sup>16</sup>

La escuadradora vertical, es un modelo de máquina que hace que se puedan realizar cortes de precisión en placas de madera, aglomerados, etc. Optimizando espacio físico y esfuerzo del operario. Tiene un sencillo sistema de incisor que

<sup>15</sup> <http://personal.iddeo.es/javiarias/siecirc.htm>

<sup>16</sup> [http://www.metalurgicakolar.com.ar/escuadradora%20vertical/escuadradora\\_vertical.html](http://www.metalurgicakolar.com.ar/escuadradora%20vertical/escuadradora_vertical.html)

garantiza cortes sin astillado quedando listo para el pegado de cantos, su sierra está totalmente protegida con un sistema retráctil que le garantiza al operario seguridad total, ya que no hay contacto directo con el elemento de corte.

Esta versión de escuadradora vertical hace que el rendimiento en tiempos de corte represente un beneficio en la producción para ser competitivos en un mercado que cada vez demanda mayor respuesta en lo que a entregas se refiere. Consta de una regla totalmente milimetrada con un tope de graduación de rápido accionamiento. Gracias a la facilidad de manipuleo y accesorios de la máquina, la escuadradora vertical es la máquina más rápida comparada a otros sistemas de corte.

La guía intermedia volcable, facilita la comodidad de poder trabajar piezas largas a una altura óptima. La seccionadora vertical manual con estructura soldada, caracterizada por su facilidad de uso y alto rendimiento en la producción. La estructura monobloque rígida, estable y el grupo de corte, fuerte y precisa, permiten obtener una elevada producción de alta calidad. Las innovadoras soluciones tecnológicas utilizadas han permitido obtener una seccionadora de bajo costo, con prestaciones insuperables, alta fiabilidad y máxima simplicidad.

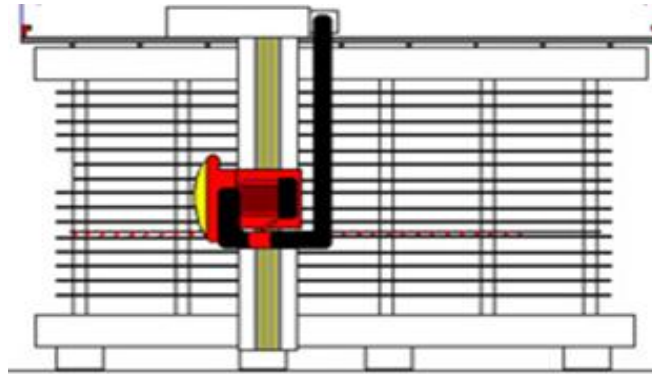
### **Características operacionales destacadas<sup>17</sup>**

- Mayor seguridad para el operario. La sierra siempre se mantiene oculta. Y tiene una gran capacidad de aspiración de polvo.
- Facilita el layout de la fábrica y el flujo de la mercadería en proceso dentro de la planta. Y no es necesario ocupar grandes dimensiones para una simple operación de corte. El operario mantiene las manos alejadas del corte en todo momento.
- Durante corte de piezas largas, las manos del operario están sobre el cabezal, y durante el corte de piezas pequeñas el operario debe mantener firme la pieza con la mano y la otra moviendo el cabezal.

---

<sup>17</sup>[http://www.metalurgicakolar.com.ar/escuadradora%20vertical/porque\\_usted\\_debe\\_elegir\\_un\\_a\\_escuadradora\\_vertical\\_kolar.html](http://www.metalurgicakolar.com.ar/escuadradora%20vertical/porque_usted_debe_elegir_un_a_escuadradora_vertical_kolar.html)

- Chasis poco profundo. El chasis estrecho ocupa poco espacio dentro del taller. Al igual con el bloque motor en la posición más baja, la máquina toma muy poca superficie de terreno



**Figura. 2.12 Bosquejo de frente de la Sierra vertical.**

**Fuente:** [http://www.metalurgicakolar.com.ar/escuadradora%20vertical/escuadradora\_vertical.html]

### Tipos de Escuadradora vertical.

**Tabla 2.2 Seleccionadoras vertical manual**

Seccionadora vertical manual					
Tipo	Vercut 2400	Vercut 4000	Vercut ECO 3000	Vercut SINGULUS ECO	Vercut PERCHERON
Vercut 2400 / Vercut 4000	Vercut 2400	Vercut 4000	Vercut ECO 3000	Vercut SINGULUS ECO	Vercut PERCHERON
Vercut ECO 3000					
Vercut PERCHERON					
Vercut SINGULUS ECO					
<b>Datos técnicos</b>					
Longitud máxima De corte	mm. 2440	mm. 4000	mm. 3000	mm. 3000	
Altura máxima de corte	mm. 1220	mm. 2100	mm.2100	mm.2100	mm 2000
Espesor máximo de corte	mm. 45	mm. 45	mm.45	mm.45	mm 45
Potencia del motor	HP.3	HP.4	HP.3	HP.3	HP .3
Sierra circular	Ø mm. 250	Ø mm. 250	Ø mm. 250	Ø mm. 250	Ø mm. 250
Orificio de la sierra circular	Ø mm. 30	Ø mm. 30	Ø mm. 30	Ø mm. 30	Ø mm. 30
R.P.M del eje de la sierra circular	5400	5400	5400	5400	5400
<b>Dimensiones</b>					
Longitud	mm. 3200	mm. 5000	mm. 3800	mm. 3800	mm. 2000
Altura	mm.2080	mm. 2780	mm. 2780	mm. 2780	mm. 2780
Ancho	mm. 600	mm. 800	mm. 800	mm. 800	mm. 800

**Fuente:** [http://8193.ar.all.biz/cat.php?oid=45495]



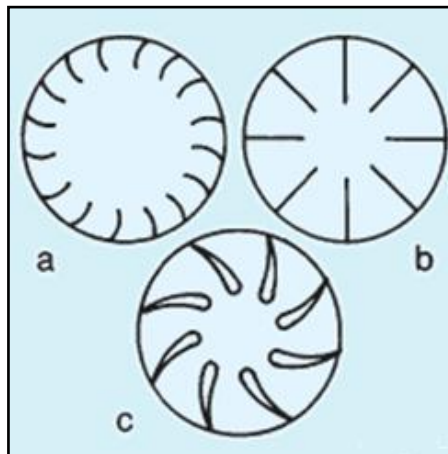
En la tabla 2.2 se puede apreciar los diferentes modelos de las sierras de corte vertical y horizontal. En el anexo A1 se presenta la cotización de precios de cada una de las máquinas presentadas en la tabla 2.2.

### 2.3.5 VENTILADOR<sup>18</sup>

Un ventilador es una máquina rotativa que pone el aire, o gas, en movimiento. Se puede definirlo como una turbomáquina que transmite energía para generar la presión necesaria con la que se mantenga un flujo continuo de aire. Donde el aire circula por un conducto gracias a la diferencia de presión que existe entre sus extremos. Para diferencias de nivel de hasta 100 m, velocidades inferiores a 50 m/s (caso que puede considerarse al aire como incompresible) y régimen estacionario. Considerando el ítem 2.3.5

#### a.- Ventiladores centrífugos

En estos aparatos la trayectoria del aire sigue una dirección axial a la entrada y paralela a un plano radial a la salida. La entrada y la salida están dispuestas en ángulo recto. El rodete de estos aparatos está compuesto de álabes que pueden ser hacia adelante, radiales o hacia atrás, como se puede ver en la siguiente figura respectivamente.



**Figura. 2.13 Ventiladores con álabes hacia adelante radial y hacia atrás.**

**Fuente:** [Salvador Escoda S.A. "Manual Práctico de Ventilación"]

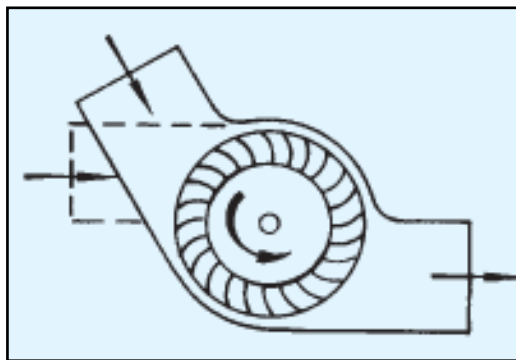
<sup>18</sup> Salvador ESCODA S.A. "Manual Práctico de Ventilación" 2da Edición.

### **b.- Ventiladores Axiales**

La entrada de aire al aparato y su salida siguen una trayectoria según las superficies cilíndricas.

### **c.- Ventiladores Transversales**

La trayectoria del aire en el rodete de estos ventiladores es normal al eje tanto a la entrada como a la salida, cruzando el cuerpo del mismo.



**Figura. 2.14 Ventilador Transversal.**

**Fuente:** [Salvador Escoda S.A. "Manual Práctico de Ventilación"]

### **2.3.6 El ruido<sup>19</sup>**

Desde hace varios años el ruido se ha convertido en una de las principales preocupaciones de nuestra vida diaria, tanto dentro de la vivienda como en la calle, en el lugar de trabajo como en los de esparcimiento.

#### **a.- Efectos perniciosos del ruido.**

Por debajo de los cuarenta dB se considera una zona de bienestar y a partir de los 55 dB las personas empiezan a considerar molesto el ruido. Cuando se sobrepasan los 85 dB se manifiestan los efectos nocivos. Una persona para recuperarse necesita media hora de tranquilidad acústica si ha sido sometida a 100 dB durante

---

<sup>19</sup> Salvador Escoda S.A. "Manual Práctico de Ventilación" 2da Edición.

10 minutos y requeriría 36 horas de reposo auditivo si la exposición ha sido de hora y media.

**Tabla 2.3 Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente**

Máxima duración de exposición diaria	Nivel de presión sonora dB(A)
8 horas	85
4 horas	90
2 horas	95
1 hora	100
1/2 hora	105
¼ hora	110
1/8 hora	115

*Fuente:* [<http://www.utp.edu.co/~hagonza/pdf/legisruido.pdf>]

**b.- Recomendaciones para bajar los niveles de ruido**

Uno de los métodos para reducir el ruido generado por los álabes es<sup>20</sup>:

El aumento del número de álabes tiende a reducir el valor del armónico (tabla 2.3); por ello se logra una disminución en el ruido provocado por el giro del impulsor.

Al agregar otro álabe, todos los armónicos impares del álabe del ventilador serán cancelados; aunque la intensidad de los armónicos semejantes se duplicará. Sin embargo, la capacidad del ventilador también aumentará.

Al duplicar el número de álabes disminuirá el ruido total del giro del impulsor por más de 3 dB.

**Tabla 2.4 Valores de reducción de ruido**

Número de álabes en el impulsor	1	2	4	8	16
Disminución del nivel acústico (dB)	0	3	6	9	12

*Fuente:* [Jose Alfredo Romero Hernandez 912\_2006\_ESIME\_ZAC\_MAESTRIA]

<sup>20</sup> Jose Alfredo Romero Hernandez "912\_2006\_ESIME\_ZAC\_MAESTRIA"

Entre los elementos de protección para reducir el ruido se tiene los siguientes<sup>21</sup>:

Los tapones auditivos de uso intermitente tiene una tasa de reducción de ruido de TRR: 30 dB.



**Figura. 2.15 Tapones auditivos**

**Fuente:** [<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>]

El protector tipo tapa oídos de utilización en ambientes con ruido superior a los 85 dB tiene una tasa de reducción de ruido de TRR: 21 dB.



**Figura. 2.16 Protector tipo tapa oídos**

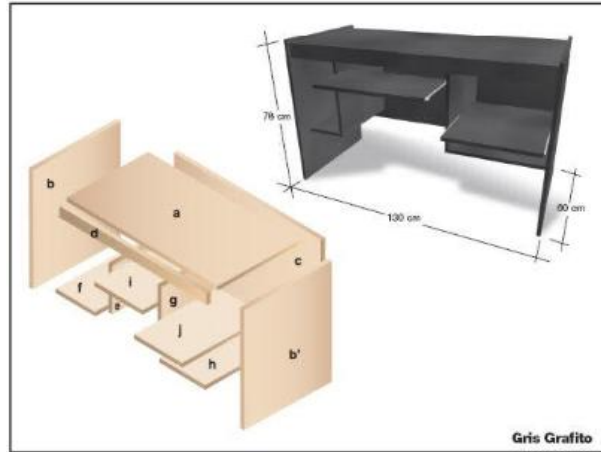
**Fuente:** [<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>]

---

<sup>21</sup><http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>

### 2.3.7 DETALLAMIENTO DEL MUEBLE A CONSTRUIR

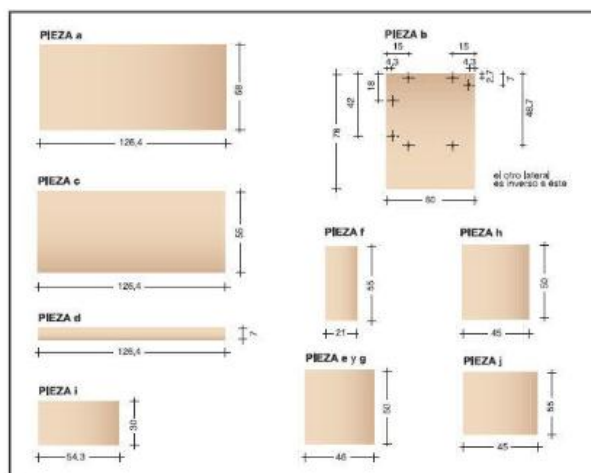
Inicialmente se procede a diseñar el modelo del mueble a construir.



**Figura. 2.17** Escribano para PC

**Fuente:** [<http://www.slideshare.net/glazcano/proyectos-para-fabricar-muebles-con-melamina>]

A continuaci3n se detalla cada una de las piezas del mueble para tener una mayor referencia, y una visualizaci3n de los componentes.



**Figura. 2.18** Detalle del escritorio

**Fuente:** [<http://www.slideshare.net/glazcano/proyectos-para-fabricar-muebles-con-melamina>]

Las piezas que se requieren para la construcci3n de un mueble son de distintas medidas, lo cual se lo especifica en una tabla, el ancho, el largo, y la cantidad de cada pieza.

**Tabla 2.5 Piezas requeridas**

<b>Piezas requeridas</b>					
<b>Pieza</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Producto</b>	<b>Espesor (mm)</b>
<b>a</b>	126,4	58	1	Material de acuerdo al mueble	15
<b>b</b>	78	60	2		15
<b>c</b>	126,4	55	1		15
<b>d</b>	126,4	7	1		15
<b>e</b>	46	50	1		15
<b>f</b>	21	50	1		15
<b>g</b>	46	50	1		15
<b>h</b>	45	50	1		15
<b>i</b>	54,3	30	1		15
<b>j</b>	50	42,5	1		15

*Fuente:* [<http://www.slideshare.net/glazcano/proyectos-para-fabricar-muebles-con-melamina>]

### **Proceso de corte de un tablero de madera en una sierra de banco**

El espacio de trabajo de la sierra convenientemente debe ser amplio para que se pueda mover con facilidad los tableros de gran longitud. Al realizar el corte de un tablero ancho en la sierra de banco se le agrega extensiones debido a que la mesa de la sierra de banco tiende a ser pequeña.



**Figura. 2.19 Sierra de banco**

*Fuente:* [<http://www.scribd.com/doc/7062549/Sierra-de-Banco>]

Antes de iniciar el corte de un tablero se ajusta correctamente la guía esto es muy importante, porque si que desalineada hacia afuera, el trabajo tenderá a apartarse de la guía, produciendo piezas ligeramente desiguales, y si la guía queda desalineada hacia adentro, el trabajo se quedará con el riesgo de ser pateada.



**Figura. 2.20 Alineación de la guía**

**Fuente:** [<http://www.scribd.com/doc/7062549/Sierra-de-Banco>]

Para realizar los cortes de tableros muy anchos, la sierra debe tener una mesa de extensión y al final de la sierra deberá haber una mesa auxiliar amplia, para recibir la hoja de triple.



**Figura. 2.21 Corte del tablero (triple)**

**Fuente:** [<http://www.scribd.com/doc/7062549/Sierra-de-Banco>]

Otra manera de cortar tableros que se pueden doblar, colgar y caer antes de que termine el corte es el empujar la mitad, y enseguida cambiar de posición y que la

otra mitad sea jalado por el ayudante. Mientras el operador avanza el triple hacia la sierra con una cierta velocidad, el ayudante sujeta el triple por la parte frontal, esto lo realiza para que no pierda la dirección de avance.

### 2.3.8 FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y ESCALAS DE PRODUCCIÓN<sup>22</sup>

Los procesos de producción para la elaboración de los diversos productos de madera son similares ya que a pesar de la diversidad de productos el procedimiento utilizado es parecido.

En cuanto a los procesos a nivel de una gran empresa se realizan con una intensificación de maquinaria que sirve para incrementar el volumen de la producción. Este incremento en el nivel de maquinaria se ve a partir de la pequeña empresa.

**Tabla 2.6 Escala posibles de producción que se pueden lograr**

	Escala (rango de producción)
Microempresa/artesanal:	Hasta 6 escritorios/día
Pequeña empresa:	De 6 a 10 escritorios /día
Mediana empresa:	De 10 a 30 escritorios /día
Gran empresa:	Más de 30 escritorios /día

**Fuente:** <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=118&giro=7&ins=817>

<sup>22</sup><http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=118&giro=7&ins=817>



## **Determinación de costos y márgenes de operación**

El estudio de los costos de operación es la piedra angular en toda clase de negocios, ya que permite no sólo la obtención de resultados satisfactorios, sino evitar que la empresa cometa errores en la fijación de los precios y que esto derive en un resultado negativo. En la determinación de los costos, se debe tomar en cuenta que su valor cambia por posibles fluctuaciones en los precios o por diversos grados de utilización de la capacidad instalada. En términos generales, el precio se puede establecer por debajo o por encima del de la competencia o ser igual al de ella.

El precio de los productos finales del giro deberán estar integrados por:

- Costos directos (materia prima y remuneraciones al personal)
- Costos y gastos indirectos
- Margen de utilidad

Luego de obtenerse estos se evalúan respecto de los precios de la competencia y la situación de oportunidad (oferta-demanda).

### **2.3.9 DISEÑO DE ELEMENTOS PARA EL CORTE VERTICAL Y HORIZONTAL<sup>23</sup>**

Diseñar o idear es formular un plan para satisfacer una necesidad. Casi todo el mundo interviene en un diseño de una manera u otra, incluso en la vida diaria, puesto que siempre se presentan problemas y casos que deben resolverse.

Todo diseño tiene un propósito concreto: la obtención de un resultado final al que se llega mediante una acción determinada o por la creación de algo que tiene realidad física.

---

<sup>23</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica, Shigley, 4ta Edición

➤ **Efecto de corte**

El contacto del disco de corte con el tablero en el transcurso del corte va a depender de cuanto sobrepase del tablero a cortar.

$$L_c = \frac{\alpha * R * \pi}{180^\circ} \quad \text{(Ecuación 2.1)}$$

**Donde:**

$L_c$ : Longitud de corte (m)

$\alpha$ : Ángulo de contacto

$$e_{cv} = \frac{60 * S}{n * z} \quad \text{(Ecuación 2.2)}$$

**Donde:**

$e_{cv}$ : Espesor de corte de la viruta (m)

$S$ : Velocidad de avance del material (m/s)

$n$ : Velocidad del disco (rpm)

$z$ : Número de dientes

$$A_{ec} = 2 * e_{cv} * L_c \quad \text{(Ecuación 2.3)}$$

**Donde:**

$A_{ec}$ : Área del espesor de corte (m)

$$F_{Corte} = \sigma * A_{Total} \quad \text{(Ecuación 2.4)}$$

$\sigma$ : Resistencia al esfuerzo cortante (Pa)

$F_{Corte}$ : Fuerza de corte (N)

$$T_{corte} = F_{Corte} * R \quad \text{(Ecuación 2.5)}$$

**Donde:**

$T_{corte}$  : Torque de corte (Nm)

$$A_{disco} = \frac{\pi * D^2}{4} \quad \text{(Ecuación 2.6)}$$

$D$ : Diámetro del disco (m)

$$V = A * e \quad \text{(Ecuación 2.7)}$$

**Donde:**

$e$ : Espesor del disco (m)

$$m = \delta * V \quad \text{(Ecuación 2.8)}$$

$\delta$ : Densidad del material ( $Kg/m^3$ )

$$I = \frac{1}{2}mr^2 \quad \text{(Ecuación 2.9)}$$

**Donde:**

$r$ : Radio del disco (m)

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} \quad \text{(Ecuación 2.10)}$$

$\alpha$ : Aceleración centrípeta ( $rad/seg^2$ )

$\omega$ : Velocidad angular ( $rad/seg$ )

$t$ : Tiempo de arranque del motor (seg)

$$T_{arranque} = I * \alpha \quad \text{(Ecuación 2.11)}$$

$$Pot = T_{total} * n \quad \text{(Ecuación 2.12)}$$

$n$ : Velocidad del disco ( $rad/seg$ )

*Pot*: Potencia requerida por el motor

➤ **Cálculo del diámetro del eje de la palanca**

La fuerza que se va ejercer sobre la palanca es muy importante ya que de este valor va a depender el dimensionamiento de los elementos que están en contacto con la misma.

$$N = W * \cos \alpha \quad (\text{Ecuación 2.13})$$

**Donde:**

*N*: Normal

*W*: Peso actuante

$$F = N * \mu \quad (\text{Ecuación 2.14})$$

*F*: Fuerza para superar la resistencia al rozamiento.

$\mu$ : Coeficiente de rozamiento.

$$\sigma = \frac{M * c}{I} \quad (\text{Ecuación 2.15})$$

**Donde:**

*M*: Momento flector.

*I*: Momento de inercia del área de la sección transversal.

$$c = D/2 \quad (\text{Ecuación 2.16})$$

$$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) \quad (\text{Ecuación 2.17})$$

Reemplazando la ecuación 2.16 y 2.17 en la ecuación 2.15 se tiene:

$$\sigma = \frac{M * D * 32}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (\text{Ecuación 2.18})$$

$$\sigma = \frac{S_y}{n} \quad (\text{Ecuación 2.19})$$

Igualando las ecuaciones 2.18 y 2.19 se tiene:

$$n = \frac{S_y * \pi(D^4 - d^4)}{M * D * 32} \quad (\text{Ecuación 2.20})$$

$d$ : Diámetro interior del tubo.

$D$ : Diámetro exterior del tubo.

$n$ : Factor de seguridad.

$S_y$ : Resistencia a la fluencia (MPa)

$M$ : Momento máximo (Nm)

### **Deflexión del eje**

La deflexión nos permite calcular de cuanto se va deformar el elemento, la siguiente fórmula es para un eje en voladizo con carga en el extremo.

$$Y_{max} = -\frac{F * l^3}{3 * E * I} \quad (\text{Ecuación 2.21})$$

### **Donde:**

$Y_{max}$  : Deflexión máxima en voladizo

$l$ : Longitud del eje.

### **➤ Diseño del eje impulsor de los elementos de corte.**

### **Diseño estático**

Para el diseño estático se considera cargas estáticas en lo cual existen fuerzas estacionarias invariables que poseen, magnitud dirección actuantes sobre cierto objeto.

$$\sigma_a = \frac{32 * M_{max}}{\pi * d^3} \quad (\text{Ecuación 2.22})$$

**Donde:**

$\sigma_a$ : Esfuerzo flexionante

$M_{max}$  = Momento máximo (Nm)

$$\tau_m = \frac{16T}{\pi * d^3} \quad (\text{Ecuación 2.23})$$

$\tau_m$ : Esfuerzo cortante

$T$ : Torque (Nm)

La teoría de la energía de distorsión conocida también como la teoría de Von Mises se puede calcular a partir de la tensión en un punto de un sólido deformable el cual se calcula mediante la siguiente expresión.

$$\sigma_{eq_a} = \sqrt{\sigma_a^2 + 3 * \tau_a^2} \quad (\text{Ecuación 2.24})$$

$$\sigma_{eq_m} = \sqrt{\sigma_m^2 + 3 * \tau_m^2} \quad (\text{Ecuación 2.25})$$

### ➤ Diseño de la barra impulsora

$$c = \frac{h}{2} \quad (\text{Ecuación 2.26})$$

$$I = \frac{b * h^3}{12} \quad (\text{Ecuación 2.27})$$

Reemplazando la ecuación 2.26 y 2.27 en la ecuación 2.15 se tiene

$$\sigma_{Flexion} = \frac{6 * M_{max}}{bh^2} \quad (\text{Ecuación 2.28})$$

$$\sigma_{Axial} = \frac{P_{Axial}}{A_{Transversal}} \quad (\text{Ecuación 2.29})$$

**Donde:**

$$A = bh \quad (\text{Ecuación 2.30})$$

➤ **Diseño del eje desplazante de los elementos de corte**

Sobre el eje deslizante se encuentran montados todos los elementos de corte el cual soporta varias cargas y para su dimensionamiento se lo realizará con cargas combinadas.

$$M_{max} = \frac{F}{8}(4x - l) \quad (\text{Ecuación 2.31})$$

$$I = \frac{\pi * D^4}{64} \quad (\text{Ecuación 2.32})$$

**Donde:**

$D$ : Diámetro del eje

**Deflexión del eje**

$$Y_{max} = -\frac{F * l^3}{192 * E * I} \quad (\text{Ecuación 2.33})$$

➤ **Selección de la banda y de la polea.**

Para la selección de la banda se debe considerar la velocidad que se necesita, la cual está ligada a un diámetro de poleas acorde a las revoluciones que se necesita.

$$L = 2C + 1,57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad (\text{Ecuación 2.34})$$

**Donde:**

$C$ : Distancia central corregida

$D$ : Diámetro de la polea mayor.

$d$ : Diámetro de la polea menor.

$$Pa = K_1 K_2 H_{tab} \quad (\text{Ecuación 2.35})$$

**Donde:**

$K_1$ : Factor de corrección del ángulo de contacto

$K_2$ : Factor de corrección de longitud.

$$\# \text{ de bandas} = \frac{\text{Potencia de diseño}}{\text{Potencia admisible}} \quad (\text{Ecuación 2.36})$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \arcsen \left( \frac{D - d}{2C} \right) \quad (\text{Ecuación 2.37})$$

➤ **Diseño del eje principal**

$$V = \frac{\pi d n}{12} \quad (\text{Ecuación 2.38})$$

$d$ : Diámetro de la polea.

$n$ : Número de revoluciones.

$$Pot = \frac{(T_1 - T_2)V}{33000} \quad (\text{Ecuación 2.39})$$

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu \cdot \beta} \quad (\text{Ecuación 2.40})$$

$$Fi = \frac{F1 + F2}{2} \quad (\text{Ecuación 2.41})$$

$Fi$ : Pretension (N).

**Diseño del eje a fatiga**

Este diseño se realiza debido a que las fallas por fatiga inician por una pequeña grieta, estas son diminutas que no se les alcanza ver a simple vista. Estas grietas pueden darse debido a que las fuerzas actuantes son variables.



**Donde:**

$\mu$ : Coeficiente de rozamiento entre la banda y la polea.

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e \quad (\text{Ecuación 2.42})$$

**Ecuación de Soderberg**

Se considera que la ecuación de Soderberg es más fiable en su utilización debido a que considera la posibilidad de fallar por fluencia en el primer ciclo.

$$n = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y}} \quad (\text{Ecuación 2.43})$$

➤ **Selección de rodamientos**

$$P = X * F_r + Y * F_a \quad (\text{Ecuación 2.44})$$

**Donde:**

X: Factor radial 1

Y: Factor de empuje 0

$F_r$ : Carga radial aplicada

$F_a$ : Carga de empuje 0

$$C_o = f_s * P_o \quad (\text{Ecuación 2.45})$$

$C_o$ : Capacidad de carga estática (N).

$P_o$ : Carga estática equivalente (N).

$f_s$ : Factor de esfuerzo estático.

$$C = P^p \sqrt{\frac{L_{10h} * n * 60}{1000000 a_1 a_{23}}} \quad (\text{Ecuación 2.46})$$

**Donde:**

$L_{10h}$ : Duración nominal en horas de servicio.

$a_1$ : Factor de ajuste de la duración, por fiabilidad.

$a_{23}$ : Factor combinado de los factores  $a_2$  y  $a_3$  (para el material y la lubricación)

### ➤ Cálculo de la chaveta y chavetero

Las chavetas son elementos que usa para sujetar por lo general las poleas y engranes a los ejes.

$$P = F_{chaveta} * r_{eje} * w \quad (\text{Ecuación 2.47})$$

**Donde:**

$F_{chaveta}$  : Fuerza tangencial en la superficie del eje.

$w$ : Velocidad angular (rad/seg).

$$l = \frac{F_{chaveta} * n}{t * S_{sy}} \quad (\text{Ecuación 2.48})$$

### ➤ Selección del extractor de viruta

$$Q = A * v \quad (\text{Ecuación 2.49})$$

Reemplazando la ecuación 2.8 en la ecuación 2.49 se tiene:

$$D = \sqrt{\frac{Q * 4}{v * \pi}} \quad (\text{Ecuación 2.50})$$

$$V_{aserrin} = \frac{L_c * e_{cv}}{2} * e_z \quad (\text{Ecuación 2.51})$$

$$\dot{m}_{aserrin} = \rho * \dot{V}_{aserrin} \quad (\text{Ecuación 2.52})$$

**Donde:**

$\dot{m}_{aserrin}$  : Flujo masico del aserrín ( $m^3/min$ )

$\dot{V}_{aserrin}$  : Flujo volumetrico del aserrín ( $m^3/min$ )

$$P_A = \gamma \left[ z_A + \frac{v_B^2 - v_A^2}{2g} + h_L \right] \quad (\text{Ecuación 2.53})$$

**Donde:**

$v_A$ : Velocidad a la entrada (m/s)

$v_B$ : Velocidad a la salida (m/s)

$h_L$ : Pérdida de energía por fricción

$\gamma$ : Viscosidad cinemática (N/m<sup>3</sup>)

$$h_L = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g} \quad (\text{Ecuación 2.54})$$

$f$ : Factor de fricción

$D$ : Diámetro de la tubería

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} \quad (\text{Ecuación 2.55})$$

➤ **Pernos sujetadores del motor**

$$\tau = \frac{n * F'}{Ac} \quad (\text{Ecuación 2.56})$$

$$F'' = \frac{M * r}{r^2} \quad (\text{Ecuación 2.57})$$

$r$ : Distancia entre la fuerza y la ubicación del perno.

$$F_i = 0,8 * F_p \quad (\text{Ecuación 2.58})$$

$$F_p = S_p * A_t \quad (\text{Ecuación 2.59})$$

$$\sigma = \frac{F_i}{A_t} + \frac{n * c * P}{N * A_t} \quad (\text{Ecuación 2.60})$$

**Donde:**

$F_i$ : Pretensión inicial de los pernos para conexión desmontable

$F_p$ : Fuerza que pueda desmontar el perno sin deformarse

$A_t$ : Área de tracción

$P$ : Fuerza de tracción

$n$ : Factor de seguridad

$c$ : Coeficiente de juntas

$N$ : Número de pernos

$S_p$ : Resistencia de prueba

$$S_y = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad (\text{Ecuación 2.61})$$

➤ **Selección del resorte**

$$k = \frac{d^4 G}{8D^3 N_a} \quad (\text{Ecuación 2.62})$$

**Donde:**

$k$  = Módulo del resorte ( $N/m$ )

$d$  = Diámetro del alambre (m)

$G$  = Módulo de elasticidad (GPa)

$D$  = Diámetro de la hélice del resorte (m)

$N$  = Número de espiras

$$F = k * y \quad (\text{Ecuación 2.63})$$

**Donde:**

$F$  = Fuerza axial (N)

$y$  = Longitud a comprimir (m)

Cálculo del factor de seguridad.

$$S_{sy} = 0,45S_{ut} \quad (\text{Ecuación 2.64})$$

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} \quad (\text{Ecuación 2.65})$$

**Donde:**

$A$  = Constante (MPa)

$m$  = Constante según el alambre

$$c = D/d \quad (\text{Ecuación 2.66})$$

$c$  = Índice de resorte

$$k_s = 1 + \frac{0,5}{c} \quad (\text{Ecuación 2.67})$$

$k_s$  = Factor de corrección de esfuerzo cortante.

$$\tau_s = k_s \frac{8F_s D}{\pi d^3} \quad (\text{Ecuación 2.68})$$

$\tau_s$  = Esfuerzo de cedencia al corte

### ➤ Selección del cable

La selección del cable va ser indispensable en el diseño de la máquina ya que este elemento va a permitir balancear el mecanismo con el contrapeso y de esta forma tener que utilizar un mínimo esfuerzo para la operación del mecanismo.

$$Q = W' + f_r \quad (\text{Ecuación 2.69})$$

**Donde:**

$Q$ : Tensión del cable (Kg)

$$T' = \frac{Q}{g} * a + Q \quad (\text{Ecuación 2.70})$$

$$W = 1,50d^2 \quad (\text{Ecuación 2.71})$$

$d$ : Diámetro del cable.

La fuerza de tensión total que soportara el cable esta expresada por la siguiente ecuación.

$$T_{total} = Q + W_{cable} + \frac{Q + W_{cable}}{g} * a \quad (\text{Ecuación 2.72})$$

$g$ : Aceleración de la gravedad ( $9,81m/s^2$ )

#### ➤ **Diseño de la guía vertical**

Las ecuaciones por el método de integración permiten calcular los desplazamientos verticales y los giros de rotación que son producidos en los diferentes puntos de la viga a estos se les conoce como deflexiones.

#### ➤ **Diseño del soporte frontal del bastidor**

$$\sigma_x = \frac{M_{max}}{S} + \frac{Fa}{A} \quad (\text{Ecuación 2.73})$$

$S$ : Módulo de sección ( $m^3$ )

$Fa$ : Fuerza axial (N)

Para la verificación del soporte frontal se analiza como una columna.

$$P_{cr} = P * n \quad (\text{Ecuación 2.74})$$

$P_{cr}$ : Carga crítica.

$$\left(\frac{l}{k}\right)_1 = \left(\frac{2\pi^2 CE}{S_y}\right)^{1/2} \quad (\text{Ecuación 2.75})$$

$\left(\frac{l}{k}\right)_1$  : Relación de esbeltez.

$$P_{cr} = \frac{\pi * E * C}{\left(\frac{l}{k}\right)^2} * A \quad (\text{Ecuación 2.76})$$

$E$ : Módulo de elasticidad (MPa)

$k$ : Radio de giro (m)

$C$ : Condición de extremo.

## 2.4 HIPÓTESIS

El proceso de corte mecánico en las direcciones vertical y horizontal aplicado a tableros de madera permitirá reducir los tiempos totales de trazado y corte, además facilitará la ejecución de dicho proceso en la empresa Muebles Modulares y Sistemas de la ciudad de Ambato.

## 2.5 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

### 2.5.1 Variable independiente:

Proceso de corte mecánico en las direcciones vertical y horizontal aplicado a tableros de madera

### 2.5.2 Término de relación

Permitirá reducir.

### 2.5.3 Variable dependiente:

Tiempos totales de trazado y corte, además facilitará la ejecución de dicho proceso.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE**

En este proceso se desarrollará la investigación de una manera cualitativa y cuantitativa debido a que se realizará en función de los resultados que se obtendrán de las investigaciones realizadas en la Empresa Muebles Modulares y Sistemas.

La información se obtendrá de las fuentes primarias y secundarias, para luego realizar posteriormente el análisis de la información recopilada.

Las fuentes primarias nos proporcionarán información como de los libros, internet, etc. Las secundarias son los datos recopilados con el formato realizado.

#### **3.2 MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.2.1 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN**

Para el proyecto la modalidad de investigación que se utilizará son, la bibliográfica, y de campo.

###### **3.2.1.1 BIBLIOGRÁFICA**

Debido a que el proyecto a desarrollarse está relacionado ampliamente a estudios técnicos se contará con una fuente bibliográfica tanto de libros como del internet.



### **3.2.1.2 CAMPO**

De campo porque gran parte de la investigación se realizará en las áreas relacionadas al tema de esta manera realizando operaciones de trabajo y tomando datos del mismo.

La investigación de campo ayudará a estudiar la situación para de esta manera diagnosticar problemas y necesidades, y de esta manera poder aplicar los conocimientos con propósitos prácticos.

### **3.2.1.3 EXPERIMENTAL**

Necesitaremos de este modo de investigación ya que se realizará pruebas de corte para la comprobación y verificación del funcionamiento del proceso de corte vertical, así como la necesidad de la realización de verificación antes de su total acabado.

## **3.2.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.2.1 EXPLICATIVO**

Se conocerán las ventajas del proceso de corte vertical mediante la información obtenida y según se realice el montaje de todo el conjunto de la máquina se buscará una mejor opción de diseño con ello se obtendrá buenos resultados al final.

### **3.2.2.2 ASOCIACIÓN DE VARIABLES**

Es importante para el desarrollo de este tema asociar las variables, ya que de esta manera se podrá determinar si con la implementación del proceso de corte investigado se cumple los objetivos planteados.

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Debido a que la investigación a realizar es técnica no va ser necesario determinar la población. Sin embargo para tener una visualización clara de la realización del proyecto, se tomará el tiempo que se tarda en el proceso de corte de cada pieza los cuales se obtendrán de los ensayos que se realizaran en la empresa con las medidas que se especifiquen para el armado de determinados muebles.

La cantidad de producción por día es de aproximadamente un mueble, donde el número de piezas varía aproximadamente de entre 7 y 11, mencionado valor va a depender del modelo.

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

#### 3.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Estudio de procesos de corte en tableros de madera.

**Tabla 3.1 Operacionalización de la Variable Independiente**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
<b>Estudio de procesos.</b>  Investigación de los procedimientos de corte en tableros de madera	Estudio	Se requiere conocer los tiempos y los entretiempos de cortes de los tableros para optimizar el proceso	¿Se reduciría el tiempo de corte con el proceso implementado?	- Hoja toma de datos
	Procedimientos de corte	Mecánico	¿La máquina que está operando es la adecuada?	- Hoja toma de datos.

**Continuación**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
<p><b>Corte en tableros de madera.</b></p> <p>Conjunto de piezas, elementos móviles y fijos, en la cual mediante un disco de corte con un determinado número de dientes y aplicado una velocidad adecuada posibilita el funcionamiento de cortar, y realizar un trabajo.</p>	<p>Número de dientes del disco</p> <p>Velocidad del disco</p>	Adecuada	$\emptyset_{disco}$ en pulg por 6	-Catálogos
		Correcto	$3500rpm > x < 5000rpm$	
		Incorrecto	$< 3500rpm$	-Catálogos

### 3.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Optimizar los tiempos de producción.

**Tabla 3.2 Operacionalización de la Variable Dependiente**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Proceso para determinar el tiempo, la calidad la productibilidad o lo que se está llevando a cabo, valorizando y, si es necesario, aplicando medidas correctivas, de manera que la ejecución se desarrolle de acuerdo con lo planeado.	Avance de corte del tablero	Adecuado	Intervalo Recomendado	-Ensayos -Hoja toma de datos. -Cronómetro.
		Inadecuado		
	Calidad de corte	Optima	Sin astillamiento	-Observación directa. -Hoja toma de datos.
		Baja	Con astillamiento	

## **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

### **3.5.1 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

La técnica de investigación es el conjunto de instrumentos necesarios, medios con los que se cumple el objetivo propuesto, la técnicas de investigación a usar en este proyecto investigativo es la de recolección de datos mediante la observación directa del objeto de estudio, y la estructurada en el lugar de corte que es un registro específico.

### **3.5.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

En el transcurso del presente proyecto se podrá observar el papel que desempeña el estudio del proceso, donde se podrá conocer las principales causas que generan retraso en el proceso de corte de los tableros.

Es importante resaltar que para optimizar el proceso de corte, no es necesario aumentar la velocidad de avance del material. La meta es reducir los entretiempos que existen al realizar varios cortes en un tablero de gran longitud tales pueden ser como: manipular, movilizar, girar, etc. Para la elaboración de los diferentes tipos de productos, se utiliza como materia prima directa, tableros de madera enteros de espesores especificados.

La recolección de la información se la inicia partiendo de los datos de la cantidad de cortes que se realizan para la elaboración de un determinado mueble.

La toma de datos del tiempo que se tarda la máquina en cortar un tablero, se realiza con un cronómetro, instrumento de gran importancia en los momentos de ensayo donde los valores de tiempo de corte nos darán en segundos.

### **3.5.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para el desarrollo de este trabajo, se utilizará la observación directa y la toma de datos por medio de una tabla estructurada por el investigador.

1. Familiarización con el proceso productivo, elaboración de formularios para la toma de tiempos.
2. Toma de tiempos del proceso de corte.
3. En base a los ensayos realizados se determinan la causa de pérdida de tiempo.
4. Evaluar los resultados obtenidos.

Las medidas de los tiempos se tomarán de cada paso que se da para realizar el proceso de corte entre las cuales están.

1. Trazado del tablero
2. Ubicación de la medida a cortar, en el tablero y en la escuadra móvil de la mesa
3. Tiempos de corte de cada pieza
4. Y los entretiempos que se provocan en cambiar de posición al tablero para el siguiente corte.

Para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos se basará esencialmente en gráficas (pasteles, barras), ya que constituyen un medio muy efectivo para la interpretación de datos. De los dos métodos básicos existentes para la toma de datos de los tiempos: el de regresos a cero y el continuo, se empleará para este estudio el de regreso pues nos muestra datos reales del tiempo empleado en cada actividad, para lo cual el cronómetro se lee a la terminación de cada actividad o corte y luego se regresa a cero para una nueva toma de datos de tiempo.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los valores que a continuación se presenta son los resultados obtenidos del trabajo investigativo realizado.

Debido a que el tema de estudio está enfocado al proceso de corte, se pondrá más énfasis a éste en relación a las demás operaciones utilizadas para la fabricación de un mueble. Además se centrará el estudio en el proceso de trazado debido a que es una operación antecesora al de corte.

En la construcción de los muebles no se mantienen modelos fijos, debido a que los fabricantes buscan renovarlos con el fin de promocionar nuevos productos.

Por esta razón para el análisis se tomará como referencia los muebles que se construyen con mayor frecuencia en el tiempo que se realiza el estudio.

Con la finalidad de tener un adecuado manejo de los resultados y de la información pertinente correspondiente a la toma de datos de los cortes desarrollados en el presente estudio se ha establecido dos tipos de formatos.

El primer formato descrito en las tablas 4.1, 4.3, 4.5 y 4.7 son las que ayudan a tomar las medidas de una manera detallada de la operación de corte.

Y en tablas 4.2, 4.4, 4.6 y 4.8, se representan los datos de los tiempos de una manera generalizada de cada operación que se da para el armado del un mueble.

La simbología utilizada en las tablas es la siguiente:

T.P. (Tiempo productivo), es el tiempo que se tarda en realizar el corte de la pieza, en las tablas este representará valores de tiempo de corte a lo largo y a lo ancho de cada pieza. Este tiempo será tomado a medida de cómo se vaya avanzando el material hacia el disco de corte.

Para los demás procesos como son el trazado, lijado, enchapado, perforado, entornillado, y acabado también se utilizará la simbología del tiempo productivo (T.P.) tomando en cuenta que para estos procesos se tomara el tiempo que se demore en realizar dicha operación.

T.I. (Tiempo improductivo actual), es el tiempo que se tarda en acomodar (mover, girar) el tablero sobre la mesa de la sierra de banco para realizar el corte de la pieza.

T.E. (Tiempo improductivo estimado), representa el valor del tiempo al cual se estima reducir el tiempo improductivo actual (T.I). Estos valores se obtienen de ensayos de cortes realizados en la sierra de corte vertical y horizontal, donde se realizó los cortes de piezas similares a las analizadas.

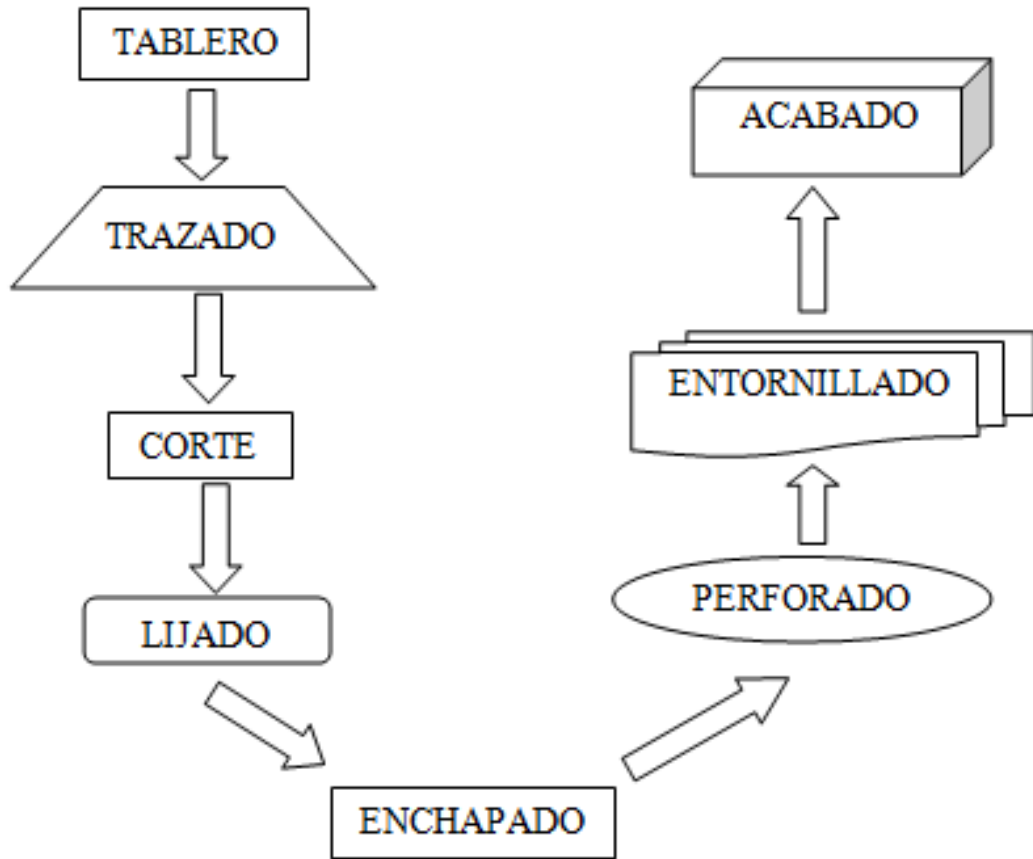
Estos ensayos se realizaron en la empresa EDIMCA donde a más de vender muebles brindan el servicio de corte.

T.T. (Tiempo total), es la suma total de los tiempos anteriores.

Para los procesos de perforado, entornillado y acabado se ha tomado el valor del tiempo total por el hecho de que estas operaciones son generalizadas para todo el mueble.



A continuación se presenta el flujo de los procesos usado para los muebles del presente estudio.



**Figura 4.1** Flujo de los procesos para la fabricación de los muebles.

*Fuente:* [Autor]

Para el corte de piezas que se realice el trazado en tableros enteros es necesaria la intervención de dos operarios para facilitar la manipulación durante dicho proceso. Este particular se dará en los muebles de análisis.

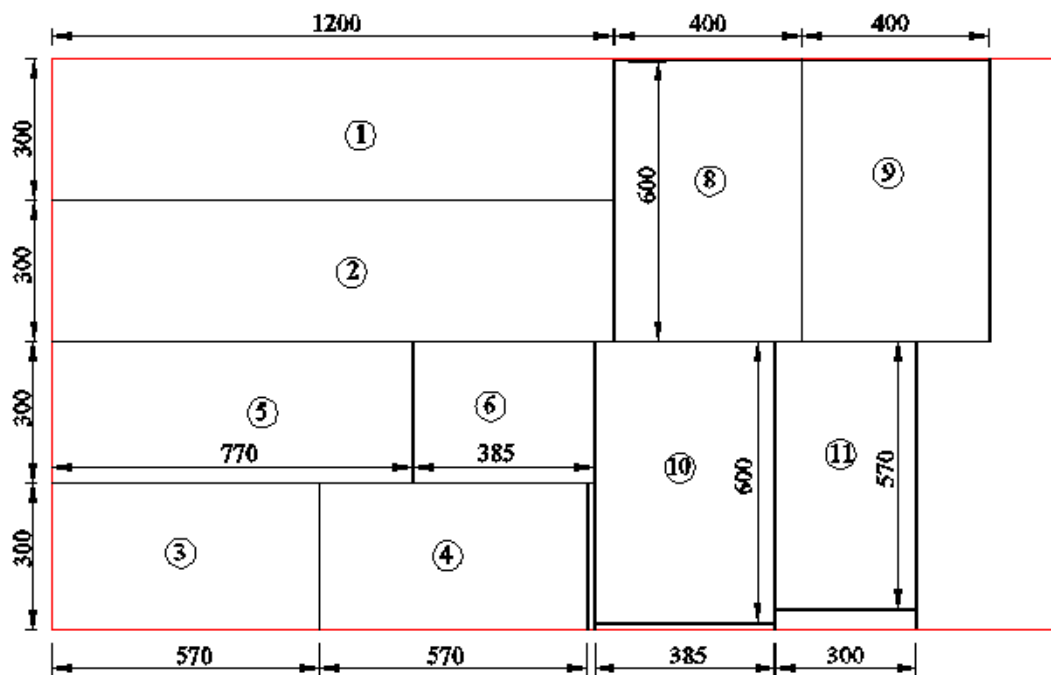
#### **4.1.1 Análisis del tiempo empleado en el corte de las piezas para el armado de un mueble de cocina.**

El trazado es un proceso previo al de corte, éste se lo realiza en una hoja de papel para distribuir de la mejor manera las piezas sobre el tablero y así lograr minimizar los rechazos.

En la figura 4.2 se puede ver que se ha realizado el trazado de una manera que se ha utilizado toda el área del tablero.

El contorno de la línea roja representa un tablero de 1,22x2,15 m (una de las medidas estándares), y las líneas que están trazadas dentro del mismo tienen el ancho del espesor de los dientes del disco (3 mm).

Estas líneas en el mueble se realizarán como un doble trazo con una separación del espesor del disco.



**Figura 4.2 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de un mueble de cocina.**

*Fuente: [Autor]*

En la siguiente tabla se realiza la toma de datos de una manera detallada del proceso de corte tomando los tiempos para cada pieza.

**Tabla 4.1 Resultado de corte de las piezas para el armado del Mueble de cocina. (Fuente: Autor)**

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>  <b>ENSAYO DE CORTE</b>  <b>Material :MDF</b>  <b>Espesor :15mm</b></p>						
<b>Artículo:</b>						
<b>Pieza</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>T. P. (seg)</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>T. P. (seg)</b>
1	42	1200	5	0	300	2
2	43	1200	5	30	300	2
3	40	570	2	28	300	3
4	0	570	3	25	300	1
5	0	770	4	38	300	2
6	0	385	2	45	300	2
7	40	1200	6	30	600	3
8	45	600	3	0	400	2
9	66	600	3	0	400	2
10	31	600	2	23	385	2
11	26	570	3	21	300	2

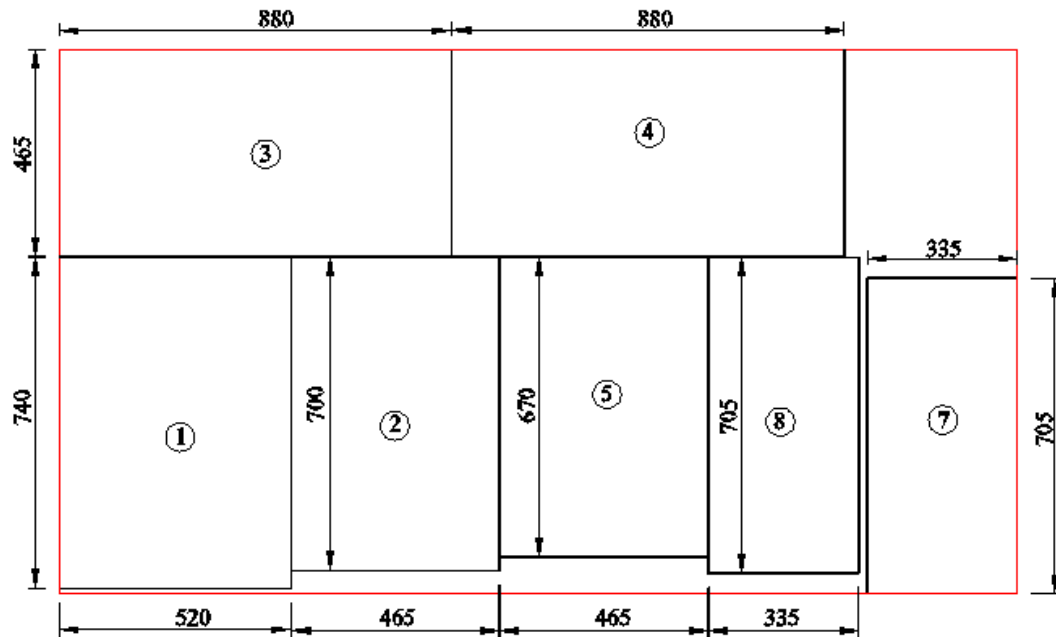
**Tabla 4.2 Hoja de estudios de tiempos (segundos) para el armado del Mueble de cocina. (Fuente: Autor)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			Ensayo N° 01														
			Lugar: M.S.							Elaborado por: F.Y.							
			Fecha: 08/10/2011														
N°	Opera- ción	Descrip- ción	Piezas del mueble											Suma	T.T.	%T.T.	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11
1	Trazado		T.P.	23,17 min											1390,2	1390,2	6,4
2	Corte	Disco 10	T.P.	7	7	5	4	6	4	9	5	5	4	5	61	634	2,9
			T.I.	42	73	68	25	38	45	70	45	66	54	47	573		
			T.E.	48	35	68	22	25	42	60	22	42	38	41	443		
3	Lijado	Lija #20	T.P.	96	96	60	58	78	62	86	76	78	82	62	834	834	3,8
4	Enchap.	Cola fría	T.P.	510	520	210	215	380	320	0	660	650	665	211	4341	4341	20
5	Perforado	Broca	T.P.	1840											1840	1840	8,5
6	Entornill.	Tornillo	T.P.	1840											1840	1840	8,5
7	Acabado		T.P.	3 h											10800	10800	49,8
											<b>Total</b>	21679,2					

Como datos general se tiene que el mueble dispone de cuatro espacios de servicios, dos espacios con un volumen de  $0,092 m^3$  y dos con un volumen de  $0,032 m^3$ , el área ocupacional del mueble en la pared es de  $0,72 m^2$  y el peso esta alrededor de unos 36 libras.

#### 4.1.2 Análisis del tiempo empleado en el corte de las piezas para el armado de un escritorio para TV.

La pieza número 6 no descrita en la figura 4.3 es la tapa posterior del mueble es de material triplex de espesor 3 mm, por lo general se utiliza este material para minimizar el costo del mismo, para reducir el peso y por estética.



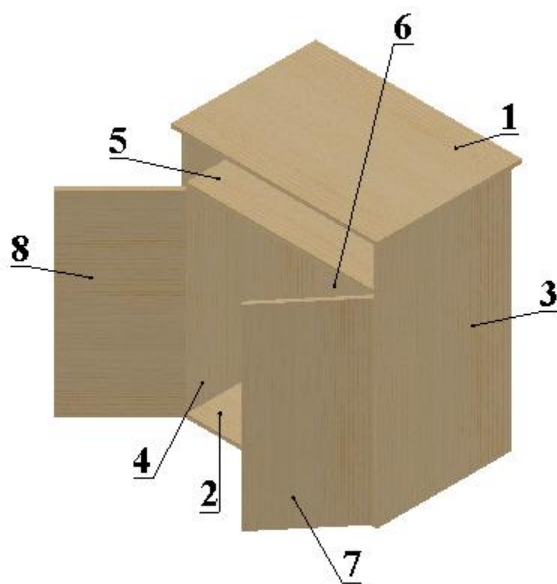
**Figura 4.3** Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de un escritorio para TV.

*Fuente:* [Autor]

Para el armado del escritorio para T.V. se ha tenido piezas similares en relación a lo largo lo cual a facilitado la ubicación durante el trazado y para realizar el corte.

Los valores de tiempo que se encuentra en cero en las tablas de la hoja de toma de datos presenta que en ese lado de la pieza no produce tiempo improductivo.

**Tabla 4.3 Resultado de corte de las piezas para el armado del escritorio para (TV). (Fuente: Autor)**

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>  <b>ENSAYO DE CORTE</b>  <b>Material: MDF</b>  <b>Espesor: 18mm</b></p>						
<b>Artículo:</b>						
						
<b>Pieza</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>T. P. (seg)</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>T. P. (seg)</b>
<b>1</b>	33	740	4	24	520	3
<b>2</b>	21	700	4	23	465	2
<b>3</b>	41	880	5	29	465	2
<b>4</b>	0	880	4	28	465	3
<b>5</b>	22	670	3	22	465	2
<b>6</b>	42	895	5	35	700	3
<b>7</b>	24	705	3	22	335	2
<b>8</b>	20	705	3	23	335	2

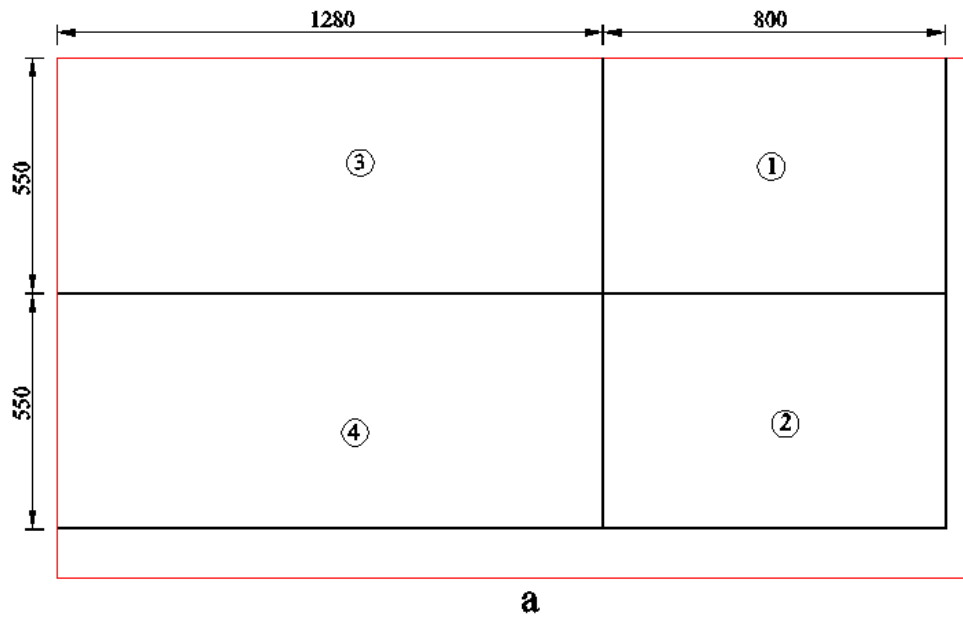
**Tabla 4.4 Hoja de estudios de tiempos para el armado del escritorio para (TV). (Fuente: Autor)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			Ensayo N° 02											
			Lugar: M.S.					Elaborado por: F.Y.						
			Fecha: 08/10/2011											
N°	Operación	Descripción	Piezas del mueble								Suma	T.T.	%T.T.	
				1	2	3	4	5	6	7				8
1	Trazado		T.P.	23,30 min								1398	1398	7,3
2	Corte	Disco 10"	T.P.	7	6	7	7	5	8	5	5	50	459	2,4
			T.I.	57	44	70	28	44	77	46	43	409		
			T.E.	43	42	61	24	41	58	71	48	388		
3	Lijado	Lija #20	T.P.	97	91	99	96	88	112	85	86	754	754	3,9
4	Enchap.	Cola fría	T.P.	925	305	300	310	300	0	650	640	3430	3430	17,9
5	Perforado	Broca	T.P.	2150								2150	2150	11,2
6	Entornill.	Tornillo	T.P.	2000								2000	2000	10,4
7	Acabado		T.P.	2,5 h								9000	9000	46,9
											<b>Total</b>	19191		

El mueble escritorio para la televisión tiene un área ocupacional sobre el piso de  $0,326 m^2$ , la altura de este mueble es de  $0,895 m$ , y tiene un peso aproximadamente de  $34,5$  libras, dispone de un espacio para el Dvd que tiene un área de  $0,107 m^2$  con una profundidad de  $0,465 m$ , el espacio para la colocación del televisor es de  $0,38 m^2$ .

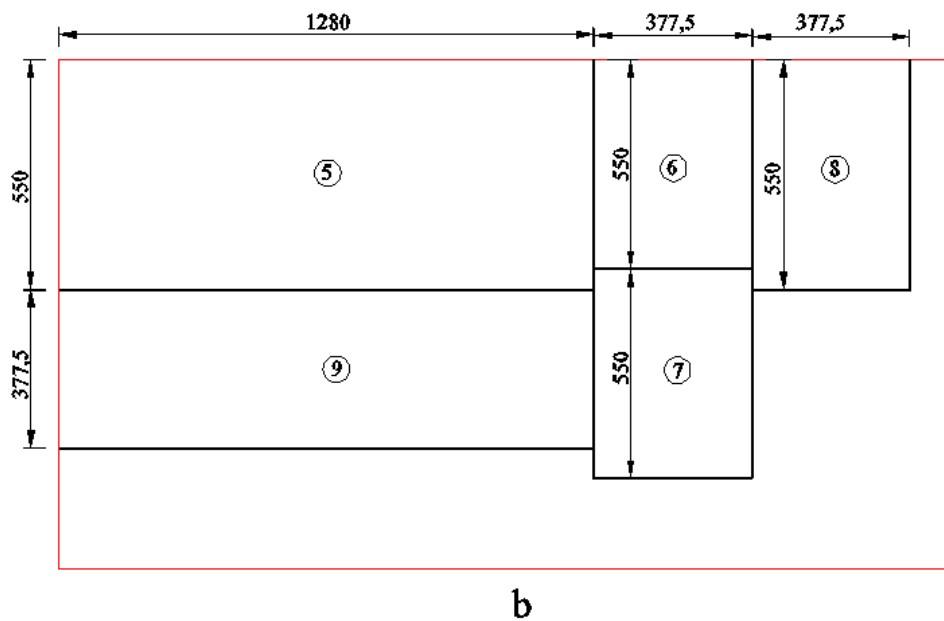
En la tabla 4.4 se aprecia el tiempo de trazado y de corte representa el  $9,7\%$  del tiempo total que se demora en la fabricación del mueble escritorio para T.V. El mayor tiempo empleado en la construcción es la operación de acabado con un valor de  $46,9\%$ . Esta operación involucra la colocación de las jaladeras, de las chapas y bisagras. En esta operación el mueble queda completamente listo para su exhibición.

**4.1.3 Análisis del tiempo empleado en el corte de las piezas para el armado de un ropero.**



**Figura 4.4** Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de un ropero.

*Fuente: [Autor]*



**Figura 4.5** Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de un ropero. (Continuación)

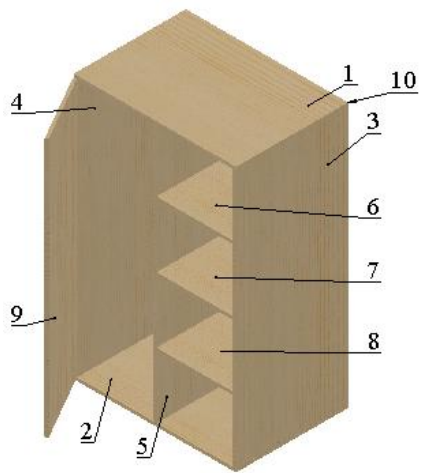
*Fuente: [Autor]*



Para el corte de las piezas del tablero de la figura 4.5 tiende a ser incomodo debido a que los cortes no son continuos, la cual provoca que el giro del tablero sea constante y el tiempo improductivo elevado.

**Tabla 4.5 Resultado de corte de las piezas para el armado de un ropero.**

(Fuente: Autor)

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>  <b>ENSAYO DE CORTE</b>  <b>Material :MDF</b>  <b>Espesor :18mm</b></p>						
<b>Artículo:</b>						
						
<b>Pieza</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>T.P. (seg)</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>T.P. (seg)</b>
<b>1</b>	41	800	4	27	550	3
<b>2</b>	22	800	4	21	550	2
<b>3</b>	28	1280	6	29	550	2
<b>4</b>	25	1280	5	0	550	2
<b>5</b>	28	1280	6	29	550	2
<b>6</b>	21	550	3	26	377,5	2
<b>7</b>	0	550	3	23	377,5	1
<b>8</b>	22	550	2	27	377,5	2
<b>9</b>	28	1280	6	0	377,5	2
<b>10</b>	40	1310	6	35	800	4

A continuación se presenta la tabla con los tiempos que se tarda en construir un ropero.

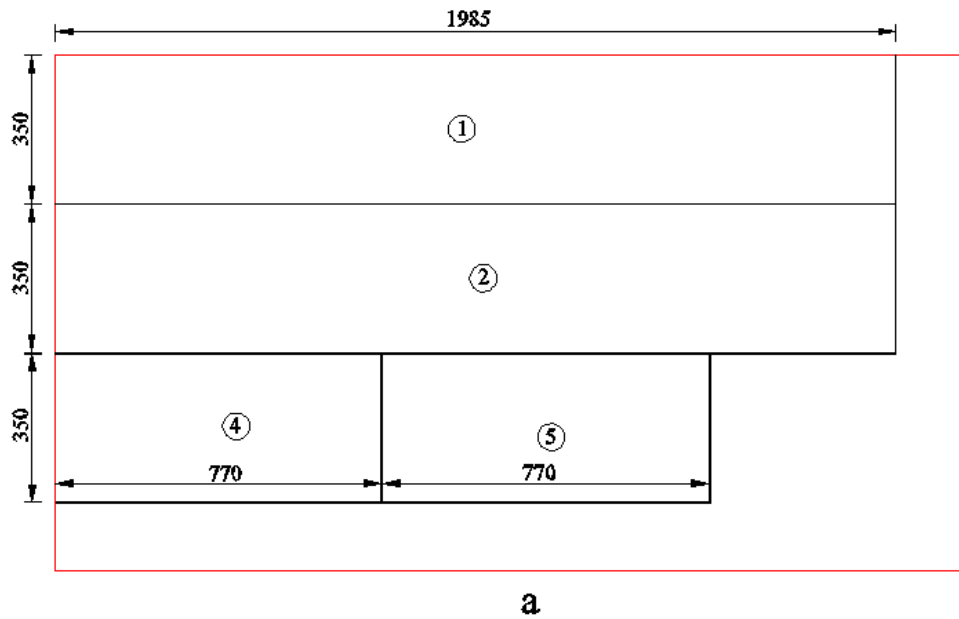
**Tabla 4.6 Hoja de estudios de tiempos para el armado de un ropero. (Fuente: Autor)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			Ensayo N° 03													
			Lugar: M.S.						Elaborado por: F.Y.							
			Fecha: 08/10/2011													
N°	Opera- ción	Descrip- ción	Piezas del mueble										SUMA	T.T.	%T.T.	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9				10
1	Trazado		T.P.	24,25 min										1455	1455	6,5
2	Corte	Disco 10"	T.P.	7	6	8	7	8	5	4	4	8	10	67	539	2,4
			T.I.	68	43	57	25	57	47	23	49	28	75	472		
			T.E.	84	29	66	24	55	56	25	53	30	66	488		
3	Lijado	Lija #20	T.P.	96	95	122	119	128	85	85	87	129	130	1076	1076	4,8
4	Enchap.	Cola fría	T.P.	330	327	450	420	420	250	255	253	700	0	3405	3405	15,3
5	Perforado	Broca	T.P.	2500										2500	2500	11,2
6	Entornill.	Tornillo	T.P.	2450										2450	2450	11
7	Acabado		T.P.	3 h										10800	10800	48,6
												<b>Total</b>	22225			

El ropero tiene una altura de 1,34 m y un área ocupacional sobre el piso de 0,44 m<sup>2</sup>, y tiene un peso alrededor de 59 libras, dispone de un servicio de 0,48 m<sup>2</sup> y cuatro servicios compartidos de igual área de 0,116 m<sup>2</sup> con una profundidad de 0,55 m.

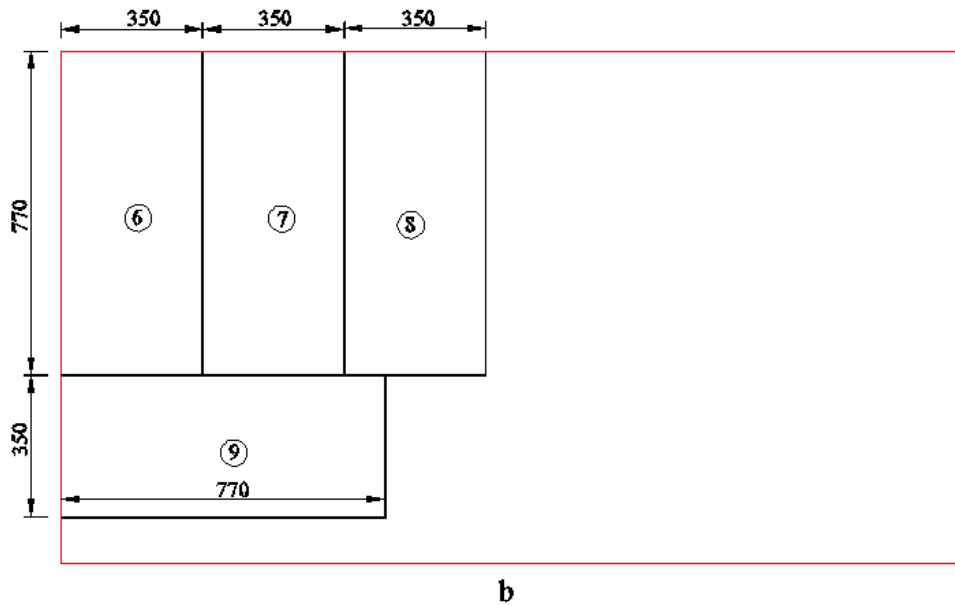
Según la tabla anterior se determina que el proceso de trazado y corte representa el 9,9% por ciento del tiempo total para la elaboración del ropero.

**4.1.4 Análisis del tiempo empleado en el corte de las piezas para el armado de una biblioteca.**



**Figura 4.6 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de una biblioteca.**

*Fuente: [Autor]*



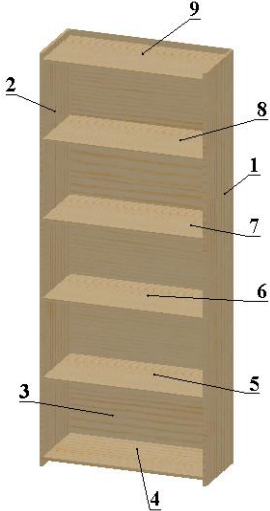
**Figura 4.7 Esquema de trazo de piezas sobre el tablero MDF para el armado de una biblioteca. (Continuación)**

*Fuente: [Autor]*

Al realizar el corte, las manos del operario están en constante contacto con el tablero lo que involucra que por cada corte que realice se ponga el riesgo de que las manos tome contacto con el disco de corte.

**Tabla 4.7 Resultado de corte de las piezas para el armado de una biblioteca.**

(Fuente: Autor)

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>  <b>ENSAYO DE CORTE</b>  <b>Material :MDF</b>  <b>Espesor :18mm</b></p>						
<b>Artículo:</b>						
						
<b>Pieza</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>T. P. (seg)</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>T.P. (seg)</b>
<b>1</b>	21	1985	10	28	350	2
<b>2</b>	27	1985	9	0	350	2
<b>3</b>	38	1985	10	35	800	4
<b>4</b>	32	770	4	29	350	2
<b>5</b>	0	770	4	34	350	2
<b>6</b>	30	770	4	28	350	1
<b>7</b>	27	770	3	0	350	2
<b>8</b>	38	770	4	0	350	2
<b>9</b>	26	770	4	30	350	2

**Tabla 4.8 Hoja de estudios de tiempos para el armado de una biblioteca.**  
(Fuente: Autor)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			Ensayo N° 04											Suma	T.T.	%T.T.
			Lugar: M.S.						Elaborado por: F.Y.							
			Fecha: 08/10/2011													
N°	Opera- ción	Descrip- ción	Piezas del mueble									Suma	T.T.	%T.T.		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9					
1	Trazado		T.P.	23,30 min									1398	1398	7,1	
2	Corte	Disco 10	T.P.	12	11	14	6	6	5	5	6	6	71	494	2,6	
			T.I.	49	27	73	61	34	58	27	38	56	423			
			T.E.	82	43	72	59	69	54	27	30	55	491			
3	Lijado	Lija #20	T.P.	140	139	152	85	86	89	80	89	85	945	945	4,8	
4	Enchap.	Cola fría	T.P.	800	805	0	280	282	290	281	283	283	3304	3304	16,9	
5	Perforado	Broca	T.P.	2700									2700	2700	13,8	
6	Entornill.	Tornillo	T.P.	2100									2100	2100	10,7	
7	Acabado		T.P.	2,4 h									8640	8640	44,1	
											<b>Total</b>	19581				

El mueble denominado biblioteca tiene cinco espacios compartidos cada uno con un área de  $0,27 m^2$  y con una altura de  $0,367 m$ , y tiene un peso aproximado de 46 libras. La altura máxima de este mueble es de  $1,98 m$ .

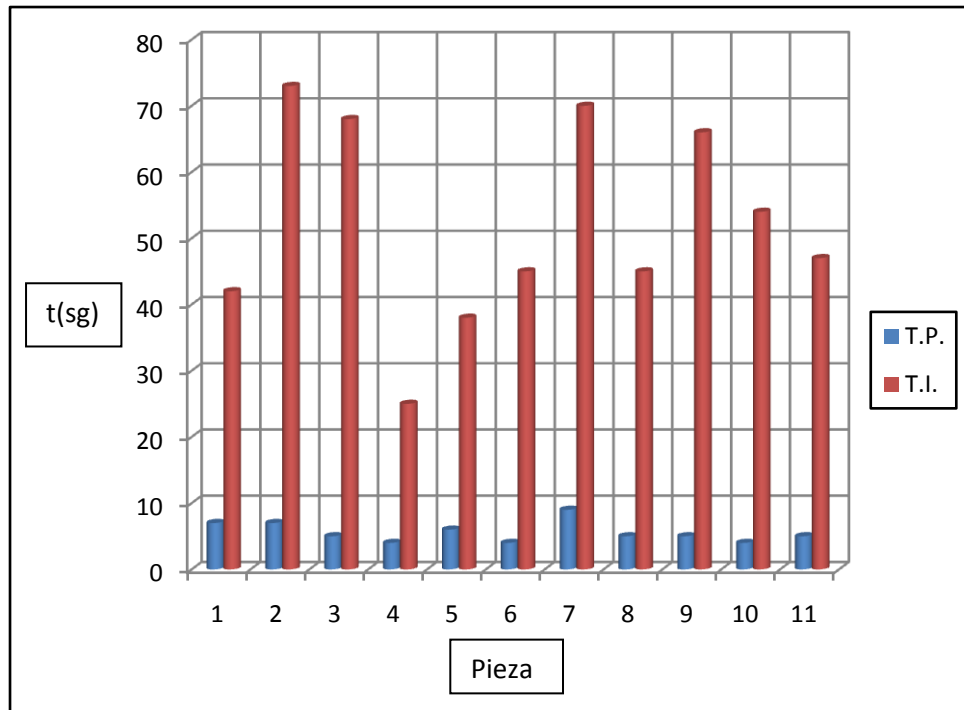
De la tabla 4.8 se determina que entre el proceso de trazado y corte se tiene el 9,7% del tiempo total para la elaboración de la mueble biblioteca.

#### 4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se muestra gráficamente los tiempos producidos en el transcurso del corte, esto lo realizamos para cada uno de los cuatro muebles.

#### 4.2.1 Interpretación del corte de las piezas para el armado de un mueble de cocina.

En la siguiente figura se puede observar la proporción de tiempo de corte y el tiempo improductivo producido en el proceso.



**Figura 4.8 Resumen del tiempo de corte (Mueble de cocina)**

*Fuente: [Autor]*

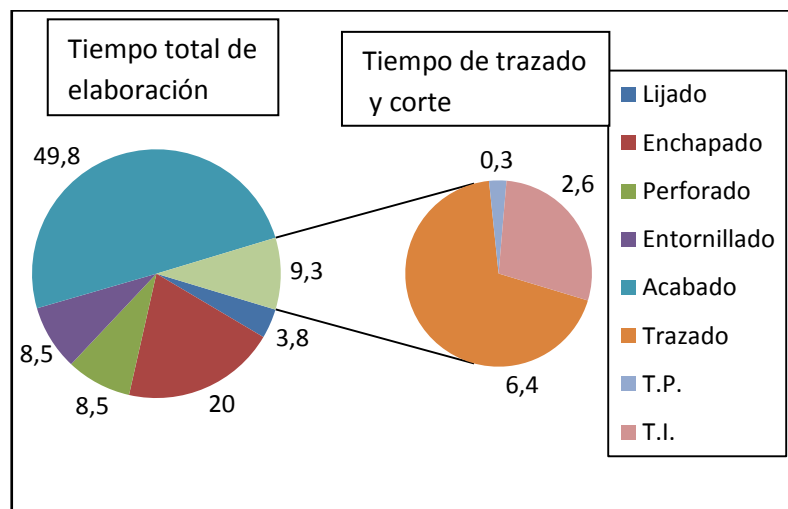
Como se puede apreciar en la figura 4.8 la pieza 2 y la 7 tienen un valor de tiempo improductivo de 73 y 70 seg respectivamente son las que inician con el proceso, ya que la pieza 7 es de material triplex con un espesor de 3 m y por ende los tiempos son elevados.

Mediante el análisis de tiempo productivo e improductivo se tiene los siguientes resultados:

**Tabla 4.9 Proceso para la elaboración del mueble de cocina. (Fuente: Autor)**

Tiempo de elaboración del mueble de cocina			
Proceso	Tiempo (seg)	%	
Trazado	1390,2	6,4	
Corte	T.P.	61	0,3
	T.I.	573	2,6
Lijado	834	3,8	
Enchapado	4341	20	
Perforado	1840	8,5	
Entornillado	1840	8,5	
Acabado	10800	49,8	
<b>Total</b>	<b>21679,2</b>		

A continuación se presenta el diagrama de pastel:



**Figura 4.9 Proceso para la elaboración del mueble de cocina.**

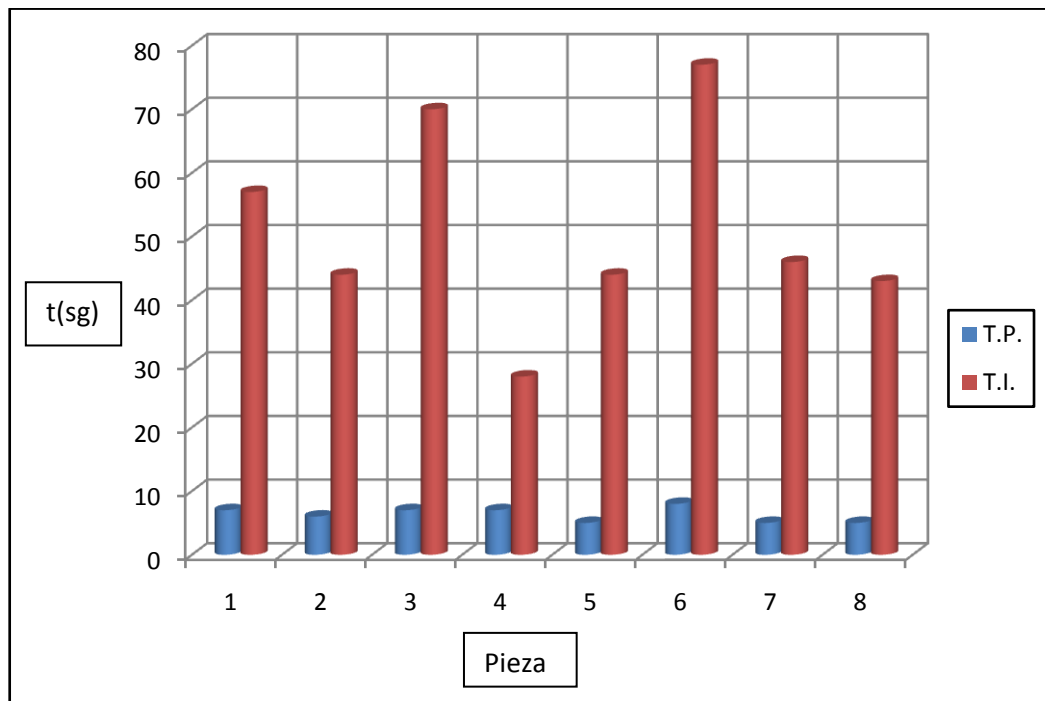
*Fuente: [Autor]*

Del total del tiempo de construcción del mueble de cocina el 9,3% representa al valor de trazado y de corte entre el tiempo productivo e improductivo, donde el 0,3% representa al valor del tiempo productivo de corte con un tiempo de 1,02 min, el 6,4% representa al valor de trazado con un tiempo de 23,17 min, y el 2,6% al valor del tiempo improductivo con un tiempo de 9,55 min.

Donde se puede decir que el número de piezas involucra directamente sobre el tiempo que se va a emplear en el proceso de trazado.

#### 4.2.2 Interpretación del corte de las piezas para el armado de un escritorio para TV.

En el caso de la fabricación del escritorio para TV, se tiene un número de piezas menor y también se tiene longitudes menores al mueble anterior. En la figura se muestra los tiempos de corte y los improductivos producidos en el transcurso del proceso.



**Figura 4.10** Resumen del tiempo de construcción (Escritorio para TV).

*Fuente:* [Autor]

El corte del tablero se inicia con la pieza 3 lo que involucra que el tiempo improductivo sea elevado y se tiene un tiempo de 70 seg, esto se debe a la incomodidad de movimiento del tablero, de igual manera sucede con la pieza 6 que tiene un tiempo de 77 seg el corte se realiza en un tablero triplex de 3 mm de espesor.



Al analizar la figura 4.3 del trazado sobre el tablero se puede ver que al realizar el corte longitudinalmente de la pieza 3 y 4, queda dividida de manera que para realizar el siguiente corte en cualquiera de los dos pedazos no va haber la necesidad de girar constantemente el tablero.

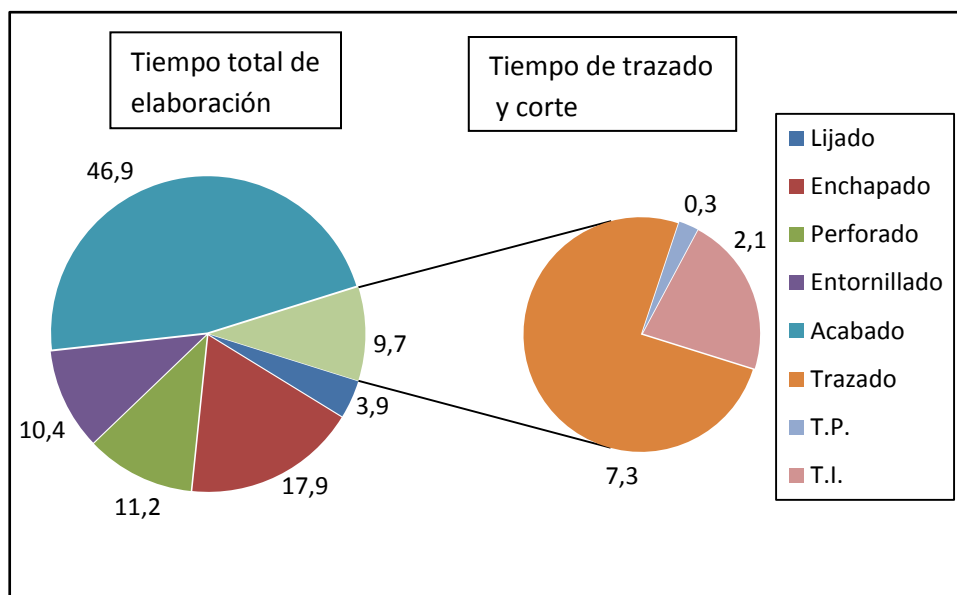
Una vez dividido el tablero de la figura 4.3 y dando el inicio de corte con la pieza 1 las demás piezas van a seguir en secuencia esto involucra que las piezas 2, 5, 7, y 8 de la figura 4.3 realicen un tiempo improductivo bajo, esto se puede apreciar en la figura 4.10.

También se puede observar que los tiempos de corte productivos también son elevados es debido a que las piezas son más largas y anchas.

Al analizar los tiempos se ha obtenido lo siguiente:

**Tabla 4.10 Proceso de elaboración del escritorio para TV. (Fuente: Autor)**

<b>Tiempo de elaboración del escritorio para T.V.</b>		
<b>Operación</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>%</b>
Trazado	1398	7,3
Corte	T.P.	50
	T.I.	409
Lijado	754	3,9
Enchapado	3430	17,9
Perforado	2150	11,2
Entornillado	2000	10,4
Acabado	9000	46,9
<b>Total</b>	19191	



**Figura 4.11** *Proceso de corte para la elaboración del escritorio para TV.*

*Fuente: [Autor]*

Del tiempo total que se invierte en la construcción del escritorio para T.V., el 9,7% representa al valor de trazado y de corte entre el tiempo productivo e improductivo,

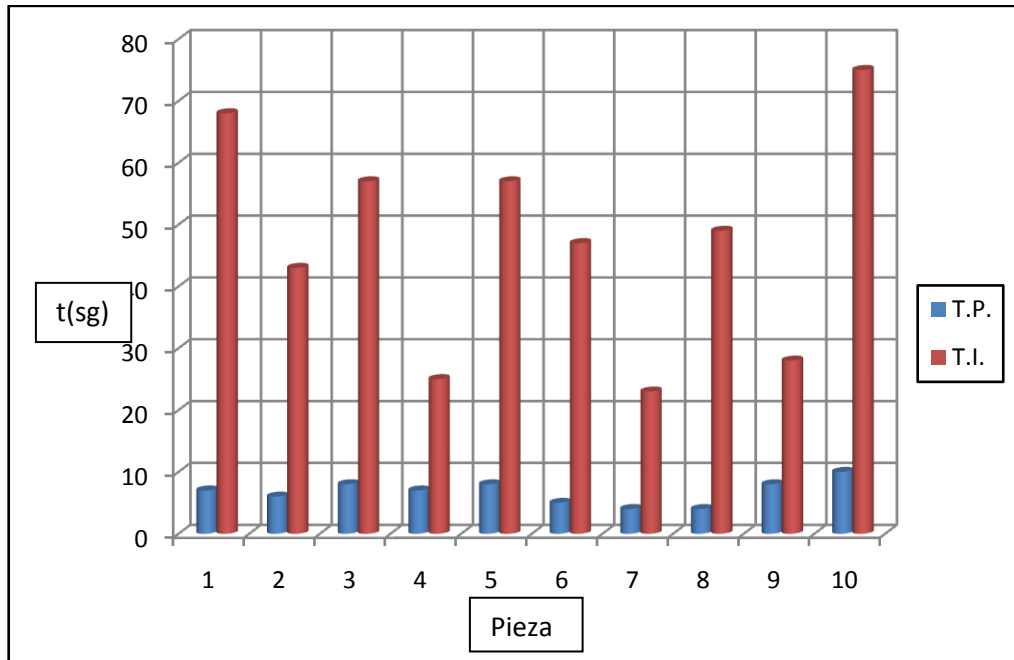
Donde el 7,3% representa al valor de trazado con un tiempo de 23,3 min, el 0,3% representa al valor del tiempo productivo de corte con un tiempo de 0,8 min, y el 2,1% al valor del tiempo improductivo con un tiempo de 6 min con 49 seg.

En la figura de pastel 4.11 del lado izquierdo se puede observar que donde más se invierte el tiempo es en el proceso de trazado.

#### **4.2.3 Interpretación del corte de las piezas para el armado de un ropero.**

Para la construcción de este tipo de mueble en lo que se refiere a la longitud se requiere de piezas más largas.

En la siguiente figura se muestra los tiempos de corte y los improductivos producidos en el transcurso del proceso de corte.



**Figura 4.12 Resumen del tiempo del proceso de corte (Roper).**

*Fuente: [Autor]*

La pieza 1 inicia el corte del tablero, con un tiempo improductivo de 68 seg, y la pieza 10 representa al tiempo de corte del triplex esta pieza es la tapa posterior del mueble se realiza el corte con un tiempo improductivo de 75 seg.

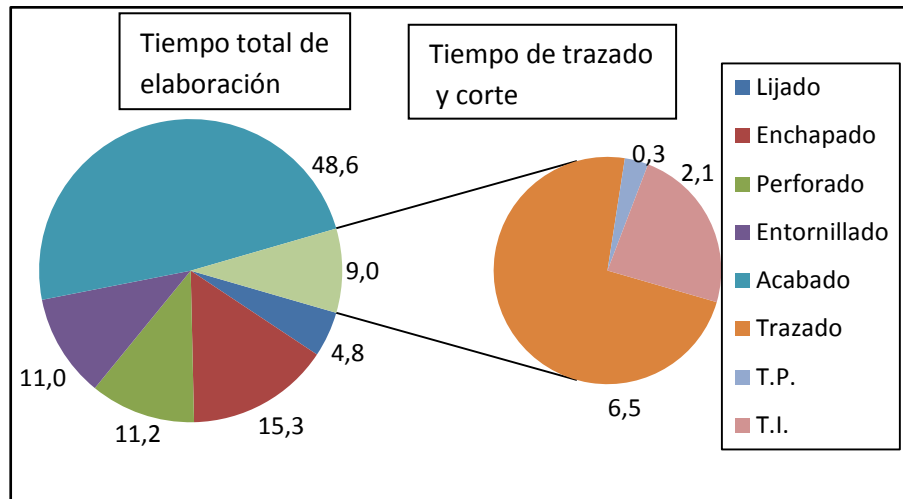
El corte de las piezas 1, 2, 3, y 4 del tablero 1 Figura 4.4.a son piezas largas y anchas por tanto el tiempo de corte productivo y el tiempo improductivo van a ser elevadas, en cuanto al tiempo improductivo va ser por la incomodidad de movimiento.

En el corte del tablero 2 figura 4.5.b se puede ver que no se puede realizar los cortes en secuencia lo que da lugar a que el tablero tenga que ser girado en varias ocasiones.

Al realizar el análisis de los tiempos se obtiene los siguientes resultados:

**Tabla 4.11 Proceso para la elaboración de un ropero. (Fuente: Autor)**

Tiempo de elaboración del ropero			
Operación	Tiempo (seg)	%	
Trazado	1455	6,5	
Corte	T.P.	67	0,3
	T.I.	472	2,1
Lijado	1076	4,8	
Enchapado	3405	15,3	
Perforado	2500	11,2	
Entornillado	2450	11	
Acabado	10800	48,6	
<b>Total</b>	<b>22225</b>		



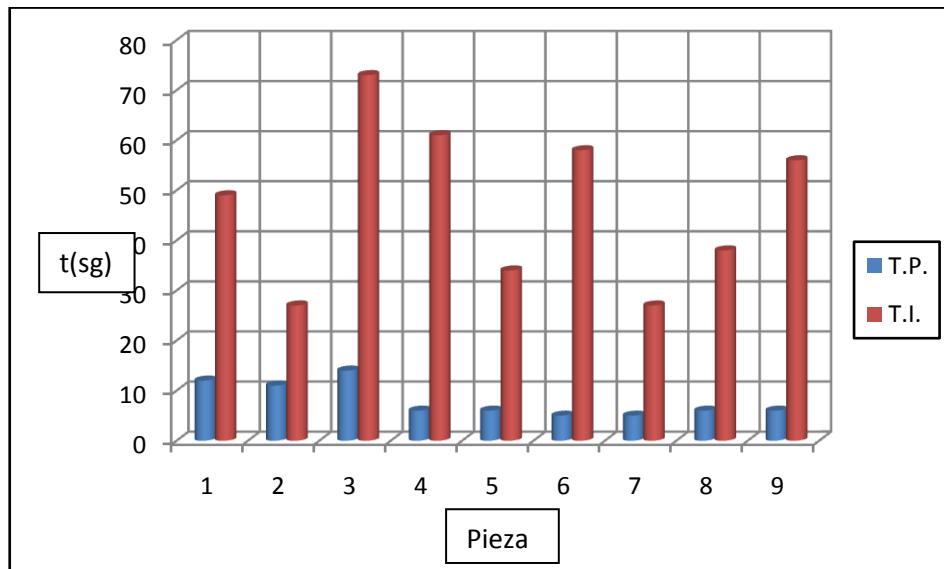
**Figura 4.13 Proceso de corte para la elaboración de un ropero.**

*Fuente: [Autor]*

De la figura 4.13 el 8,9% representa al valor del tiempo de trazado y de corte entre el tiempo productivo e improductivo, donde el 6,5% es de la operación de trazado con un tiempo de 24,25 min, esto es debido a que dicho proceso se realiza en dos tableros. El 2,1% es del tiempo improductivo con un tiempo de 7 min con 52 seg, y el 0,3% representa al valor del tiempo productivo con un tiempo de 1,18 min es elevado porque en esta operación se tiene que realizar por dos ocasiones el inicio de corte de tableros enteros.

#### 4.2.4 Interpretación del corte de las piezas para el armado de una biblioteca.

En la figura siguiente se muestra la proporción de los tiempos de corte y del improductivo producidos en el transcurso del proceso de corte.



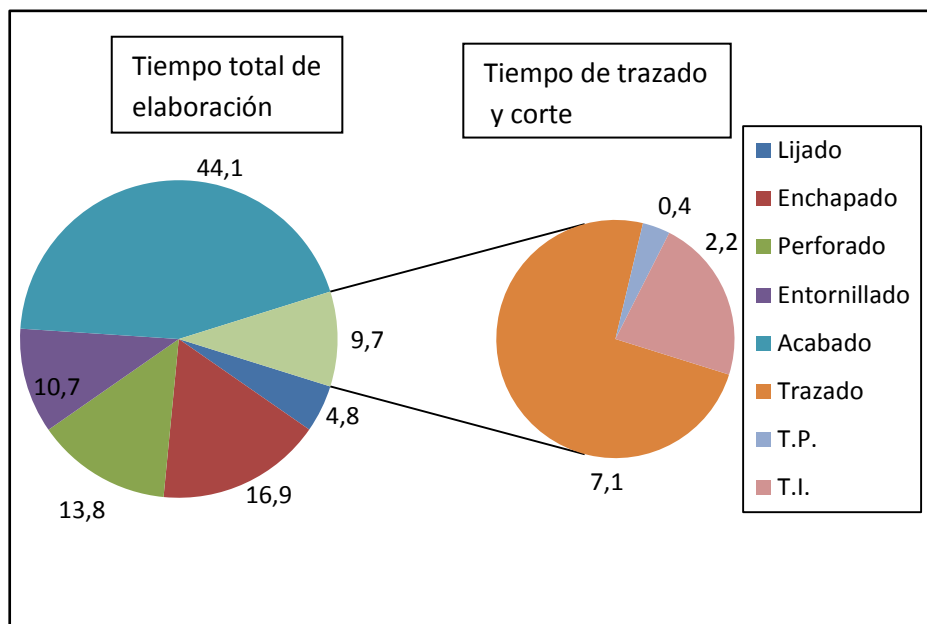
**Figura 4.14 Resumen del tiempo de construcción (biblioteca).**

*Fuente: [Autor]*

**Tabla 4.12 Proceso de corte para la elaboración de un mueble biblioteca.**

*(Fuente: Autor)*

Tiempo de elaboración del Mueble biblioteca			
Operación		Tiempo (seg)	%
Trazado		1398	7,1
Corte	T.P.	71	0,4
	T.I.	423	2,2
Lijado		945	4,8
Enchapado		3304	16,9
Perforado		2700	13,8
Entornillado		2100	10,7
Acabado		8640	44,1
<b>Total</b>		<b>19581</b>	



**Figura 4.15** *Proceso de elaboración del mueble biblioteca.*

*Fuente:* [Autor]

Del tiempo total de construcción de la biblioteca el 9,7% representa al valor de trazado y de corte entre el tiempo productivo e improductivo, donde el 7,1% del proceso de trazado presenta un valor representativo con un tiempo de 23,3 min y el 2,2% representa al valor del tiempo improductivo con un tiempo de 7,05 min. Sumando un total de tiempo de 35,12 min entre el proceso de trazado y de los tiempos corte productivos e improductivos.

Después de realizar un análisis detallado de las actividades de trazado y de los tiempos improductivos se puede observar en las graficas que estas operaciones son uno de los que mayor tiempo se ocupa. Las actividades antes mencionadas muestran un valor de tiempo representativo en el transcurso de la construcción del mueble. Las actividades que aportan a la pérdida de tiempo están relacionadas a que en el proceso de corte los operarios deben realizar determinados cambios de posición del tablero. Esto es debido sobre todo cuando se tiene numerosas piezas a cortar en un mismo tablero.

Se puede observar que el tiempo de avance del material no varía ya que este valor se podría considerar como constante.

Al realizar un análisis detallado en base a los datos recolectados se puede conocer los tiempos que se emplea en cada proceso para realiza la fabricación de los cuatro tipos de muebles, a continuación se presenta el siguiente cuadro:

**Tabla 4.13 Tiempo empleado en cada proceso por tipo de producto.**

(Fuente: Autor)

<b>TIEMPO (min) EMPLEADO EN CADA PROCESO POR TIPO DE PRODUCTO</b>				
<b>Proceso</b>	Mueble de cocina	Escritorio para TV	Ropero	Biblioteca
Trazado	23,17	23,3	24,25	23,3
Corte	10,57	7,65	8,98	8,23
Lijado	13,9	12,57	17,93	15,75
Enchapado	72,35	57,17	56,75	55,07
Perforado	30,67	35,83	41,67	45
Entornillado	30,67	33,33	40,83	35
Acabado	180	150	180	144
<b>TOTAL</b>	361,32	319,85	370,4	326,35

En la tabla 4.13 se puede apreciar el tiempo promedio del trazado y del corte para cada mueble que están por alrededor de 23,51 min, y 8 min con 52 seg respectivamente, cabe mencionar que el tiempo promedio de corte es la suma del tiempo productivo (T.P.) mas el tiempo improductivo (T.I.) y el tiempo promedio total de construcción es de 5 horas con 44 min.

**Tabla 4.14 velocidad de avance de corte promedio para los muebles analizados. (Fuente: Autor)**

<b>Velocidad promedio de corte (Tiempo Productivo)</b>			
<b>Mueble</b>	<b>Datos Totales</b>		<b>Velocidad Promedio (m/s)</b>
	<b>Longitud de Corte (m)</b>	<b>Tiempo de Corte (seg)</b>	
M. de cocina	12,15	61	0,199
Escritorio para T.V	9,925	50	0,198
Ropero	14,74	67	0,22
Biblioteca	14,175	71	0,199
<b>Promedio Total</b>			<b>0,20</b>

En la tabla 4.14 se muestra la velocidad de avance promedio para el corte que es aproximadamente de 0,20 m/seg, la cual se obtiene del estudio realizado en la fabricación de los cuatro muebles. Dicho dato será de utilidad para cálculos posteriores.

#### 4.2.5 Análisis de los tiempos improductivos estimados con relación a los improductivos actuales.

Al realizar los cortes por medio del proceso mecánico tanto horizontal y verticalmente se consigue optimizar los tiempos improductivos. Cabe mencionar que con el proceso de la máquina a implementar se suprimiría el tiempo de trazado sobre el tablero y la operación reduciría a un operario.

Para realizar el análisis se ha elaborado una comparación del tiempo improductivo actual (T.I.), con el tiempo improductivo estimado (T.E.), de los cuatro muebles por cada pieza.

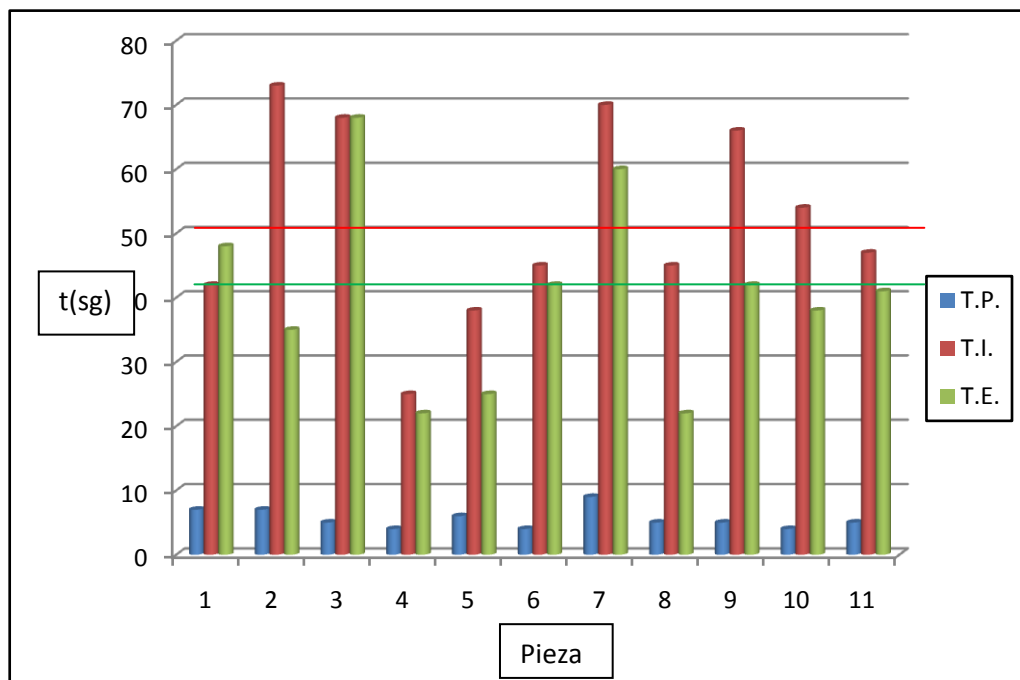


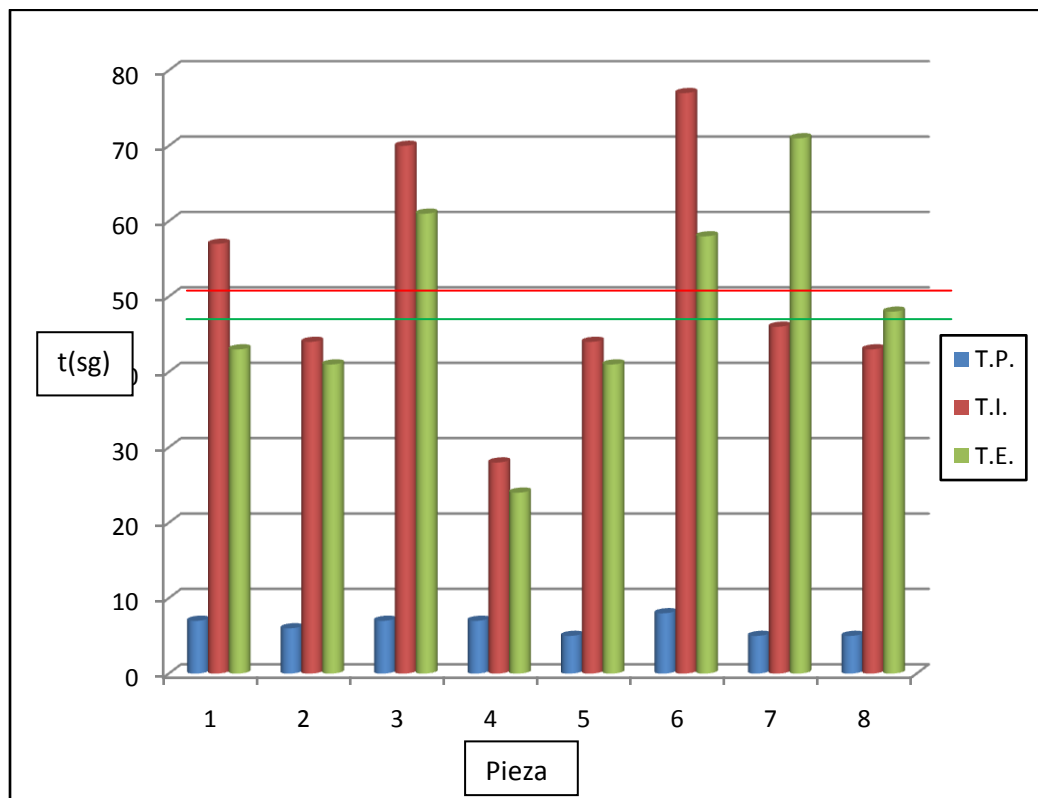
Figura 4.16 Comparación del tiempo de corte improductivo (mueble de cocina).

Fuente: [Autor]



Para el análisis de la figura 4.16 se hará referencia a la tabla 4.9 donde los valores del tiempo de trazado es de 24,17 min, del tiempo productivo es de 1,02 min y del tiempo improductivo es de 9,55 min. En el proceso de corte actual la suma del tiempo de trazado, del tiempo productivo de corte y del tiempo improductivo nos da un total de 33 min con 44 seg.

Y para el proceso de corte estimado se suprime el tiempo que se demora en el trazado y nos queda el tiempo productivo de corte que es de 1,02 min y el tiempo improductivo estimado dando un total de 8.4 min. Donde para este mueble se tiene un ahorro de tiempo de 25,33 min, en el proceso de corte. Realizando un análisis del promedio del tiempo improductivo actual (línea roja) que es de 52,1seg con el tiempo improductivo estimado (línea verde) que es de 40,3 seg se tiene una diferencia de 11,8seg. Para este mueble se puede deducir que aparte de reducir el proceso de trazado también ha mejorado la facilidad de movilidad del tablero en el transcurso del proceso de corte.

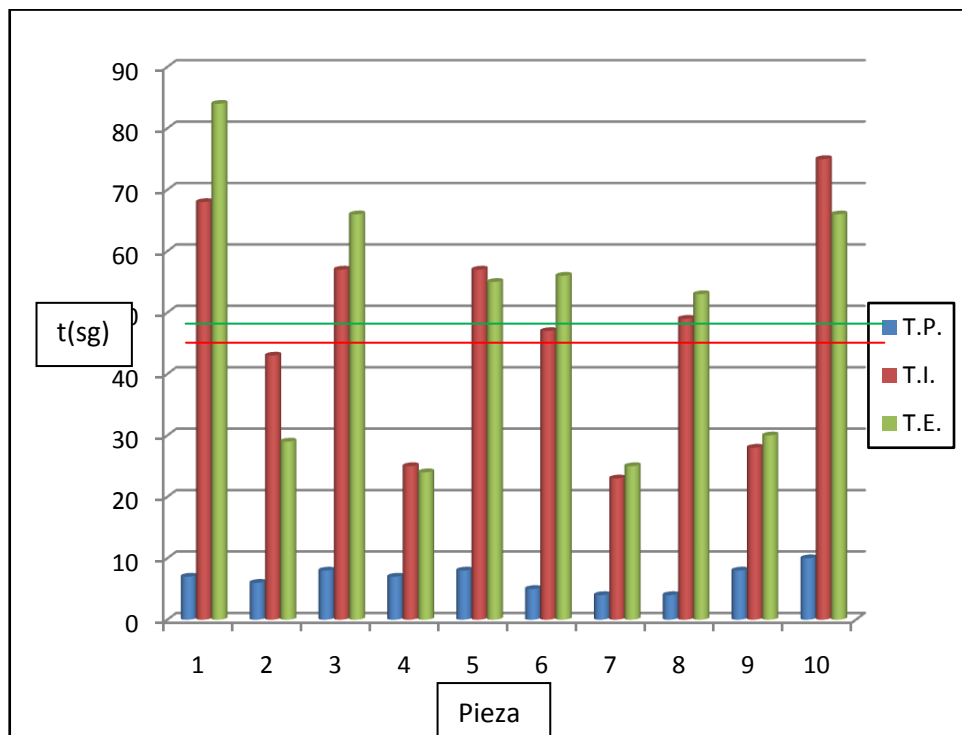


**Figura 4.17 Comparación del tiempo de improductivo (escritorio para TV).**

*Fuente: [Autor]*

Para el análisis de la figura 4.17 se hace referencia a la tabla 4.10 donde los valores de tiempo de trazado del tiempo productivo y del tiempo improductivo son de 23,3 min, 0,83 min y 6,82 min respectivamente. Para el proceso de corte actual el valor total entre el tiempo de trazado, del tipo productivo y del tiempo improductivo es de 30 min con 57 seg. Y para el proceso de corte estimado sin tomar en cuenta el proceso de trazado y sumando los tiempos de corte productivo e improductivo estimado se tiene un valor de 7,28 min. Donde para este mueble se tiene una diferencia de tiempo de 23 min con 40 seg.

Analizando la figura 4.17 se tiene que el promedio del tiempo improductivo actual es de 51,13 seg y el valor del tiempo improductivo estimado es de 48,38 seg teniendo una diferencia de 3,15 seg.



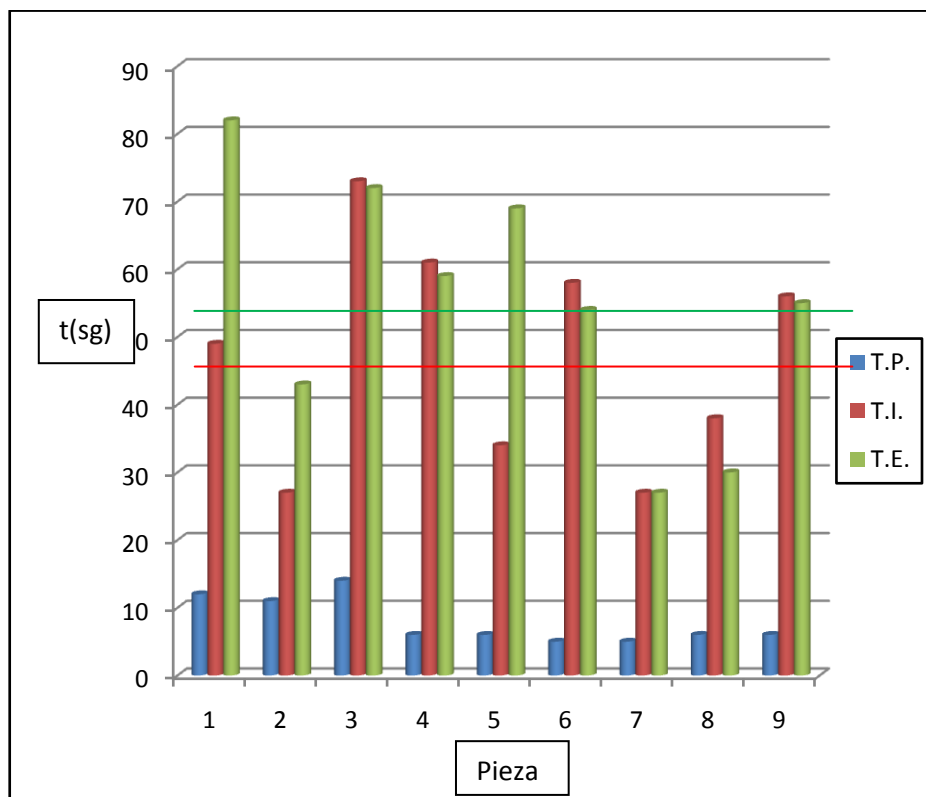
**Figura 4.18 Comparación del tiempo improductivo (ropero).**

*Fuente: [Autor]*

Para realizar el análisis de la figura 4.18 se hace referencia a la tabla 4.11 donde los valores del tiempo de trazado del tiempo productivo e improductivo son de 24,25 min, 1,12 min y 7 min con 52 seg respectivamente.

Para el proceso de corte actual sumando el tiempo de trazado, de corte y de tiempo improductivo se tiene un tiempo de 33,24 min. Y para el proceso de corte estimado suprimiendo el tiempo de trazado, y sumando el tiempo productivo y improductivo estimado que es de 8,13 min se tiene un valor de 9,25 min. Para este mueble se tiene un ahorro de tiempo de 23 min con 59 seg, en el proceso de corte.

Realizando un análisis del promedio del tiempo improductivo actual que es de 47,2 seg con el tiempo improductivo estimado que es de 49,2 seg se tiene un aumento de tiempo improductivo estimado de 2 seg,



**Figura 4.19 Comparación del tiempo de construcción (mueble biblioteca).**

*Fuente: [Autor]*

Para analizar la figura 4.19 hacemos referencia a la tabla 4.12 donde los valores de tiempo de trazado de tiempo productivo e improductivo son de 23,3 min, 1,18 min y 7,05 min respectivamente.

El tiempo que se tarda en realizar el corte con el proceso estimado que es de 8,18 min sin tomar en cuenta el trazado se tiene un tiempo de 9,36 min, a diferencia

que el proceso actual que se demora un tiempo de 31,53 min, ya que en esta operación si se realiza el proceso de trazado. Analizando el tiempo actual y estimado de la figura 4.19 se tiene un ahorro de tiempo de 22,17 min.

Realizando el promedio del tiempo improductivo actual que es de 47 seg, con el tiempo improductivo estimado que es de 54,56 seg se tiene un aumento de tiempo improductivo estimado de 7,56 seg, que se puede considerar despreciable.

En los dos últimos muebles se ha tenido que el trazado y corte se realice en dos tableros ya que esto ha influenciado a que el tiempo improductivo sea superior esto se da a razón de que esta operación lo realiza un solo operario, cabe mencionar que hasta la colocación del mueble en la máquina y si se trata de piezas superiores a las descritas anteriormente se requeriría de un ayudante.

A continuación se presenta una comparación, entre la máquina que se utilizada en la actualidad y entre la máquina a implementar.

**Tabla 4.15 Comparación de beneficios entre la sierra de banco y la sierra de la propuesta. (Fuente: Autor)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Cuadro comparativo				
Observación	Sierra de Banco		Sierra Vertical	
Disco de sierra oculta durante la operación	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Capacidad de aspirar polvo	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Superficie de trabajo adecuado	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Regla milimétrica de gran longitud	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Necesidad de trazado de las piezas a cortar sobre el tablero	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
Necesidad de un ayudante en la operación	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
Contacto constante de las manos con el material durante la operación	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO

Luego de realizar un análisis de la propuesta, se ha considerado las oportunidades que puede brindar esta en varios aspectos como la visión del proceso productivo al reducir actividades que no agregan valor.

Por lo que se ha considerado conveniente reducir los términos referentes a la pérdida de tiempo mencionados anteriormente, donde el diseño de la máquina de corte horizontal y vertical para el proceso de corte en tableros de madera, será conveniente debido a que la empresa podrá contar con un máquina que ayudará a la disminución de tiempos improductivos.

#### **4.2.6 Resultado a obtener con la máquina**

Para realizar el análisis de la máquina se toma en cuenta la producción de muebles en un mes. Por el hecho de que se han construido muebles similares a los analizados en el ítem 4.1, para el análisis se tomará el valor promedio de trazado, de corte y del tiempo total de construcción descrito en la tabla 4.13 que es de 23,51 min, 8,86 min y 5 h con 44 min respectivamente. En el transcurso del mes se construyen alrededor de 26 muebles invirtiendo un tiempo total de construcción de 136 horas con 46 min, donde tanto como en el trazado, en el tiempo productivo e improductivo de corte se invierte un tiempo de 14,03 horas.

En el proceso de la construcción aparte del tiempo improductivo los operarios han tenido que ambientarse a una máquina robusta en cuanto al espacio incomodo al momento de realizar los cortes

Realizando esta operación con los mismos muebles y basándonos en el ítem 4.2.5 se tiene que en la construcción de estos muebles debido a que se suprime el trazado se tendría una disminución de 10,19 horas. Y el proceso de corte se llevará a cabo de una manera más sencilla y el tablero podrá ser manipulado con facilidad.

A pesar de que el tiempo que se logra ganar por unidad de mueble es pequeño, realizando un análisis para una producción en el tiempo de tres años que se

construirían 936 muebles, se tendría un ahorro de tiempo de 366 h con 46min donde el valor de ganancia es significativo.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Con respecto a lo planteado en la hipótesis se comprobará con la ayuda del ítem 4.2.5 donde se puede apreciar que con la implementación de la máquina de corte vertical y horizontal se suprime la operación de trazado, logrando como beneficio una ganancia de tiempo de 23,51 min por cada mueble además de otros beneficios.

Del ítem 4.2.6 se puede verificar que en la producción de muebles en el tiempo de un mes se tiene una ganancia de tiempo de 10,19 horas, dando lugar a que en este tiempo se construya otro mueble.

En las figuras 4.16 y 4.17 se puede apreciar que el valor promedio del tiempo improductivo estimado es inferior al improductivo actual lo que se puede decir que con esto también ha mejorado en cuanto a la manipulación del tablero. Sin embargo se tiene valores improductivos estimados superiores con un valor promedio de 7,56 seg, este valor se podría considerar insignificante debido a que dicha operación la va realizar un solo operario en lugar de dos.

En lo referente a la facilidad de manipulación del tablero se podría decir que el tablero siempre va permanecer en una posición inclinada y apoyada sobre el bastidor de la máquina, de tal manera que el operario tan solo con maniobrar la guía vertical de la máquina podrá realizar los cortes que desee, de esta forma haciendo que el corte sea de una manera adecuada.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se concluye que el previo trazo en una hoja es indispensable debido a que de esta forma se logra ubicar las piezas de manera que se optimice de la mejor manera el tablero en cuanto a los rechazos.
- Las piezas que mayor tiempo improductivo conllevan son las piezas que inicialmente se realizan el corte ya que se requiere de despejar la mesa de la máquina y hasta dar una posición adecuada al tablero debido a su longitud el tiempo tiende a ser elevando.
- Las piezas que son similares en longitud facilitan para una buena ubicación de las piezas durante el trazado sobre el tablero, y por ende también dando lugar a que el corte sea realizado en secuencia de esta forma evitando a que se gire con frecuencia el tablero.
- Se puede concluir que el tiempo de avance del material denominado para el análisis como tiempo productivo no se puede cambiar debido a que si se avanzaría con lentitud el material tendería a quemarse y si se avanzaría con rapidez produciría el astillado.
- Con la construcción de la máquina se mejoran los costos de producción en varios aspectos; ya que antes debía ser operada para el corte especialmente de un tablero entero por dos personas desde el inicio hasta el final de la operación, lo cual ahora es necesario la ayuda de otra persona solo hasta colocar el tablero en la máquina.
- Este tipo de máquina normalmente para poder adquirirlo se ha tenido que importar por lo cual basándonos en el Anexo A1, se puede ver que el costo de estas máquinas son elevados donde esto ha sido un impedimento para que

las empresas de bajo nivel económico puedan adquirir y gracias al conocimiento adquirido en la facultad se diseña y construye esta máquina con materiales existentes en el medio a un bajo costo y de óptimo rendimiento.

- El corte de tableros en la sierra vertical permite manipular con mayor facilidad el material, además necesita la intervención de un solo operario, a diferencia de la maquina tradicional.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Participar a los operarios que conocen de los procesos en la innovación de nuevas maquinarias ya que ellos tienen un mejor conocimiento de los inconvenientes.
- Se podría recomendar que se adquiriera un programa donde se tenga que introducir las medidas de las piezas y el programa se encargue de economizar los espacios ubicando las piezas dentro de las medidas del tablero que se seleccione. De esta manera se evitaría el tedioso trazo y la ubicación de las piezas en una hoja.
- Se puede recomendar que a futuras generaciones las personas que están involucradas en el proceso de corte de tableros de madera utilicen como una visión el proyecto desarrollado de esta manera mejorando el diseño y consiguiendo el desarrollo o adaptación de este tipo de tecnologías en las industrias que darán un mejor rendimiento.
- Es recomendable construir máquinas cuyas partes constitutivas sean desmontables para facilitar su transporte y mantenimiento.
- El tiempo promedio de los procesos de trazado y de corte entre los productivos y improductivos es de 32,37 min del cual los 23,51 min corresponde al trazado donde se recomendaría poner más énfasis sobre esta operación.



## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

**Tema: IMPLEMENTAR UN PROCESO DE CORTE MECÁNICO EN LAS DIRECCIONES VERTICAL Y HORIZONTAL APLICADO A TABLEROS DE MADERA PARA REDUCIR LOS TIEMPOS TOTALES DE TRAZADO Y CORTE, Y FACILITAR LA EJECUCIÓN DE DICHO PROCESO EN LA EMPRESA “MUEBLES MODULARES Y SISTEMAS” DE LA CIUDAD DE AMBATO.**

#### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

En la actualidad la mayor parte de empresas industriales madereras tiene la necesidad de disminuir los tiempos improductivos.

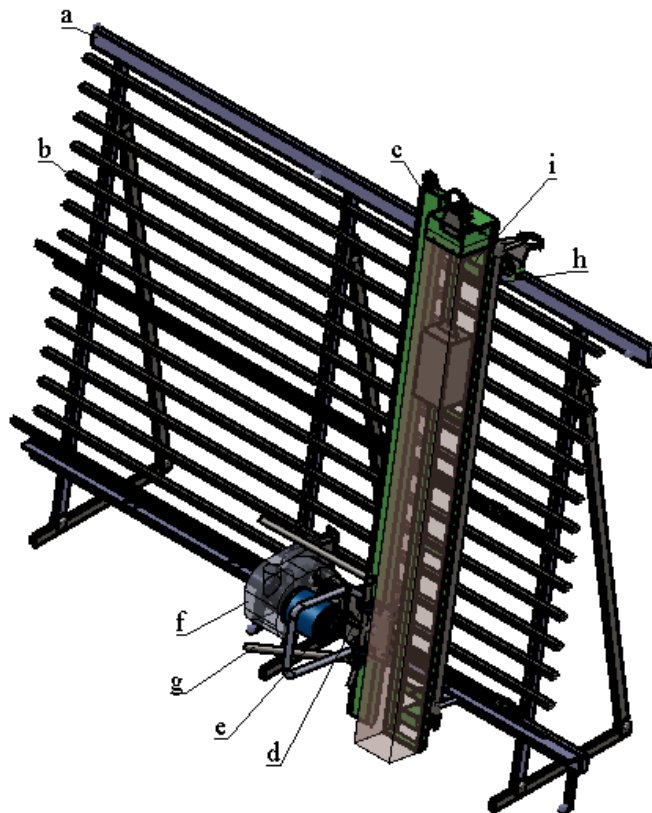
Para lo cual se ha decidido diseñar un proceso de corte mecánico en las direcciones vertical y horizontal. En la siguiente tabla se presentan algunos datos generales:

**Tabla 6.1 Datos generales de la propuesta:**

<b>Ejecutor</b>		Fredy R. Yanchaguano C.
<b>Descripción</b>		Sierra de corte vertical y horizontal
<b>Lugar</b>	<b>Construcción</b>	Taller particular
	<b>Ensayos</b>	Taller de la empresa
<b>Tiempo de ejecución</b>		Marzo-2011 al Junio-2012
<b>Costo</b>		\$ 2680,32

La máquina está compuesta por diferentes elementos mecánicos como:

- a) Bastidor (Acero ASTM A36)
- b) Esterilla de soporte (Acero ASTM A36)
- c) Guía vertical. (Acero ASTM A36, SAE 1018 )
- d) Guía del mecanismo de corte
- e) Base del motor
- f) Protector
- g) Palanca
- h) Elementos de traba
- i) Elementos de contrapeso



*Figura. 6.1 Sierra de corte vertical y horizontal*

*Fuente: [Autor]*

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

En la ciudad de Ambato no se encuentran empresas formales dedicadas a la construcción de sierras de corte en las direcciones vertical y horizontal. Pero

existen ciertas empresas como EDIMCA dedicadas a la distribución de muebles en la cuales si existen maquinas con características similares a la del presente estudio, con la diferencia de que estas son importadas y por ende de alto costo.

Los conceptos básicos referentes a la problemática para el desarrollo de la propuesta se adquirieron a través de los estudios realizados en la empresa de análisis en la sección de corte, donde se encontró el problema de la inadecuada máquina (sierra de banco) para la ejecución de su actividad.

Los procesos actuales han servido para recopilar y seleccionar los mecanismos y sistemas de una mejor manera para el diseño de la máquina. También se podría añadir que en el transcurso del diseño existió la intervención de personas conocedoras del proceso que dieron su opinión acerca de los parámetros del mecanismos de la máquina.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto planteado de diseño y construcción de la Sierra de corte vertical y horizontal aplicado a tableros de madera, es con la finalidad de resolver varios inconvenientes existentes en el proceso de trazado y corte.

El desarrollo de este proyecto permitirá adquirir a la empresa un proceso de corte acorde a las demandas del mercado actual, puesto que su costo es accesible con respecto a las máquinas importadas. La máquina presentada en el ítem 6.1 va a mejorar el proceso de trazado y corte y además de satisfacer las necesidades requeridas durante el proceso. Para lo cual se ha creado el mecanismo de giro del motor para poder realizar los cortes tanto vertical y horizontalmente, pudiendo el operario realizar las mediciones en la misma mesa mediante una regleta evitando así la tediosa maniobra del giro del tablero y también del trazado.

Mediante este proyecto se ha buscado alternativas de desarrollo tecnológico dentro de la empresa y por ende dentro de la Provincia, debido a que en la actualidad se encuentra evolucionando los procesos productivos por lo que es

necesario que las pequeñas industrias cuenten con maquinaria adecuada que permita obtener seguridad para el personal que se encuentra operando.

Y haciendo referencia al ítem 6.2 se puede decir que las sierras de corte vertical y horizontal esta siendo una máquina de mayor demanda, donde el principal propósito del presente estudio es aportar a la colectividad con ideas innovadoras, y mencionado propósito se lograría realizando investigaciones y de esta manera implementando máquinas a las industrias que van creciendo.

#### **6.4 OBJETIVOS**

- Diseñar y construir una máquina que permita realizar los cortes verticales y horizontales en los tableros de madera.
- Establecer el diseño y construcción de los mecanismos minimizando costos y tomando en cuenta los límites de seguridad y eficiencia.
- Realizar las pruebas necesarias de la máquina para verificar su buen funcionamiento.

#### **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

##### **6.5.1 Técnico**

Desde el punto de vista técnico, se tiene que esta máquina es factible construir dentro de la provincia, ya que los materiales e implementos a utilizar son comerciales y no hay inconveniente en adquirirlos.

##### **6.5.2 Económico**

La presenta propuesta es factible debido a que con la construcción de esta máquina se beneficiara a la empresa debido a que se producirá un mueble extra al mes, además de reducir la mano de obra entre otros como la facilidad de la manipulación del tablero a cortar.

## 6.6 FUNDAMENTACIÓN

### 6.6.1 Diseño de la sierra vertical de corte vertical y horizontal.

- Cálculo de la potencia del motor.

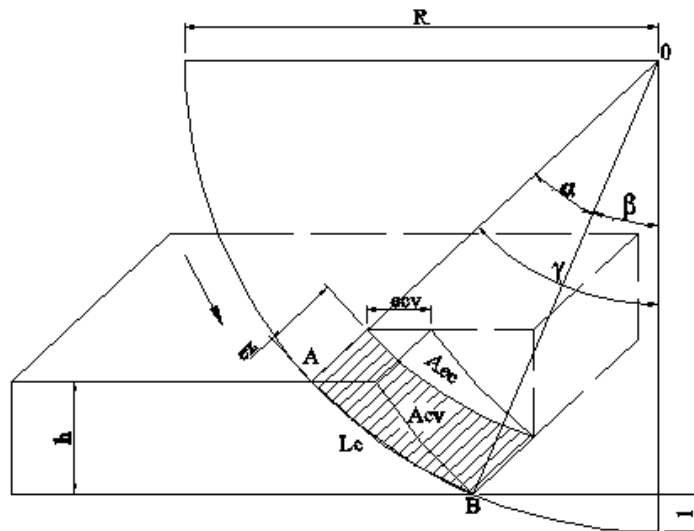


Figura 6.2: Esquema de corte del tablero.

Fuente: [Autor]

Para el cálculo de la potencia del motor se lo realiza en base a los siguientes parámetros.

#### Velocidad de avance.

El valor promedio de la velocidad de avance ( $S$ ), se selecciona en base al estudio de corte realizado. (Ver Capítulo 4, ítem 4.2.4, tabla 4.14).

La velocidad de avance es:

$$S = 0,2 \text{ m/s}$$

Para el valor de la altura máxima ( $l$ ) que debe sobresalir la sierra sobre el tablero a cortar se basará en el valor recomendado por Madecentro. Ver sección 2.3.3, literal a.

El acabado del corte va a depender de este factor por lo que se toma el valor promedio, debido a que este valor se encuentra en el rango apropiado para realizar los cortes de diferentes espesores de tableros.

$$l = 0,01m$$

Para la selección del disco de sierra se lo realiza mediante los parámetros que se encuentra en el catálogo de Bosch<sup>24</sup>. (Anexo B1).

Radio del disco ( $R$ ).

$$R = 127 \text{ mm}$$

Número de dientes ( $z$ ). (Ver ítem 2.3.3)

$$z = 80$$

Número de revoluciones ( $n$ ). (Ver ítem 2.3.3).

$$n = 5000rpm$$

Espesor del diente ( $ez$ ).

$$ez = 2,5mm$$

### **Cálculo de la longitud de corte.**

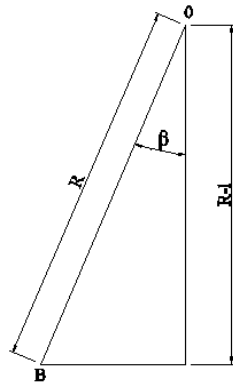
Espesor del material (MDF).

$$h = 15mm$$

---

<sup>24</sup> <http://www.bosch.com.mx/content/language1/downloads/Catalogo2010.pdf>

**Cálculo del ángulo  $\beta$ .**



**Figura 6.3 Esquema del ángulo  $\beta$ .**

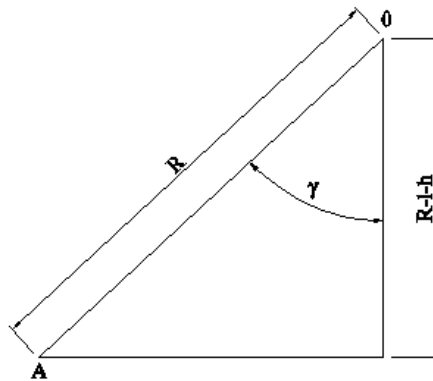
*Fuente: [Autor]*

$$\cos\beta = \frac{R - l}{R}$$

$$\cos\beta = \frac{0,127m - 0,01m}{0,127m}$$

$$\beta = 22,89^\circ$$

**Cálculo del ángulo  $\gamma$ .**



**Figura 6.4 Esquema del ángulo  $\gamma$ .**

*Fuente: [Autor]*

$$\cos\gamma = \frac{R - l - h}{R}$$

$$\text{Cos}\gamma = \frac{0,127m - 0,01m - 0,015m}{0,127m}$$

$$\gamma = 36,57^\circ$$

### Cálculo del ángulo $\alpha$ .

$$\alpha = \gamma - \beta$$

$$\alpha = 36,57^\circ - 22,89^\circ = 13,68^\circ$$

### Efecto de corte.

La longitud de corte utilizando la ecuación 2.1 es de:

$$L_c = \frac{13,68 * 0,127m * \pi}{180^\circ} = 0,03m$$

El espesor del corte de la viruta utilizando la ecuación 2.2 es de:

$$e_{cv} = \frac{60 * 0,2 m/s}{5000rpm * 80}$$

$$e_{cv} = 3x10^{-5}m$$

Donde el área del espesor de corte utilizando la ecuación 2.3 es de:

$$A_{ec} = 2 * 3x10^{-5}m * 0,03m$$

$$A_{ec} = 1,82x10^{-6}m^2$$

La resistencia al esfuerzo cortante<sup>25</sup> del pino (pino componente del MDF) es de 6,21MPa

---

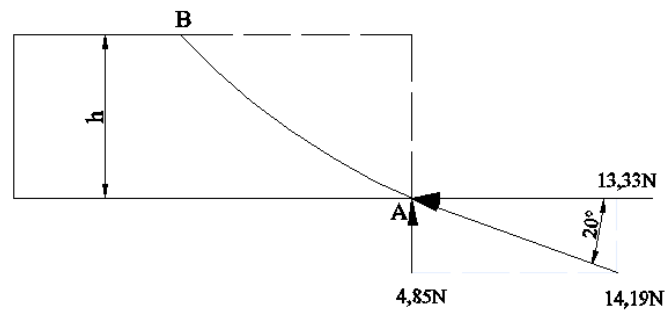
<sup>25</sup> Manual del Ingeniero Mecánico Euge A. Avallone Theodore Baumeister III 9<sup>na</sup> Edición Tomo 1, Pag 6-137, Tabla 6.7.2



La fuerza de corte utilizando la ecuación 2.4 es de:

$$F_{Corte} = 7,8 \text{ MN/m}^2 * 1,82 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_{Corte} = 14,19 \text{ N}$$



**Figura 6.5 Esquema de fuerzas actuantes por el disco sobre el tablero.**

*Fuente: [Autor]*

Utilizando la ecuación 2.5 se obtiene el torque de corte:

$$T_{corte} = 14,19 \text{ N} * 0,127 \text{ m}$$

$$T_{corte} = 1,80 \text{ Nm}$$

El tiempo que se tarda en arrancar un motor eléctrico es de 3,2 segundos<sup>26</sup>.

Utilizando la ecuación 2.6 se obtiene el área del disco:

$$A_{disco} = \frac{\pi * (0,242 \text{ m})^2}{4}$$

$$A_{disco} = 0,046 \text{ m}^2$$

El volumen del disco se obtiene con la ecuación 2.7 que es de:

$$V = 0,046 \text{ m}^2 * 0,0018 \text{ m} - \pi * \frac{0,0254^2}{4} * 0,0018$$

<sup>26</sup> <http://es.scribd.com/doc/36892677/motores-electrico>

$$V = 8,19 * 10^{-5} m^3$$

Donde la masa del disco utilizando la ecuación 2.8 es de:

$$m = 7800 \text{ Kg}/m^3 * 8,19 * 10^{-5} m^3$$

$$m = 0,63 \text{ Kg}$$

Utilizando la ecuación 2.9 se tiene la inercia del disco:

$$I = \frac{1}{2} * 0,63 \text{ Kg} * (0,121 \text{ m})^2 = 4,61 * 10^{-3} \text{ Kg m}^2$$

La aceleración centrípeta del disco se tiene con la ecuación 2.10:

$$\alpha = \frac{523,6 \text{ rad}/\text{seg}}{3,2 \text{ seg}} = 163,63 \text{ rad}/\text{seg}^2$$

Utilizando la ecuación 2.11 se obtiene el torque de arranque:

$$T_{\text{arranque}} = 4,61 * 10^{-3} \text{ Kg m}^2 * 163,63 \text{ rad}/\text{seg}^2$$

$$T_{\text{arranque}} = 0,75 \text{ Nm}$$

Sumando el torque de corte con el de arranque se tiene un total de:

$$T_{\text{total}} = T_{\text{corte}} + T_{\text{arranque}}$$

$$T_{\text{total}} = 1,80 \text{ N} + 0,75 \text{ Nm}$$

$$T_{\text{total}} = 2,55 \text{ Nm}$$

Donde la potencia utilizando la ecuación 2.12 se tiene:

$$Pot = 2,55 \text{ Nm} * 523,6 \text{ rad}/\text{seg}$$

$$Pot = 1335,18 \text{ Watts}$$

$$Pot = 1,78 \text{ HP}$$

El motor va a funcionar con una eficiencia<sup>27</sup> de 0,90% y se tiene una potencia de:

$$Pot = 1,78 * \frac{1}{0,90}$$

$$Pot = 2 \text{ HP}$$

Del catálogo WEG de motores monofásicos de corriente alterna seleccionamos un motor con una potencia de 2 HP. (Anexo B2).

➤ **Cálculo del diámetro del eje de la palanca.**

Esta palanca recibe el movimiento producido por el operador. Se selecciona de un material de acero ASTM A36<sup>28</sup>, que tiene las siguientes propiedades.

Módulo de elasticidad  $E = 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$ .

Resistencia a la fluencia  $S_y = 36 \text{ KPsi} = 247,69 \text{ MPa}$ .

Resistencia a la tensión  $S_{ut} = 54 \text{ KPsi} = 371,54 \text{ MPa}$ .

Sumando la masa del motor, del protector y de todos los elementos que se apoyan en el eje se obtiene la masa total que es de:

$$m = m_{motor} + m_{protector} + m_{eje, platos de disco} + m_{placa base} + m_{guia sujecion}$$

$$m = 45,75 \text{ lb} + 12 + 8,25 + 11 + 3 = 80 \text{ lb}$$

$$m = 36,36 \text{ Kg}$$

---

<sup>27</sup> Máquinas eléctrica y sistemas de potencia Wildi Theodore, Sexta edición Pag. 276

<sup>28</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 4<sup>ta</sup> Edición, tabla A-24

Por lo cual se tiene que:

$$W = m * g$$

Donde:  $g$  es la aceleración de la gravedad ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ).

$$W = 36,36 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 356,69 \text{ N}$$

Conocido el peso obtenemos la presión normal (N) entre las superficies en contacto con la utilización de la siguiente ecuación 2.13.

$$N = 356,69 \text{ N} * \text{Cos}9,97$$

$$N = 351,30 \text{ N}$$

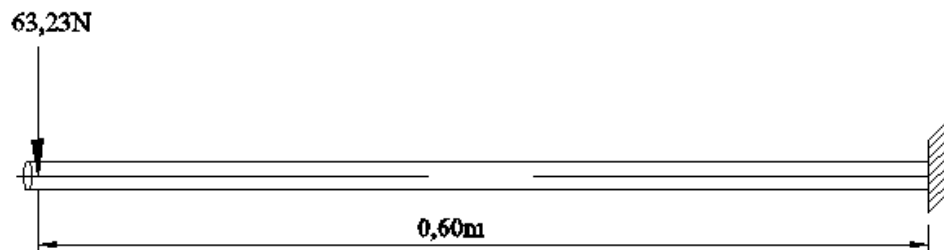
Utilizando la ecuación 2.14 se tiene la fuerza para superar la resistencia al rozamiento y la requerida por el operario para impulsar el mecanismo.

$$F = 351,30 \text{ N} * 0,18$$

$$F = 63,23 \text{ N}$$

El coeficiente de rozamiento ( $\mu$ ) seleccionamos del anexo B3.

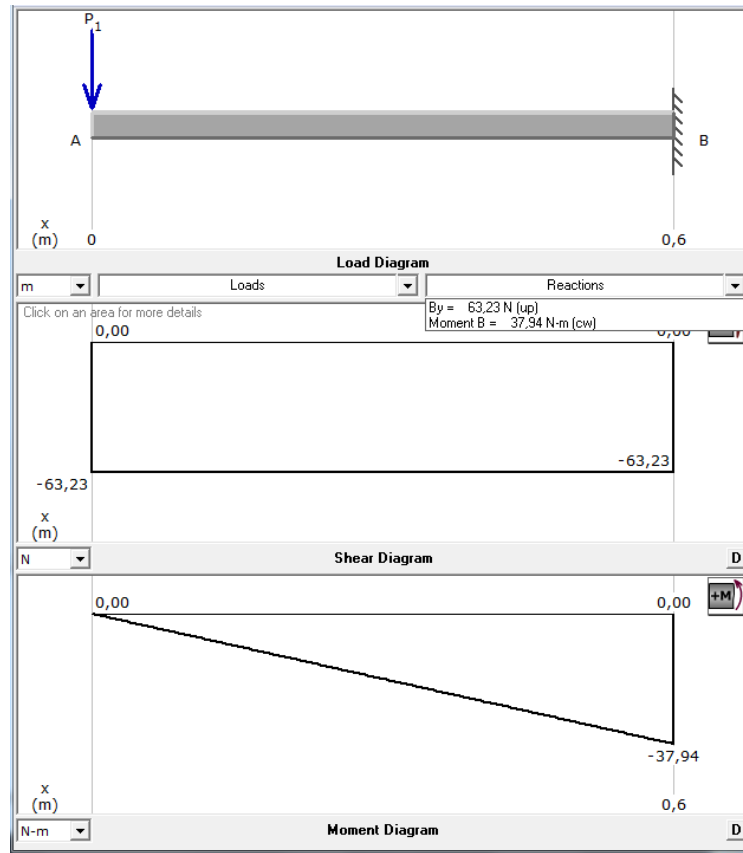
La fuerza ( $F$ ) que va a actuar sobre el eje se representa en el siguiente gráfico.



**Figura 6.6 Esquema de la fuerza actuante sobre el eje.**

**Fuente:** [Autor]

Diagrama de fuerza:



**Figura 6.7** Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores.

*Fuente:* [Autor]

Para el análisis se toma el momento que se encuentra en el punto crítico.

$$M_{max} = 37,94 \text{ Nm}$$

Tomamos un tubo de diámetro de 1 pulg y se procede calcular el factor de seguridad ( $n$ ), utilizando la ecuación 2.20:

$$n = \frac{248 * 10^6 \text{ Pa} * \pi(0,0254\text{m}^4 - 0,0194\text{m}^4)}{37,94\text{m} * 0,0254\text{m} * 32}$$

$$n = \frac{248 * 10^6 \text{ N} * \pi * 2,746 * 10^{-7} \text{ m}^4}{30,84 \text{ Nm}^4}$$

$$n = 6,9$$

### Deflexión del eje.

Utilizando la ecuación 2.17 se tiene la inercia que es:

$$I = \frac{\pi * ((0,0254m)^4 - (0,0194m)^4)}{64}$$

$$I = 1,35 \times 10^{-8} m^4$$

Para un eje en voladizo la deflexión máxima la calculamos utilizando la ecuación 2.21:

$$Y_{max} = -\frac{63,23Kg * (0,60m)^3}{3 * 2 \times 10^{11} Pa * 1,35 \times 10^{-8} m^4}$$

$$Y_{max} = -1,68 \times 10^{-3} m = -1,68 mm$$

Con el resultado obtenido se concluye que la deflexión no es tan significativa por lo que se selecciona el eje calculado.

#### ➤ **Diseño del eje impulsor de los elementos de corte.**

Según las características que se tiene de acuerdo a la fuerza realizada estará sometido a torsión y flexión combinadas.

Se selecciona un acero SAE 1018 <sup>29</sup> que tiene una resistencia de fluencia de:  $S_y = 370 MPa$ .

Las fuerzas actuantes sobre el eje son: la fuerza ejercida por el operario sobre la palanca que tiene un valor de  $F_0 = P_1 = 63,23 N$ , y la componente de la fuerza de corte producido en el disco que es de  $P_2 = 4,85N$ . Con los respectivos torques,  $T_1 = 37,94 Nm$  y  $T_2 = 1,23 Nm$ .

---

<sup>29</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 4<sup>ta</sup> Edición, tabla A-20.

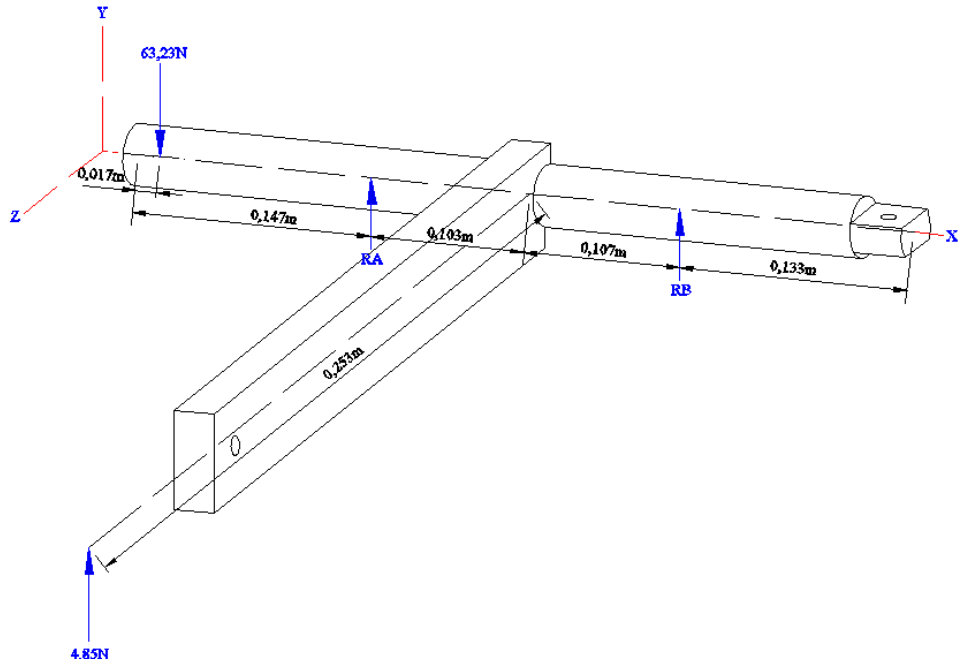


Figura 6.8 Esquema de fuerzas actuantes en el eje.

Fuente: [Autor]

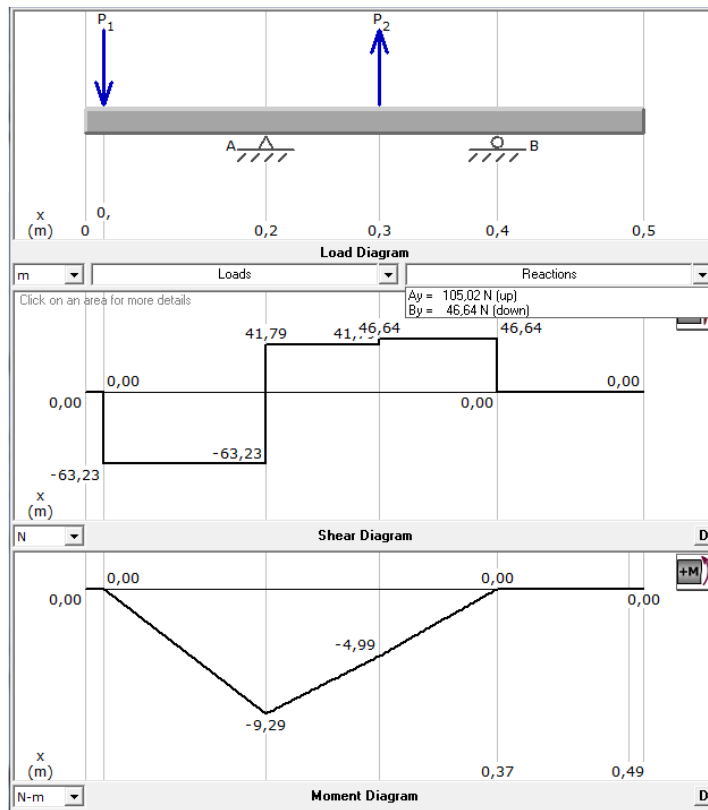


Figura 6.9 Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores.

Fuente: [Autor]

## Diseño estático

Para el análisis se considera el momento que se encuentra en el punto crítico.

$$M_{max} = 9,29 \text{ Nm}$$

El esfuerzo por flexión se tiene mediante la ecuación 2.22:

$$\sigma_a = \frac{32 * 9,29 \text{ Nm}}{\pi * d^3}$$

$$\sigma_a = \frac{94,63 \text{ Nm}}{d^3}$$

El torque del eje se tiene mediante la ecuación 2.23 es de:

$$\tau_m = \frac{16 * 36,71 \text{ Nm}}{\pi * d^3} = \frac{186,96 \text{ Nm}}{d^3}$$

Utilizando la ecuación 2.24 (Ecuación de Von Misses) se tiene:

$$\sigma_{eq_a} = \sigma_a = \frac{94,63 \text{ Nm}}{d^3}$$

Utilizando la ecuación 2.25 se tiene:

$$\sigma_{eq_m} = \sqrt{3 * \left( \frac{186,96 \text{ Nm}}{d^3} \right)^2}$$

$$\sigma_{eq_m} = \sigma_m = \frac{323,82 \text{ Nm}}{d^3}$$

Asumiendo un factor de seguridad de  $n = 6$  y reemplazando los valores de  $\sigma_{eq_a}$  y  $\sigma_{eq_m}$  en  $\sigma_{Total}$  de la ecuación 2.19 se tiene:

$$\frac{94,63 \text{ Nm}}{d^3} + \frac{323,82 \text{ Nm}}{d^3} = \frac{S_y}{n}$$



Despejando el diámetro se tiene:

$$d = \sqrt[3]{\frac{418,45Nm * 6}{3700000000Pa}}$$

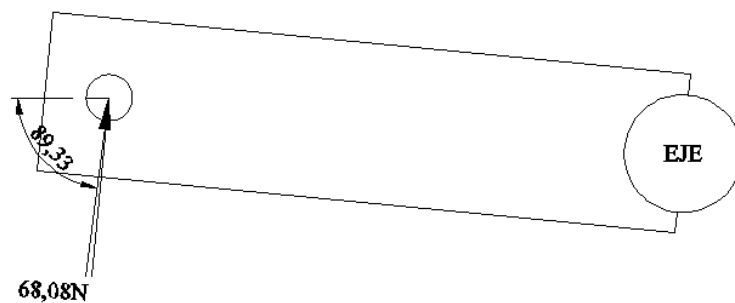
$$d = 0,019m \cong 3/4 in$$

Seleccionamos este eje con un factor de seguridad alto debido por la seguridad de la máquina.

➤ **Diseño de la barra impulsora.**

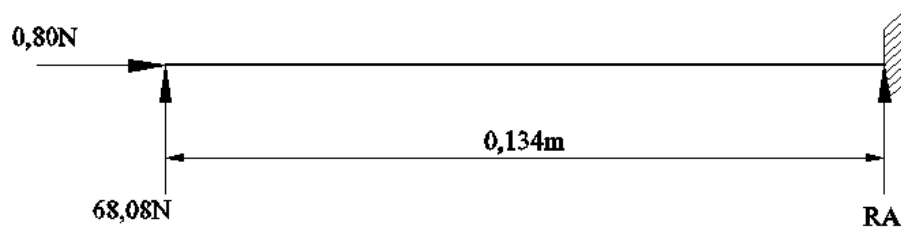
Esta palanca recibe el movimiento producido por el eje impulsor. Se selecciona el acero ASTM A36.

Las fuerzas actuantes sobre la barra son: la producida por la componente de la fuerza de corte que tiene un valor de  $F = 4,85 N$ , la fuerza que se necesita para vencer el rozamiento  $F = 63,23N$ .



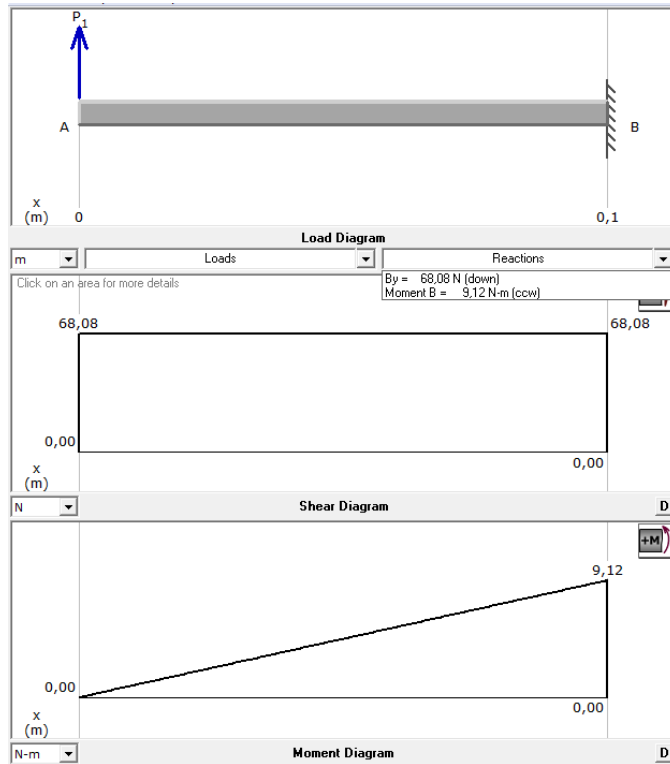
**Figura 6.10 Diagrama de cuerpo libre.**

*Fuente: [Autor]*



**Figura 6.11 Esquema de fuerzas actuantes.**

*Fuente: [Autor]*



**Figura 6.12** Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores.

**Fuente:** [Autor]

$$M_{max} = 9,12 \text{ Nm}$$

Utilizando la ecuación 2.28 se tiene:

$$\sigma_{Flexion} = \frac{6 * 9,12 \text{ Nm}}{bh^2}$$

$$\sigma_{Flexion} = \frac{54,72 \text{ Nm}}{bh^2}$$

Mediante la utilización de la ecuación 2.29 se tiene:

$$\sigma_{Axial} = \frac{0,80 \text{ N}}{bh}$$

Reemplazando los valores de la ecuación 2.28 y 2.29 en la ecuación 2.24 se tiene:

$$\sigma_{eq} = \sigma_a = \sqrt{\left(\frac{54,72Nm}{bh^2} + \frac{0,80N}{bh}\right)^2}$$

Remplazando en la ecuación 2.19 se tiene:

$$\frac{54,72Nm}{bh^2} + \frac{0,80N}{bh} = \frac{S_y}{n}$$

Asumiendo un factor de seguridad de 29,5 y si se toma una placa de  $h = 0,03 m$ , tenemos que:

$$\frac{60800Nm}{b} + \frac{26,67N}{b} = \frac{247,69 MPa}{29,5}$$

Despejando b se tiene:

$$b = 0,0072m \cong 8mm$$

### **Deflexión de la barra.**

Utilizando la ecuación 2.27 se tiene la inercia de:

$$I = \frac{0,008 * (0,03)^3}{12} = 1,8x10^{-8}m^4$$

Para un eje en voladizo la deflexión máxima la calculamos utilizando la ecuación 2.21:

$$Y_{max} = -\frac{68,08Kg * (0,134m)^3}{3 * 2x10^{11}Pa * 1,8x10^{-8}m^4}$$

$$Y_{max} = -1,55x10^{-5}m$$

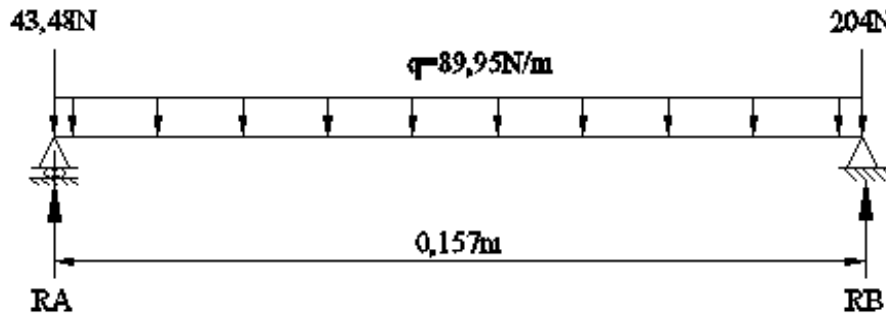
$$Y_{max} = -0,015 mm$$

Con el resultado obtenido se concluye que la deflexión es insignificante por lo que se selecciona la barra calculada.

➤ **Diseño del eje desplazante de los elementos de corte.**

Las fuerzas actuantes sobre la placa es el peso: del motor, de la placa base, del protector, y del disco. Para el diseño se tomará un acero SAE 1018, ( $S_y = 370MPa$ ).

Con las mencionadas fuerzas se procede calcular las reacciones en la placa para por consiguiente proceder dimensionar el eje.



**Figura 6.13 Esquema de fuerzas actuantes sobre la placa.**

*Fuente: [Autor]*

Cálculo de las reacciones sobre la placa.

$$\sum M_A = 0$$

$$-(R_B * 0,157m) + (204N * 0,157m) + (89,95 N/m * 0,0785m) = 0$$

$$R_B = \frac{39,09Nm}{0,157m}$$

$$R_B = 248,98N$$

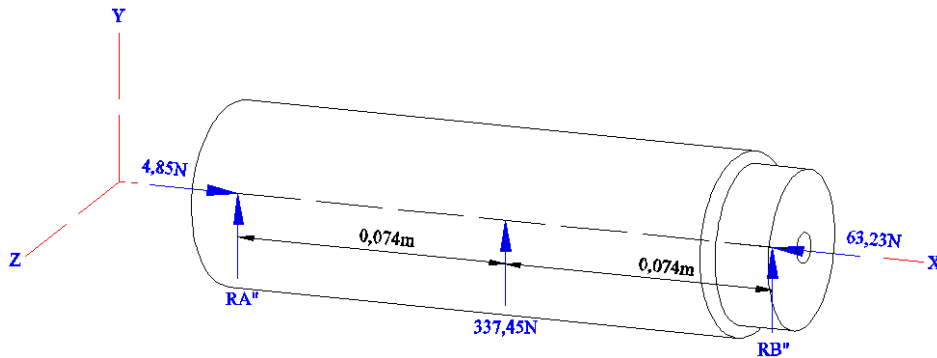
$$\sum M_B = 0$$

$$(R_A * 0,157N) - (43,48N * 0,157m) - (89,95 N/m * 0,0785m) = 0$$

$$R_A = \frac{13,89Nm}{0,157m}$$

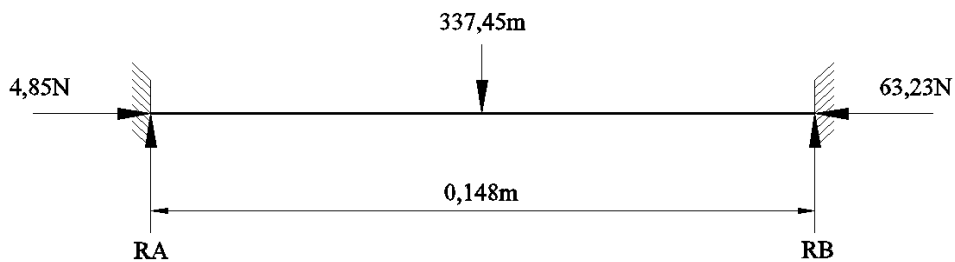
$$R_A = 88,47N$$

Las fuerzas actuantes sobre el eje es el momento flector que es de 1,067Nm, es la ocasionada por una de las componentes de la fuerza de corte, y la fuerza de reacción producida por la placa que es de 337,45N.



**Figura 6.14 Esquema de fuerzas actuantes en el eje.**

*Fuente: [Autor]*



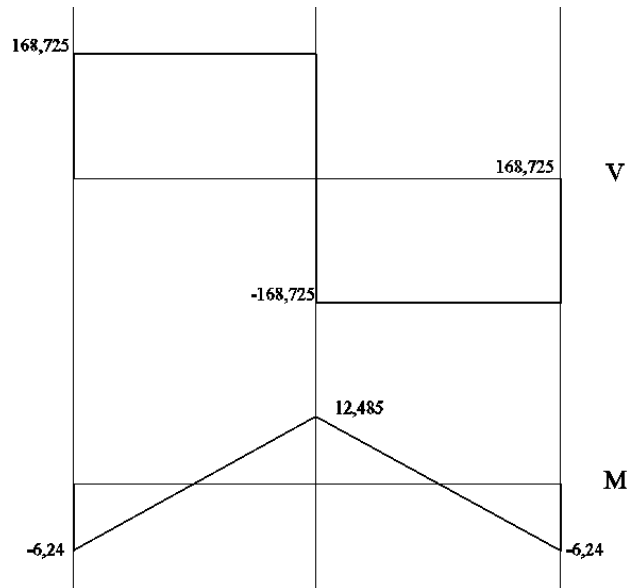
**Figura 6.15 Diagrama de cuerpo libre.**

*Fuente: [Autor]*

Las reacciones son:

$$R_A = R_B = \frac{F}{2} = \frac{337,45N}{2}$$

$$R_A = R_B = 168,72N$$



**Figura 6.16** Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores.

*Fuente:* [Autor]

Aplicando la ecuación 2.31 se tiene el momento máximo:

$$M_{max} = \frac{337,45N}{8} (4 * 0,074m - 0,148m)$$

$$M_{max} = 6,24Nm$$

El esfuerzo por flexión y axial se tiene mediante la ecuación 2.22 y 2.29:

$$\sigma_a = \frac{32 * 6,24Nm}{\pi * d^3} + \frac{74,33N}{d^2}$$

Utilizando la ecuación 2.24 (Ecuación de Von Mises) se tiene:

$$\sigma_{eq_a} = \sigma_a = \frac{63,56 Nm}{d^3} + \frac{74,33N}{d^2}$$

El análisis del eje se lo realizará en el diámetro menor, asumiendo  $d = 0,021m$  y reemplazando los valores de  $\sigma_{eq_a}$  en la ecuación 2.19 se tiene:

$$\frac{63,56 Nm}{d^3} + \frac{74,33N}{d^2} = \frac{S_y}{n}$$

$$n = 52$$

### **Análisis por deflexión**

Utilizando la ecuación 2.32 se tiene la inercia que es:

$$I = \frac{\pi * 0,21^4}{64} = 9,55x10^{-5}m^4$$

Para un eje de doble empotramiento con carga en el centro la deflexión máxima la calculamos utilizando la ecuación 2.33:

$$Y_{max} = -\frac{337,45N * (0,148m)^3}{192 * 370x10^6Pa * 9,55x10^{-5}m^4}$$

$$Y_{max} = -1,6x10^{-7}m = -0,0000036 mm$$

El factor de seguridad es alto pero con el eje seleccionado se tiene una deformación mínima y por estética para el diámetro mayor se selecciona un diámetro de 0,038mm.

#### **➤ Selección de la banda y de la polea**

Se tiene un motor de de 2 HP que tiene una velocidad de 3520 rpm y debido a condiciones de espacio se asume el diámetro de la polea mayor (55,2 mm) y la distancia entre centros (214 mm).

Del anexo B4 se tiene que el factor de servicio es de: 1,3.

El factor de diseño es de  $n_d = 1$

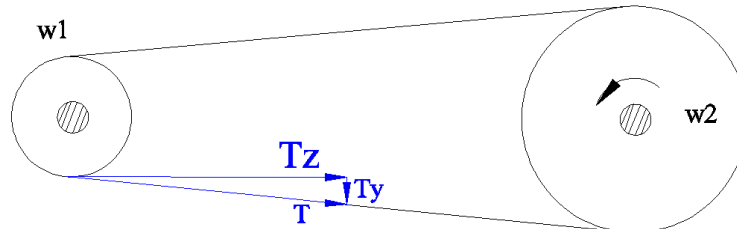
Donde la potencia de diseño Pd es de:

$$Pd = Pn * Ks * n_d$$

$$Pd = 1,87*1,3*1$$

$$Pd = 2,43 \text{ Hp}$$

Con la potencia de diseño y el número de rpm, se selecciona el tipo de banda (Anexo B5). Por tanto se sugiere utilizar una banda de tipo A.



**Figura 6.17 Esquema de las tensiones actuantes en la banda.**

*Fuente: [Autor]*

Cálculo de relación de transmisión de velocidad  $k$ :

$$k = \frac{w_1}{w_2} = \frac{D}{d}$$

Donde:

$w_1$  = velocidad de la polea menor

$w_2$  = velocidad de la polea mayor

$$k = \frac{5000}{3520}$$

$$k = 1,42$$

Por tanto la polea menor es de:

$$d = \frac{D}{k}$$

$$d = 38,9$$



La longitud primitiva teórica de la correa se determina con la ecuación 2.34:

$$L_p = 2 * 241 \text{ mm} + 1,57(55,2 \text{ mm} + 38,6 \text{ mm}) + \frac{(55,2 \text{ mm} - 38,9 \text{ mm})^2}{4 * 241 \text{ mm}}$$

$$L_p = 630 \text{ mm} = 24,8 \text{ pulg}$$

Donde:

$$L = 24,8 - L_c = 24,8 - 1,8$$

$$L = 23$$

La longitud de banda seleccionada es de 23 pulg.

Sabiendo que  $\frac{D-d}{c} = \frac{55,2\text{mm} - 38,9\text{mm}}{241\text{mm}} = 0,068$  del anexo B6 interpolando se tiene que el factor de corrección del ángulo de contacto es de  $K_1 = 0,993$ .

Del anexo B7 se tiene el factor de corrección de longitud  $K_2 = 0,85$ .

La potencia tabulada se determina del anexo B8 para un diámetro de polea de 1,53 pulg y una velocidad de 50000 rpm;  $H_{tab} = 1,39$  donde:

Donde la potencia admisible se calcula aplicando la ecuación 2.35:

$$Pa = 0,993 * 0,85 * 1,39$$

$$Pa = 1,17$$

De aquí se determina el número de bandas aplicando la ecuación 2.36:

$$\# \text{ de bandas} = \frac{2,43 \text{ hp}}{1,17 \text{ hp}}$$

$$\# \text{ de bandas} = 2$$

Por lo tanto se necesitarían 2 bandas tipo A23, sin embargo se re calculará para una banda de sección B debido a que no existe espacio suficiente para la ubicación de las poleas de doble canal.

Del anexo B7 se tiene el factor de corrección de longitud  $K_2 = 0,85$ .

Del anexo B8 se tiene la potencia tabulada:  $H_{tab} = 2,76$

Y aplicando la ecuación 2.35 se tiene que la potencia admisible es de:

$$P_a = 0,993 * 0,85 * 2,76 = 2,33 \text{ hp}$$

$$\# \text{ de bandas} = \frac{2,43 \text{ hp}}{2,33 \text{ hp}}$$

$$\# \text{ de bandas} = 1$$

Se determina que se tomará una banda de tipo B23 para la transmisión de potencia. El ángulo envolvente de la banda calculamos con la ecuación 2.37:

$$\theta = 180^\circ - 2 \arcsen \left( \frac{55,2 \text{ mm} - 38,9 \text{ mm}}{2 * 241} \right)$$

$$\theta = 176,12^\circ$$

Donde:

$$2\theta_1 = 180 - \theta$$

$$\theta_1 = 3,88^\circ$$

El ángulo de abrazamiento se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\beta = 180 + 2\theta_1$$

$$\beta = 187,76^\circ = 3,2 \text{ rad}$$

La velocidad tangencial de la correa se obtiene con la ecuación 2.38

$$V = \frac{\pi * 2,17 * 3520rpm}{12} = 1999,73 \text{ pies}/\text{min}$$

Mediante la ecuación 2.39 se calcula la tensión  $T_1$  en la polea.

$$2hp = \frac{(T_1 - T_2)1999,73}{33000}$$

$$T_1 - T_2 = 33 \Rightarrow T_1 = 33 + T_2$$

La tensión  $T_2$  se calcula con la ecuación 2.40, donde el coeficiente de rozamiento tomamos del Anexo B3.

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{0,4*3,2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 3,6$$

Reemplazando  $T_2$  en la ecuación  $T_1$  se tiene:

$$T_1 = 33 + \frac{T_1}{3,6}$$

$$T_1 = 45,64Kg; T_2 = 12,68Kg$$

La pretensión en la banda aplicando la ecuación 2.41 va ser de:

$$Fi = \frac{F1 + F2}{2}$$

$$Fi = \frac{45,64Kg + 12,68Kg}{2} = 29,16Kg$$

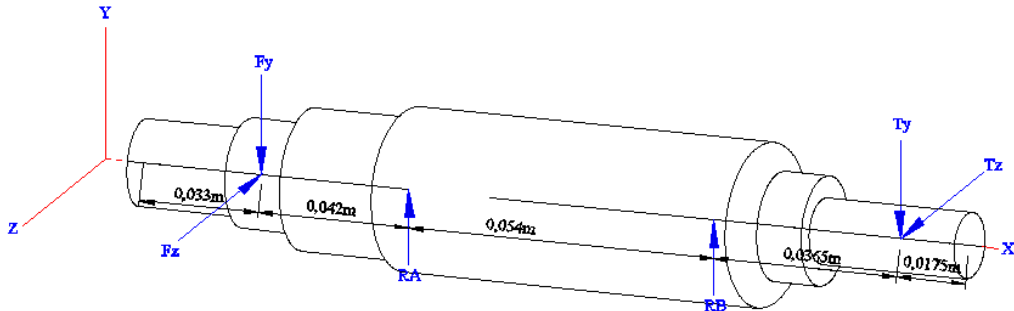
### ➤ Diseño del eje principal

Para el dimensionamiento del eje se toma en cuenta lo siguiente: el acoplamiento de una polea en uno de sus extremos, el movimiento del disco cortador y se toma en cuenta la disposición de dos rodamientos.

Cálculo de las reacciones.

$$T_z = (T_1 + T_2)\text{Cos}\theta_1 = 58,27\text{Kg} = 571,63\text{N}$$

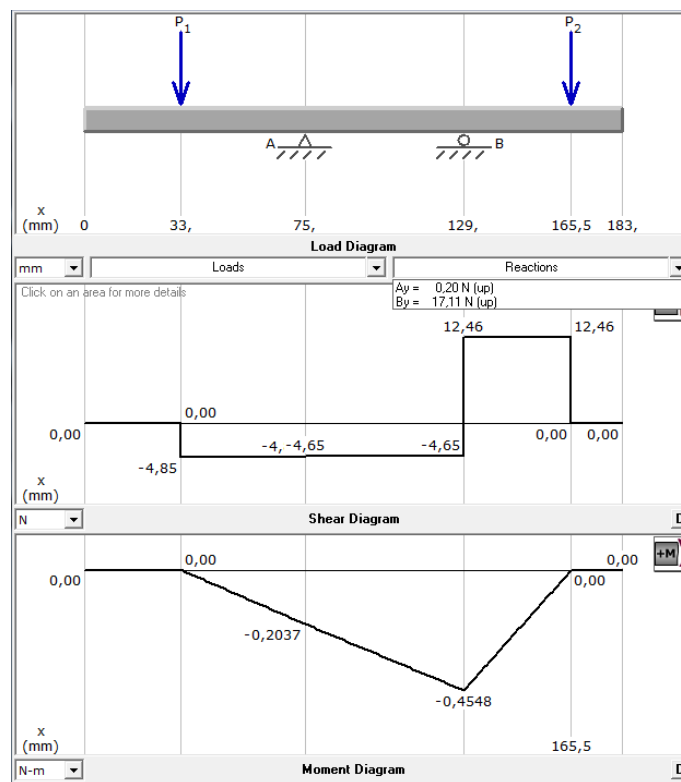
$$T_y = (T_1 - T_2)\text{Sen}\theta_1 = 1,27\text{Kg} = 12,46\text{N}$$



**Figura 6.18** Diagrama de fuerzas del eje.

*Fuente:* [Autor]

Se tiene la componente  $F_y = P_1 = 4,85\text{N}$  que es provocado por la fuerza de corte y la componente de la tensión  $T_y = P_2 = 12,46\text{N}$  provocada por la banda.



**Figura 6.19** Diagrama de fuerzas del eje en el plano XY.

*Fuente:* [Autor]

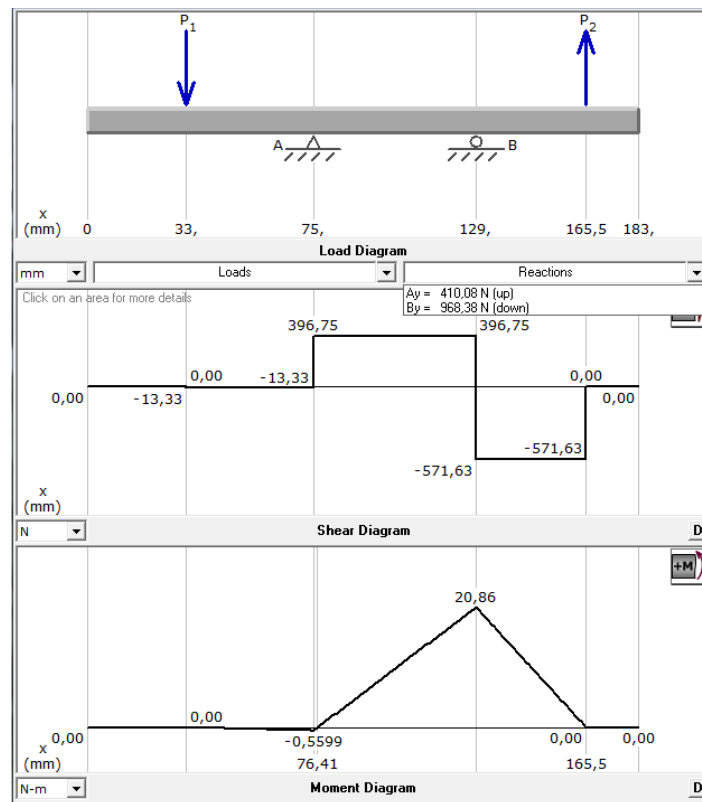
Donde se tiene las siguientes reacciones:

$$R_{Ay} = 0,20\text{N}$$

$$R_{By} = 17,11\text{N}$$

$$M_y = 0,455\text{Nm}$$

Se tiene la componente  $F_z = P_1 = 13,33\text{N}$  que es provocado por la fuerza de corte y la componente de la tensión  $T_z = P_2 = 571,63\text{N}$  provocada por la banda.



**Figura 6.20 Diagrama de fuerzas del eje en el plano XZ.**

*Fuente: [Autor]*

Y se tiene las reacciones:

$$R_{Az} = 410,08\text{N}$$

$$R_{Bz} = -968,38\text{N}$$

$$M_z = 20,86Nm$$

### Diseño del eje a fatiga

Los esfuerzos sometidos a flexión y torsión obtenemos con la ecuación 2.22 y 2.23, respectivamente.

$$\sigma_a = \frac{32 * 20,86Nm}{\pi * d^3}$$

$$\sigma_a = \frac{212,48Nm}{d^3}$$

El torque  $T = 10,28 Nm$  es el resultado de una de las componente de la fuerza de corte y de la tensión  $T_z$  ocasiona por la banda.

$$\tau_m = \frac{16 * 10,28 Nm}{\pi * d^3} = \frac{52,36 Nm}{d^3}$$

Aplicando la ecuación de la distorsión 2.24 y 2.25 respectivamente se tiene:

$$\sigma_a = \frac{212,48 Nm}{d^3}$$

$$\sigma_m = \frac{90,69 Nm}{d^3}$$

Los elementos de máquinas sometidos a fatiga están sometidos a ciertas variables descritas a continuación.

$$Se' = 0,5 * S_{ut}$$

$$Se' = 0,5 * 440MPa = 220MPa$$

### Donde:

$S_e$  = Límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico

$S_{e'}$  = Límite de resistencia a la fatiga de la muestra de la viga rotatoria

Los factores modificativos del límite a fatiga para el eje son:

**Factor de superficial ( $k_a$ )**<sup>30</sup>.

Depende del factor de acabado superficial para este caso se tiene que en el eje se ha realizado un esmerilado para lo cual se tiene los valores de  $a = 1,52MPa$  y  $b = -0,085$  donde:

$$k_a = aS_{ut}^b = 2,58MPa(440MPa)^{-0,058}$$

$$k_a = 0,94$$

**Factor de tamaño ( $Kb$ )**<sup>31</sup>.

$$Kb = 1,189d^{-0,097} = 0,869 * 35^{-0,097}$$

$$Kb = 0,84$$

**Factor de confiabilidad ( $Kc$ )**<sup>32</sup>.

Para una confiabilidad de 99% se tiene un valor de 0,814.

**Factor de temperatura ( $Kd$ )**<sup>33</sup>.

Para este caso como no se va a trabajar a altas temperaturas se considera el valor de 1.

**Factor de efectos varios ( $k_f$ )**

La sensibilidad de la muesca (Anexo B9) que corresponde a un  $r = 0,16$  es de  $q = 0,75$ .

---

<sup>30</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 4<sup>ta</sup> Edición, pag, 318, tabla 7-4

<sup>31</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 3<sup>ra</sup> Edición, pag, 313

<sup>32</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 3<sup>ra</sup> Edición, pag, 319, tabla 7-7

<sup>33</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 3<sup>ra</sup> Edición, pag, 321

Para calcular el factor de concentración de esfuerzos (**kt**) el diámetro mayor es de 35 mm y el diámetro menor es de 30 mm además el radio de filete es de 2,5 mm y se tiene las siguientes relaciones  $D/d = 1,2$ ;  $r/d = 0,1$  con estos datos del (Anexo B10) se tiene que:

$$kt \cong 1,3$$

Donde el factor de efectos varios es de:

$$k_f = 1 + (kt - 1)q$$

$$k_f = 1 + (1,3 - 1)0,75$$

$$k_f = 1,225$$

**Factor de reducción de la resistencia a la fatiga ( $k_e$ )**

$$k_e = \frac{1}{k_f}$$

$$k_e = 0,82$$

Reemplazando los valores en la ecuación 2.42 se tiene:

$$S_e = 0,94 * 0,84 * 0,814 * 1 * 0,82 * 1,225 * 220MPa$$

$$S_e = 142,04MPa$$

Reemplazando en la ecuación 2.43 de Soderberg se tiene un factor de seguridad de:

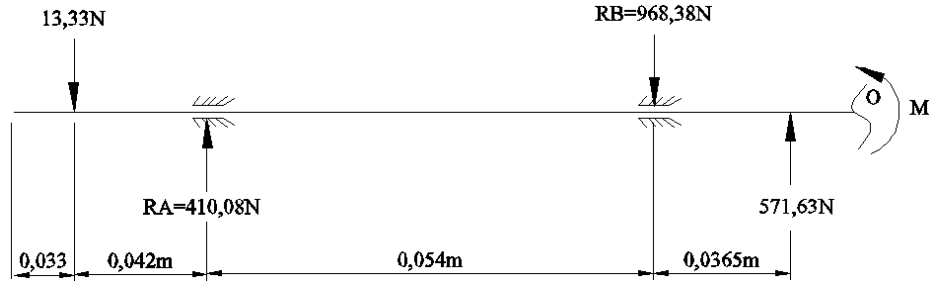
$$n = \frac{1}{\frac{\frac{212,48Nm}{(0,035m)^3}}{142,04 \times 10^6 N/m^2} + \frac{\frac{90,69Nm}{(0,035m)^3}}{370 \times 10^6 N/m^2}}$$

$$n = 24$$



## Deflexión del eje

Mediante el método de integración se calcula la deflexión en la viga.



**Figura 6.21** Diagrama de fuerzas del eje en el plano XZ.

*Fuente:* [Autor]

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$EIy'' = -13,33(x - 0,033) + 410,08(x - 0,075) - 968,38(x - 0,129) + 571,63(x - 0,1655)$$

$$EIy' = -6,66(x - 0,033)^2 + 205,04(x - 0,075)^2 - 484,19(x - 0,129)^2 + 285,81(x - 0,1655)^2 + C_1 \quad \text{Ec. 6.1}$$

$$EIy = -2,22(x - 0,033)^3 + 68,34(x - 0,075)^3 - 161,39(x - 0,129)^3 + 95,27(x - 0,1655)^3 + C_1x + C_2 \quad \text{Ec. 6.2}$$

Condición de extremos:

Cuando:  $x = 0,075 \Rightarrow y = 0$ , y reemplazando en la ecuación 6.2 se tiene:

$$0 = -0,00016 + 0,075C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 = 0,00016 - 0,075C_1 \quad \text{Ec. 6.3}$$

Cuando:  $x = 0,129 \Rightarrow y = 0$  y reemplazando en la ecuación 6.2 se tiene:

$$0 = -0,0019 + 0,01 + 0,129C_1 + C_2 \Rightarrow C_1 = -0,062 - 7,752C_2 \quad \text{Ec. 6.4}$$

Reemplazando la ecuación 6.4 en 6.3 se tiene que:

$$C_2 = 0,00016 - 0,075(-0,062 - 7,752C_2)$$

$$C_2 = 0,00016 + 0,0046 + 0,581C_2 \Rightarrow C_2 = 0,011$$

Reemplazando  $C_2$  en la ecuación 6.4 se tiene que:

$$C_1 = -0,062 - 7,752(0,011)$$

$$C_1 = -0,147$$

Cuando  $x = ? \Rightarrow y' = 0$

Despejando  $x$  de la ecuación 6.1 se tiene:  $(0,075 < x < 0,129)$

$$0 = -6,66(x^2 - 0,066x + 0,001) + 205,04(x^2 - 0,15x + 0,0056) - 0,147$$

$$0 = -6,66x^2 + 0,439x - 0,0073 + 205,04x^2 - 30,75x + 1,148 - 0,147$$

$$0 = 198,38x^2 - 30,31x + 0,993$$

Donde aplicando la siguiente ecuación se encuentra el valor de  $x$ :

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \text{Ec. 6.5}$$

$$x = 0,105$$

Reemplazando en la ecuación 6.2 se tiene que:

$$EIy = -2,22(0,105 - 0,033)^3 + 68,34(0,105 - 0,075)^3 + 0,105(-0,147) + 0,011$$

$$EIy = 0,027$$

A continuación se procede a verificar la deflexión en los extremos, reemplazando cuando  $x = 0$ ,  $y$  se tiene:

$$EIy = C_2 = 0,011$$

Y cuando  $x = 0,183 \Rightarrow y = ?$  reemplazando en la ecuación 6.2 se tiene que:

$$\begin{aligned} EIy = & -2,22(0,183 - 0,033)^3 + 68,34(0,183 - 0,075)^3 \\ & - 161,39(0,183 - 0,129)^3 + 95,27(0,183 - 0,1655)^3 \\ & + 0,183C_1 + C_2 \end{aligned}$$

$$EIy = 0,037$$

La mayor deflexión se produce cuando  $x = 0,183$  por lo que se analiza en este punto.

Aplicando la ecuación 2.32 se tiene que la inercia de la sección tubo cuadrado seleccionado es de:

$$I = \frac{\pi * (0,035m)^4}{64} = 7,37x10^{-8}$$

Donde:

$$y = \frac{0,037Nm^3}{(205 * 10^9 N/m^2)(7,37x10^{-8}m^4)}$$

$$y = 2,44 * 10^{-6}m = 2,44 * 10^{-3}mm$$

Con el resultado obtenido se concluye que la deflexión es mínima por lo que se selecciona el eje calculado.

### ➤ Selección de rodamientos

El diseño se lo hace en el rodamiento que soporta mayor carga en este caso se tiene en el punto B.

$$R_B = \sqrt{R_{By}^2 + R_{Bz}^2}$$

$$R_B = \sqrt{(15,87N)^2 + (968,38)^2}$$

$$R_B = 968,51N$$

Se toma en cuenta también el número de revoluciones del eje que es de 5000 rpm, el número de horas de trabajo de la máquina  $L_{10h} = 8000h$  (Ver Anexo B11).

$$F_r = R_B = 968,51N$$

El comportamiento de un rodamiento está determinado por la carga dinámica la misma que se calculará con la ecuación 2.44. Por lo que se tiene una carga netamente radial la ecuación 2.44 queda de la siguiente manera:

La siguiente igualdad se produce ya que la carga axial (pesos de polea, disco de corte y eje) es despreciable en comparación a la carga real.

$$P = F_r$$

Para determinar las dimensiones de un rodamiento estáticamente, se calcula la capacidad de carga estática  $C_o$  con la ecuación 2.45:

Donde;  $f_s = 1,5$  <sup>34</sup>

$$C_o = 1,5 * 968,51N$$

$$C_o = 1452,77N$$

La capacidad de carga dinámica requerida calculamos mediante la ecuación 2.46 donde:

$p = 3$ ; Para rodamientos de bolas.

$a_1 = 1$ ; Para una confiabilidad de  $R = 90$ .

Para obtener el factor  $a_{23}$  se utiliza el siguiente procedimiento:

---

<sup>34</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 4<sup>ta</sup> Edición, pag, 525, tabla 11-6

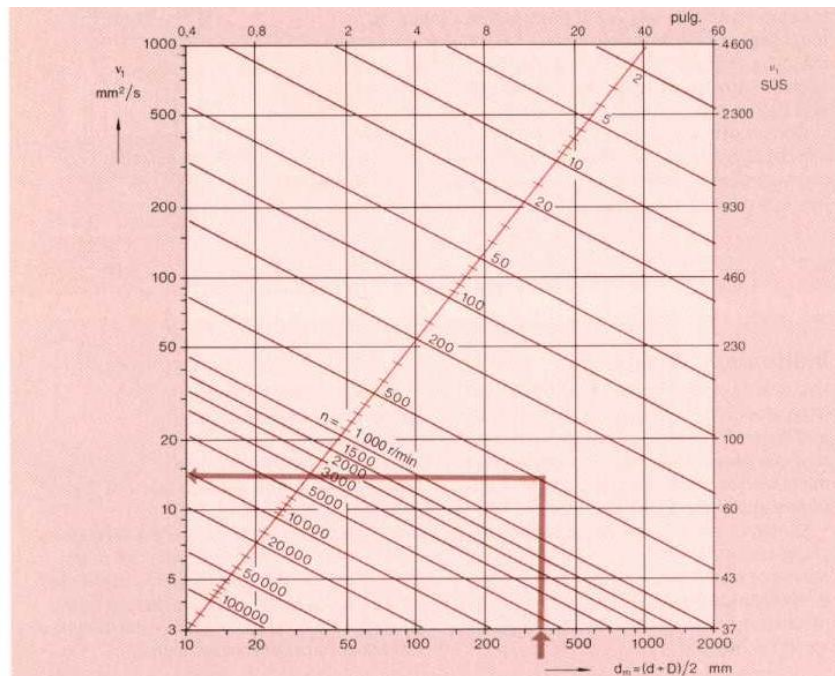
Se escoge del catálogo SKF, un rodamiento con la designación 6007 con las siguientes dimensiones y capacidades:  $C = 15900N$ ,  $C_o = 8500N$ ,  $d = 35mm$ ,  $D = 62mm$  y  $B = 14mm$

$$d_m = \frac{d + D}{2}$$

$$d_m = \frac{35 + 62}{2}$$

$$d_m = 48,5mm$$

El siguiente diagrama es para la utilización de aceite mineral del cual con el valor de  $d_m$  procedemos a calcular  $v_1$  de la siguiente figura:



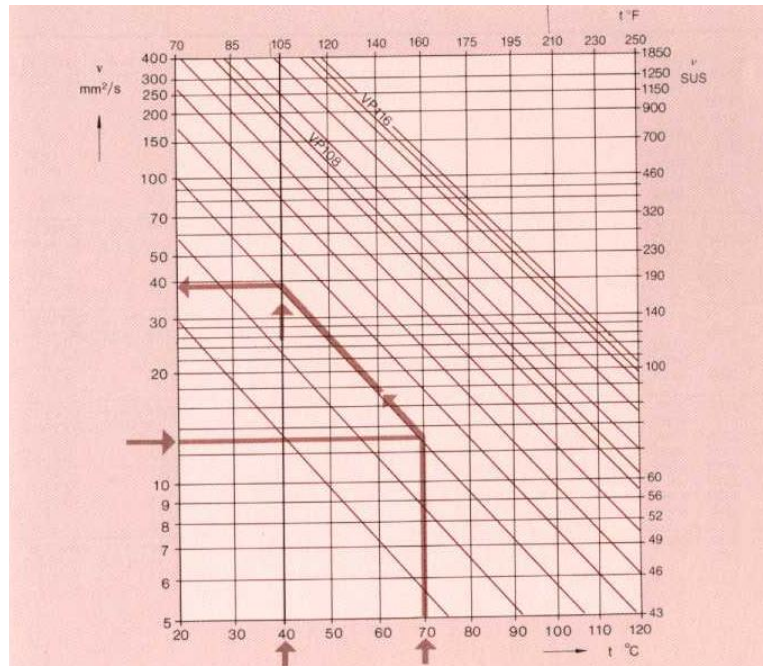
**Figura 6.22 Diagrama para determinar  $v_1$ .**

**Fuente:** [Catálogo SKF]

Donde:

$$v_1 = 9,5 mm^2/seg$$

Con una temperatura de  $40^\circ C$  y asumiendo un incremento de hasta  $60^\circ C$  de la siguiente figura se tiene que  $v$  es:



**Figura 6.23 Diagrama para determinar  $v$ .**

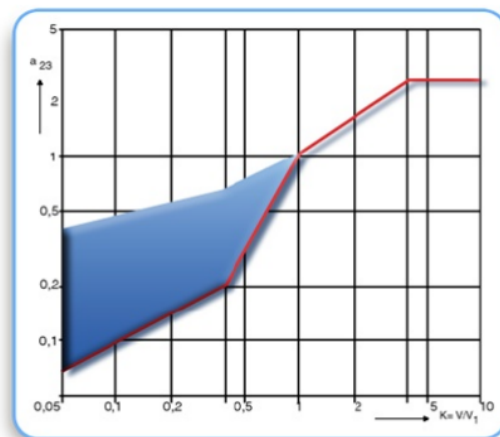
*Fuente: [Catálogo SKF]*

$$v = 17 \text{ mm}^2/\text{seg}$$

$$k = v/v_1$$

$$k = \frac{17}{9,5} = 1,8$$

Y de la siguiente grafica se obtiene el factor  $a_{23}$ :



$$K = \frac{V}{V_1}$$

$a_{23}$  se aplica en el cálculo de vida del rodamiento y para verificar el estado del lubricante y la influencia del mismo en la vida útil del rodamiento.

**Figura 6.24 Factor kappa – cálculo de vida nominal ajustado.**

*Fuente: [Catálogo SKF]*

Donde  $a_{23} = 1,5$  y aplicando la ecuación 2.46 se tiene la capacidad de carga dinámica.

$$C = 981,18 \sqrt[3]{\frac{8000 * 5000 * 60}{1000000 * 1 * 1,5}}$$

$$C = 11475,9 \text{ N}$$

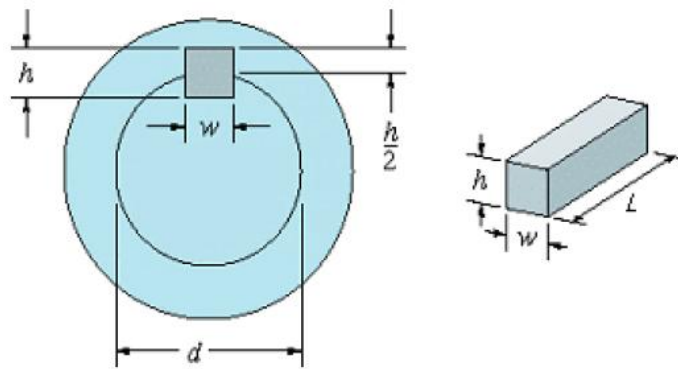
Las condiciones para que el rodamiento seleccionado trabaje en condiciones óptimas es el siguiente:

$$C_{o_{req}} \leq C_{o_{tab}}$$

$$C_{req} \leq C_{tab}$$

Como se puede apreciar, el rodamiento seleccionado cumple con las condiciones requeridas.

➤ **Cálculo de la chaveta y chavetero**



**Figura 6.25 Chavetas rectangulares o paralelepípedos.**<sup>35</sup>

$$P = 2hp = 152,1 \text{Kgf} \cdot \text{m}/\text{seg}$$

$$n = 1735 \text{ rev}/\text{min} = 181,68 \text{ rad}/\text{seg}$$

$$P = T * n$$

<sup>35</sup> <http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/elementosdemaquinas/cap07-01.pdf>

La fuerza que va ejercer sobre los elementos se calcula por medio de la ecuación 2.47:

$$F_{chaveta} = \frac{152,1Kg \text{ m/seg}}{0,008m * 181,68 \text{ rad/seg}} = 104,65Kg$$

Material de la chaveta

$$\text{Acero A36 } S_y = 36Kpsi = 25,31 \text{ Kg/mm}^2$$

$$S_{sy} = 0,577 * S_{ychavet}$$

$$S_{sy} = 14,603 \text{ Kg/mm}^2$$

#### **Análisis de la chaveta a corte**

$$\tau_{diseño} = \frac{F_{chaveta}}{Ac}$$

Con la ecuación 2.48 calculamos la longitud de la chaveta:

$$l = \frac{104,65Kg * 16}{4,76mm * 14,603 \text{ Kg/mm}^2}$$

$$l = 24,1mm$$

Con una chaveta de longitud de 24mm será suficiente.

#### **Análisis del chavetero a aplastamiento**

$$\sigma_{aplas} = \frac{p}{b.L} \leq [\sigma_{aplas}]$$

El material del eje es SAE 1018.



$$S_y = 370M \text{ MN}/m^2 = 37,72 \text{ Kg}/mm^2$$

$$[\sigma_{aplas}] = 0,9S_y = 33,72 \text{ Kg}/mm^2$$

Con la ecuación 2.48 calculamos la longitud del chavetero:

$$l = \frac{104,65 \text{ Kg}f * 16}{2,38 \text{ mm} * 33,72 \text{ Kg}/mm^2}$$

$$l = 20,9 \text{ mm}$$

Con una chaveta de 21 mm no falla ni la chaveta ni el chavetero.

#### ➤ Selección del extractor de viruta

Al realizar la operación el disco de corte se encontrará en el interior de un protector que además cubre al resto de los elementos que le dan movimiento de giro al disco por lo cual al extractor de viruta también se le incorporará en el interior de la misma.

Donde el área del protector que lo cubre al disco es de:

$$A_{protector} = 0,192 \text{ m} * 0,3 \text{ m}$$

$$A_{protector} = 0,058 \text{ m}^2$$

La velocidad recomendada para la captación del polvo de viruta ligeros está entre 17 y 23 m/s, para este caso se elegirá el valor medio de 20 m/s (Anexo B12 a). Con estas restricciones de área y velocidad se calcula el volumen de aire por unidad de tiempo necesario con la ecuación 2.49:

$$Q = 0,058 \text{ m}^2 * 20 \text{ m/s}$$

$$Q = \dot{V}_{mezcla} = 1,16 \text{ m}^3/\text{s} = 69,6 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = \dot{V}_{mezcla} = 4176 \text{ m}^3/\text{h}$$

La velocidad de transporte en el conducto para el aserrín está entre 20 y 30 m/s (Anexo B12 b), se elige el valor medio de 25 m/s.

El área del conducto aplicando la ecuación 2.50 es de:

$$D = \sqrt{\frac{1,16 \text{ m}^3/\text{s} * 4}{25 \text{ m/s} * \pi}}$$

$$D = 0,243\text{m}$$

Este valor será el diámetro de la conducción puesto que se va a utilizar un conducto circular. Debido a que se quiere que la presión en el ducto sea baja se opta por utilizar un ducto de diámetro de tres pulgadas.

Mediante la ecuación 2.51 se obtiene la cantidad aproximada de aserrín que se va a transportar por el ducto:

$$V_{aserrin /dte} = \frac{0,03\text{m} * 3 \times 10^{-5}\text{m}}{2} * 0,0025 \text{ m}$$

$$V_{aserrin /dte} = 1,125 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

Donde el flujo volumétrico es de:

$$\dot{V}_{aserrin} = \frac{1,125 \times 10^{-9} \text{ m}^3}{dte} * \frac{80 \text{ dientes}}{1 \text{ rev}} * \frac{5000 \text{ rev}}{\text{min}}$$

$$\dot{V}_{aserrin} = 4,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{min}$$

Conocido la densidad del aserrín<sup>36</sup> que es de  $200 \text{ Kg}/\text{m}^3$  calculamos el flujo másico con la ecuación 2.52:

$$\dot{m}_{\text{aserrin}} = 200 \text{ Kg}/\text{m}^3 * 4,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\dot{m}_{\text{aserrin}} = 0,09 \text{ Kg}/\text{min} = 5,4 \text{ Kg}/\text{hora}$$

La capacidad de extracción del aserrín es de  $5,4 \text{ Kg}/\text{hora}$ .

Para la selección del tipo de material del ducto se procede a realizar un análisis con tres diferentes tipos, los cuales se presentan a continuación:

**Tabla 6.2 Tipo de material a seleccionar para el ducto (Fuente: Autor)**

Tipo de tubería	Antiestático	Pared interior lisa	Peso
Acero ASTM -A36	Si	No	Pesado
Tubería PVC	Si	No	Liviano
Poliuretano Flex	No	Si	Extra-liviano

De acuerdo a los parámetros expuestos en la tabla 6.3 se selecciona la tubería Poliuretano Flex (Anexo B13) ya que esta posee una pared interior lisa la cual provocara una caída de presión menor, además de tener una pared delgada que permitirá una fácil adaptación de movimiento durante la operación de corte.

Considerando al aire como un fluido incompresible según el ítem 2.3.5, se utiliza las expresiones de Bernoulli y se procede a calcular la presión en la tubería.

Se calcula de la pérdida por fricción en la tubería siendo:

<sup>36</sup> <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar11/HTML/articulo05.htm>

$f$ : Factor de fricción y se calcula a través de la gráfica de Moody mediante el Número de Reynold y de la rugosidad relativa  $D/\epsilon$  y en función del tipo del material descrito anteriormente.

Para la ecuación de Reynold se tiene los siguientes parámetros:

$\rho$ : Densidad del aire ( $1,2 \text{ Kg/m}^3$ )

$v$ : Velocidad promedio ( $22,5 \text{ m/s}$ )

$D$ : Diámetro interior del ducto ( $0,0762 \text{ m}$ )

$\mu$ : Viscosidad dinámica del aire ( $1,84 * 10^{-5} \text{ Pa.s}$ )

Los valores antes descritos se reemplaza en la ecuación de Reynold (ecuación 2.55) se tiene:

$$Re = \frac{1,2 \text{ Kg/m}^3 * 22,5 \text{ m/s} * 0,0762 \text{ m}}{1,84 * 10^{-5} \text{ Pa.s}}$$

$$Re = 1,1x10^5$$

La rugosidad del plástico es de  $\epsilon = 3 * 10^{-7} \text{ m}$  por lo que la rugosidad relativa ( $D/\epsilon$ ) es de:

$$D/\epsilon = 254000$$

Con los valores calculados anteriormente y por medio del diagrama de Moody (Anexo B14) se tiene que:

$$f = 0,0175$$

Donde aplicando la ecuación 2.54 se tiene:

$$h_L = 0,0175 * \frac{2,4 \text{ m}}{0,0762 \text{ m}} * \frac{(22,5 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} = 14,22 \text{ m}$$

Sabiendo que el peso específico es de  $\gamma = 11,615 \text{ N/m}^3$  y utilizando la ecuación 2.53 se tiene que la presión es de:

$$P_A = 11,615 \text{ N/m}^3 \left[ 2,4m + \frac{(25 \text{ m/s})^2 - (20 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} + 14,22m \right]$$

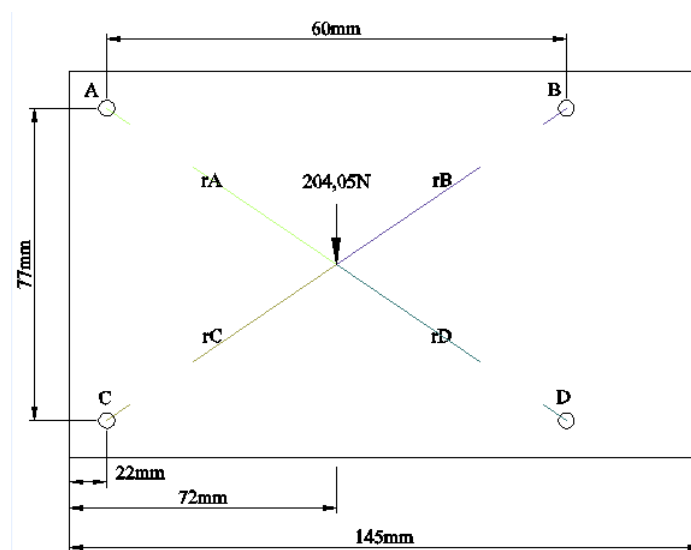
$$P_A = 326,24 \text{ Pa}$$

Con los datos calculados (Q y Pa) se procede escoger el extractor necesario para esta aplicación.

El extractor elegido es del fabricante Soler y Palau (S&P) de la serie 1 CMB/2 120/50 – 0,09 (Anexo B15)

La adquisición del extractor seleccionado anteriormente no se llevara a cabo en este caso, debido a los factores de alto costo y baja disponibilidad en el mercado local. Sin embargo mediante las especificaciones del mismo y con las recomendaciones del ítem 2.3.6, literal b Tabla 2.4 se procede a la fabricación de uno similar al seleccionado.

➤ **Pernos sujetadores del motor**



**Figura 6.26 Ubicación de los pernos sobre la placa.**

*Fuente: [Autor]*

$$M = F * d$$

$$M = 204,05N * 0,03m$$

$$M = 6,12 Nm$$

Tomamos en consideración que para la colocación del motor la base tiene 4 orificios por lo que la fuerza se divide.

Donde el esfuerzo cortante en cada perno obtenemos con la siguiente ecuación:

$$F' = \frac{V}{N}$$

$$F' = \frac{204,05N}{4}$$

$$F' = 51,01N$$

Cada perno estaría sometido a esta fuerza cortante. Con la utilización de la ecuación 2.56 determinamos el esfuerzo cortante a la cual se asume un factor de seguridad de  $n = 4$ .

$$\tau = \frac{4 * 51,01N}{Ac}$$

$$\tau = \frac{204,04N}{Ac}$$

Las características mecánicas del perno a utilizar es (Anexo B16):

Perno grado<sup>37</sup> SAE 5:

$$Sp = 85KPsi = 587,49 N/mm^2$$

$$Sy = 92KPsi = 635,87 N/mm^2$$

---

<sup>37</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 8<sup>va</sup> Edición, pag, 318

Por lo que la fuerza está situada en el centro de los pernos el análisis se lo realiza en un perno y se obtiene por medio de la ecuación 2.57.

$$F'' = \frac{6,12 Nm * 0,0488m}{(0,04881m)^2}$$

$$F'' = 125,41N$$

Con la ecuación 2.58 se calcula la precarga en el perno:

$$Fi = 0,8 * Sp * At$$

$$Fi = 0,8 * 587,49 N/mm^2 * At$$

$$Fi = 470 * At$$

El cálculo de esfuerzos lo obtenemos con la ecuación 2.60. Como no se conoce el valor del área se asume  $c = 0,4$ , y reemplazamos los valores en la ecuación anterior.

$$\sigma = \frac{470 * At}{At} + \frac{4 * 0,4 * 125,41}{1 * At}$$

$$\sigma = 470 + \frac{200,66}{At}$$

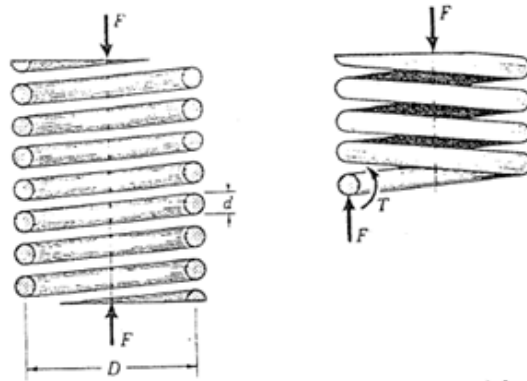
Asumiendo que  $At = Ac$ , se procede realizar el diseño estático y según Von Misses ecuación 2.61 se tiene:

$$248 N/mm^2 = \sqrt{\left(182 + \frac{200,66}{At}\right)^2 + 3\left(\frac{204,04N}{At}\right)^2}$$

$$At = 4,02$$

Del anexo B17, se determina el diámetro mayor nominal<sup>38</sup> ( $d$ ), el cual aproximando al superior es de  $d = 3mm$ , sin embargo el diámetro es muy pequeño por lo que se optó en seleccionar pernos de 5/16 in debido a que tendrá mayor seguridad.

➤ **Selección del resorte**



**Figura 6.27 Geometría del resorte helicoidal de compresión<sup>39</sup>.**

**Tabla 6.3 Dimensionamiento del resorte. (Fuente: Autor)**

Alambre de piano <sup>40</sup> ASTM A228	
$d$ <sup>41</sup>	1,59 mm
$G$ <sup>42</sup>	81,7 GPa

El diámetro  $D = 0,014m$  y el número de espiras  $N = 16$ , se impone en base al espacio que se dispone para ubicar el resorte en el mecanismo. Mediante la ecuación 2.62 se tiene:

$$k = \frac{(0,00159m)^4 * 81,7 \times 10^9 Pa}{8 * (0,014m)^3 * 16}$$

<sup>38</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 3<sup>ra</sup> Edición, Tabla 8 -1

<sup>39</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 3<sup>ra</sup> Edición, Pág. 468

<sup>40</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 6<sup>ta</sup> Edición

<sup>41</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 6<sup>ta</sup> Edición, Tabla 10-5

<sup>42</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 6<sup>ta</sup> Edición, Tabla 10-12



$$k = 1486,68 \text{ N/m}$$

La distancia que se necesita comprimir es de:

$$y = 0,023 \text{ m}$$

La fuerza para comprimir el resorte utilizando la ecuación 2.63 se tiene:

$$F = 1486,68 \text{ N/m} * 0,023 \text{ m}$$

$$F = 34,19 \text{ N}$$

Según la referencia de Shigley el factor de seguridad tiene que ser mayor que 1,2 para lo cual se tiene:

Utilizando la ecuación 2.64 se tiene el módulo de elasticidad del material.

Donde;  $(A = 2060 \text{MPa}, m = 0,163)^{43}$

$$S_{sy} = 0,45 \left( \frac{2060 \text{MPa}}{0,00159^{0,163}} \right)$$

$$S_{sy} = 2650,04 \text{Mpa}$$

Mediante la ecuación 2.66 se tiene:

$$c = \frac{0,014 \text{m}}{0,00159 \text{m}}$$

$$c = 8,81$$

Utilizando la ecuación 2.67 se tiene:

$$k_s = 1 + \frac{0,5}{8,81}$$

---

<sup>43</sup> Diseño en Ingeniería Mecánica Joseph E. Shigley, 4<sup>ta</sup> Edición, Tabla 10-5

$$k_s = 1,057$$

Utilizando la ecuación 2.68 se tiene:

$$\tau_s = \frac{1,057 * 8 * 34,19 \text{ N} * 0,014\text{m}}{\pi(0,00159\text{m})^3}$$

$$\tau_s = 320,52\text{MPa}$$

Reemplazando los valores de  $S_{sy}$  y  $\tau_s$  se tiene:

$$\frac{S_{sy}}{\tau_s} \geq n_s$$

$$\frac{2650,04\text{MPa}}{320,52\text{MPa}} = n_s = 8,3 \geq 1,2$$

Se tiene un factor de seguridad aceptable por lo que selecciona el resorte calculado.

#### ➤ Selección del cable

La cantidad a soportar es la suma de los pesos de todos los elementos que conforman el mecanismo de corte donde también se encuentra incluido el motor.

El peso a elevar es de:

$$W = 119,5 \text{ libras} = 54,318\text{Kg}$$

$$W' = W * \text{sen } \alpha = 54,318\text{Kg} * \text{sen}80,03^\circ$$

$$W' = 53,5\text{Kg}$$

Con la ecuación 2.13 calculamos la normal que es de:

$$N = 54,318\text{Kg} * \text{cos}80,03^\circ$$

$$N = 9,4Kg$$

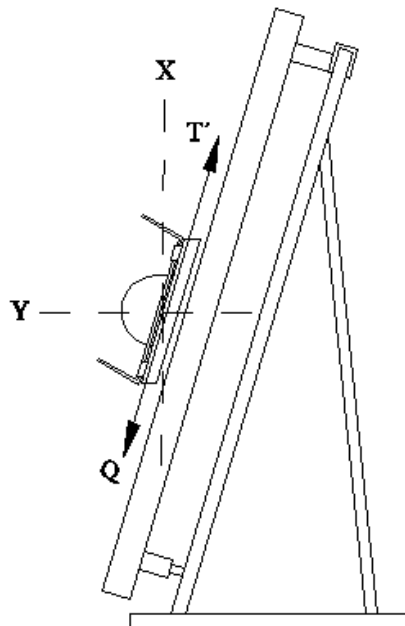
Con la ecuación 2.14 se calcula la fuerza de rozamiento que se produce entre la guía vertical y los rodamientos acanalados, donde el coeficiente de rozamiento para un acero-acero seco (Anexo B3) es de  $\mu = 0,15$

$$F = 0,15 * 9,4Kg = 1,41Kg$$

La tensión que se tendrá en el cable de acero lo calculamos con la ecuación 2.69:

$$Q = 53,5Kg + 1,41Kg$$

$$Q = 54,91Kg$$



**Figura 6.28 Diagrama de fuerzas del mecanismo.**

*Fuente: [Autor]*

$$\sum F_y = m \cdot a$$

$$T' - Q = m \cdot a$$

$$T' = m \cdot a + Q$$

### Cálculo de la fuerza de tensión

La velocidad de movimiento va a ser la que se recomienda para el corte de madera pero para el dimensionamiento del cable lo tomaremos la que recomienda para los ascensores que va de 0,1 – 0,5 m/s. Y tomamos la mayor que es de 0,5 m/s.

$$a = \frac{V^2}{2y}$$

$$a = \frac{(0,5 \text{ m/s})^2}{2 * 2,150\text{m}} = 0,058 \text{ m/s}^2$$

Reemplazando los valores en la ecuación 2.70 se tiene:

$$T' = \frac{54,91Kg}{9,81 \text{ m/s}^2} * 0,058 \text{ m/s}^2 + 54,91Kg$$

$$T' = 55,23Kg$$

El factor de seguridad mínimo para elevadores de carga es de  $n = 6,5$ . Por lo cual la tensión en el cable para la selección será:

$$T = T' * n$$

$$T = 55,23Kg * 6,5$$

$$T = 359Kg$$

De la tabla de los cables metálicos de acero (Anexo B18), se selecciona el cable 6x7,  $d = 1/4in$  con una resistencia nominal a la rotura de 2,39 TON.

El cable esta dado por la ecuación 2.71 donde:

$$W = 1,50 * (1/4)^2$$

$$W = 0,094 \text{ lb/pie} = 0,14 \text{ Kg/m}$$

La longitud del cable es de 4,3m

$$W_{cable} = 0,14 \text{ Kg/m} * 4,3\text{m}$$

$$W_{cable} = 0,602\text{Kg}$$

La fuerza de tensión total se calcula con la ecuación 2.72:

$$T_{total} = 54,91\text{Kg} + 0,602\text{Kg} + \frac{54,91\text{Kg} + 0,602\text{Kg}}{9,81 \text{ m/s}^2} * 0,058 \text{ m/s}^2$$

$$T_{total} = 55,84\text{Kg}$$

El factor de seguridad es la relación de la carga última del alambre con la mayor tensión de trabajo.

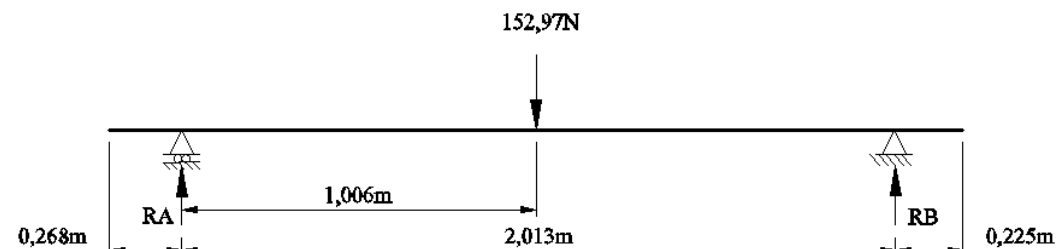
$$n = \frac{2390\text{Kg}}{55,84\text{Kg}}$$

$$n = 42,8$$

### ➤ Diseño de la guía vertical

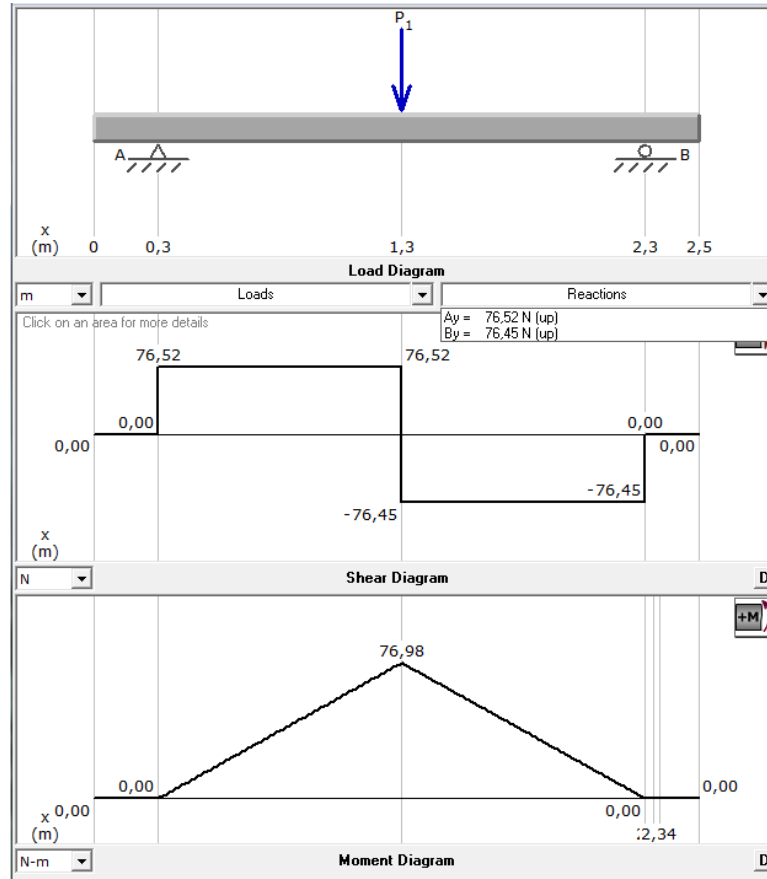
Para el diseño se considera a la guía vertical como una viga, y se selecciona un acero ASTM A-36.

Las fuerzas actuantes sobre la viga son todos los elementos que componen el mecanismo las cuales se encuentran sobre la guía.



**Figura 6.29 Esquema de fuerzas actuantes sobre la viga**

*Fuente: [Autor]*



**Figura 6.30** *Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores*

*Fuente: [Autor]*

### **Deflexión de la viga**

En el gráfico se muestra la fuerza que actúan sobre la viga. Donde las ecuaciones encontradas para la pendiente y deflexión de la viga se expresan a continuación.

Las reacciones en los puntos A y B son:

$$R_A = 76,52N$$

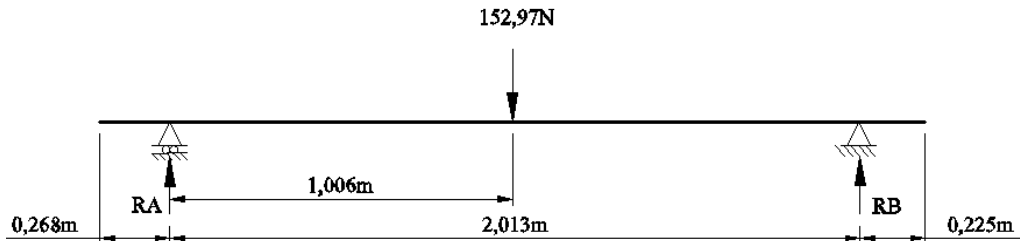
$$R_B = 76,45N$$

Para determinar la deflexión de la viga, se procede a evaluar por tramos de la siguiente manera:

Partiendo de las ecuaciones universales.

### Deflexión del eje

Mediante el método de integración se calcula la deflexión en la viga.



**Figura 6.31** Diagrama de fuerzas actuantes sobre la viga.

*Fuente:* [Autor]

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$Ely'' = 76,52(x - 0,268) - 152,97(x - 1,274) + 76,45(x - 2,281)$$

$$Ely' = 38,26(x - 0,268)^2 - 76,485(x - 1,274)^2 + 38,225(x - 2,281)^2 + C_1 \quad \text{Ec. 6.6}$$

$$Ely = 12,753(x - 0,268)^3 - 25,495(x - 1,274)^3 + 12,741(x - 2,281)^3 + C_1x + C_2 \quad \text{Ec. 6.7}$$

Condición de extremos: Cuando  $x = 0,268 \Rightarrow y = 0$

Reemplazando en la ecuación 6.7 se tiene:

$$0 = 0,268C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 = -0,268C_1 \quad \text{Ec. 6.8}$$

Cuando  $x = 2,281; y = 0$

Reemplazando en la ecuación de deflexión 6.7 se tiene:

$$0 = 104,026 - 26,04 + 2,281C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 = -77,986 - 2,281C_1 \quad \text{Ec. 6.9}$$

Igualando la ecuación 6.8 con la 6.9 se tiene:

$$-0,268C_1 = -77,986 - 2,281C_1 \Rightarrow C_1 = -38,74$$

Reemplazando  $C_1$  en la ecuación 6.8 se tiene:

$$C_2 = 10,382$$

Cuando  $x = ? \Rightarrow y' = 0$

Reemplazando en la ecuación 6.6 se tiene:  $(0,268 < x < 2,281)$

$$0 = 38,26(x^2 - 0,536x + 0,072) - 76,485(x^2 - 2,548x + 1,623) - 38,74$$

$$0 = 38,26x^2 - 20,507x + 2,754 - 76,485x^2 + 194,88x - 124,135 - 38,74$$

$$0 = -38,225x^2 + 174,373x - 160,121$$

Aplicando la siguiente ecuación 6.5 se encuentra el valor de x:

$$x = 1,274$$

El valor de x reemplazando en la ecuación 6.7 se tiene que:

$$EIy = 12,753 (1,274 - 0,268)^3 - 38,74 * 1,274 + 10,382$$

$$EIy = -25,98$$

La inercia y el módulo de elasticidad del tubo cuadrado es de:

$$I = 35,97 \text{ cm}^4 = 3,597 \times 10^{-7} \text{ m}^4; E = 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

$$y = \frac{-25,98 \text{ Nm}^3}{(205 * 10^9 \text{ N/m}^2)(35,97 \times 10^{-8} \text{ m}^4)}$$



$$y = -3,52 * 10^{-4}m = -0,352 \text{ mm}$$

Con el tubo rectangular impuesto se tiene una deformación mínima como se puede observar por lo que la selecciona del catálogo DIPAC (Anexo B19).

➤ **Selección de los rodamientos para la guía vertical**

Es necesario determinar las cargas a la cual está sujeta la guía. Debido a que la guía provoca una carga en forma distribuida a través del riel deslizante la carga se dividirá para los tres rodamientos que lo soportarán, donde la carga total ejercida por la guía es de 772,53 N y se tiene una carga individual de 257,51 N, el diámetro interior es de 12 mm. El número de revoluciones del eje es de 14,32 rpm, el número de horas de trabajo de la máquina  $L_{10h} = 8000h$  (Ver Anexo B11).

$$F_r = 257,51 \text{ N}$$

El comportamiento de un rodamiento está determinado por la carga dinámica la misma que se calculará con la ecuación 2.44.

Por lo que se tiene una carga netamente radial la ecuación 2.44 queda de la siguiente manera:

Por lo que se tiene una carga netamente radial la ecuación 2.44 queda de la siguiente manera:

$$P = F_r$$

Para determinar las dimensiones de un rodamiento estáticamente, se calcula la capacidad de carga estática  $C_o$  con la ecuación 2.45:

Donde;  $f_s = 1,5$  <sup>44</sup>

$$C_o = 1,5 * 257,51 \text{ N} = 386,26 \text{ N}$$

---

<sup>44</sup> Catálogo general de rodamientos SKF.

Para realizar la verificación de la capacidad de carga dinámica requerida calculamos mediante la ecuación 2.46 donde:

$p = 3$ ; Para rodamientos de bolas.

$a_1 = 1$ ; Para una confiabilidad<sup>43</sup> de  $R = 90$ .

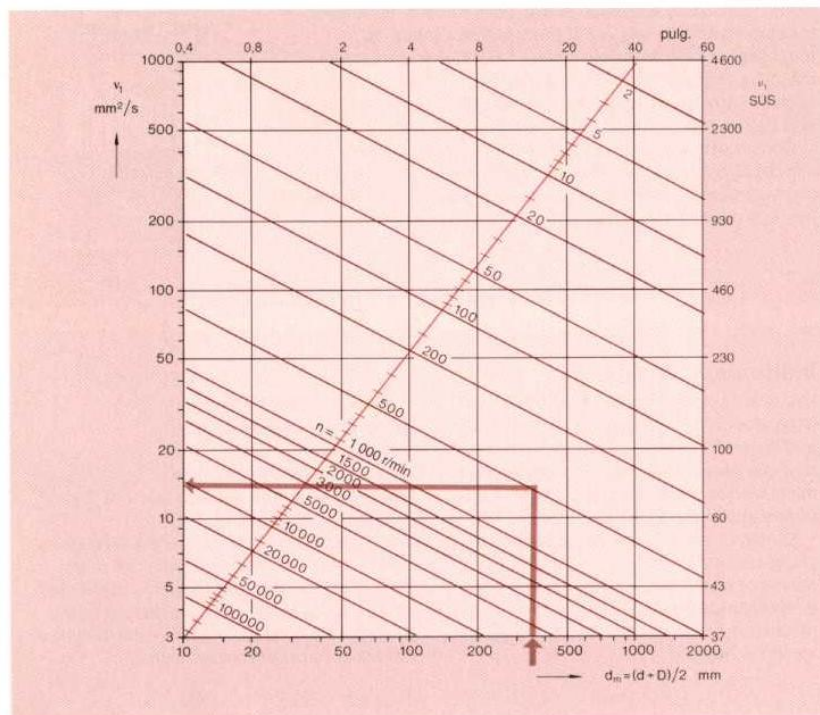
Para obtener el factor  $a_{23}$  se utiliza el siguiente procedimiento:

Del catálogo SKF se selecciona un rodamiento de código 6201 cuyas características son:  $D_{ext} = 32mm, d = 12mm, B = 10mm, C_o = 3100, C = 6890N$ .

$$d_m = \frac{d + D}{2}$$

$$d_m = \frac{12 + 32}{2} = 22 \text{ mm}$$

El siguiente diagrama es para la utilización de aceite mineral del cual con el valor de  $d_m$  procedemos a calcular  $V_1$  de la siguiente figura:



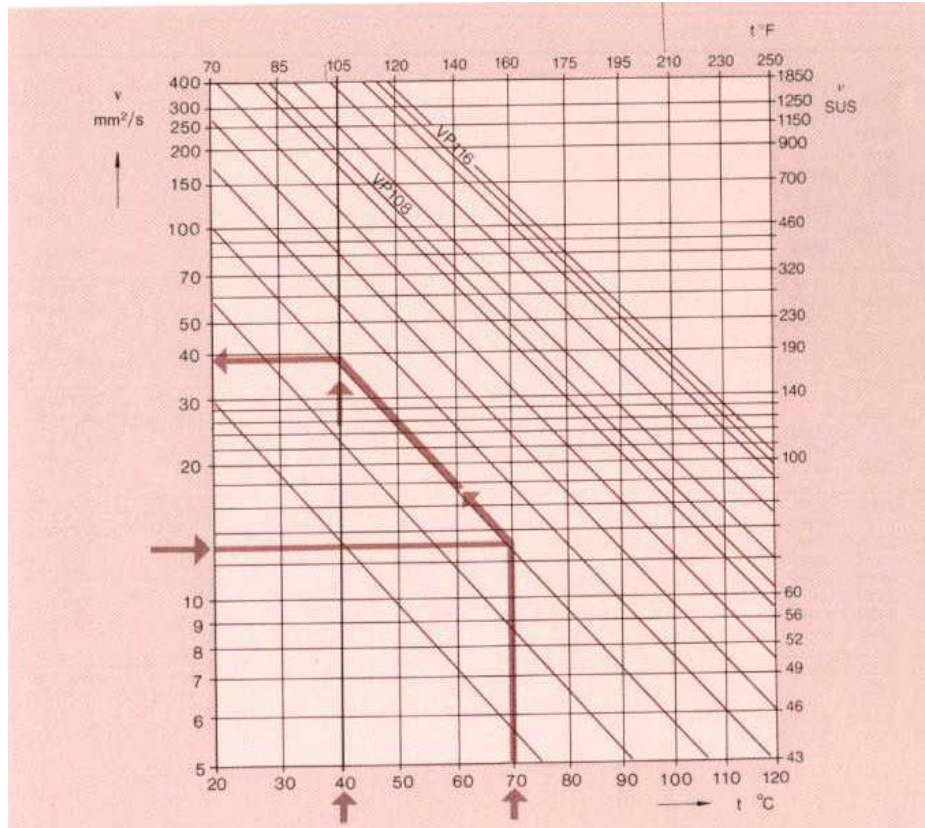
**Figura 6.32 Diagrama para determinar  $v_1$ .**

**Fuente:** [Catálogo SKF]

Donde:

$$v_1 = 14 \text{ mm}^2/\text{seg}$$

Con una temperatura inicial de 27°C y se asume una elevación de asta 40°C debido a que la revoluciones van a ser bajas y de la siguiente figura se tiene que  $V$  es:



**Figura 6.33 Diagrama para determinar  $v$ .**

**Fuente:** [Catálogo SKF]

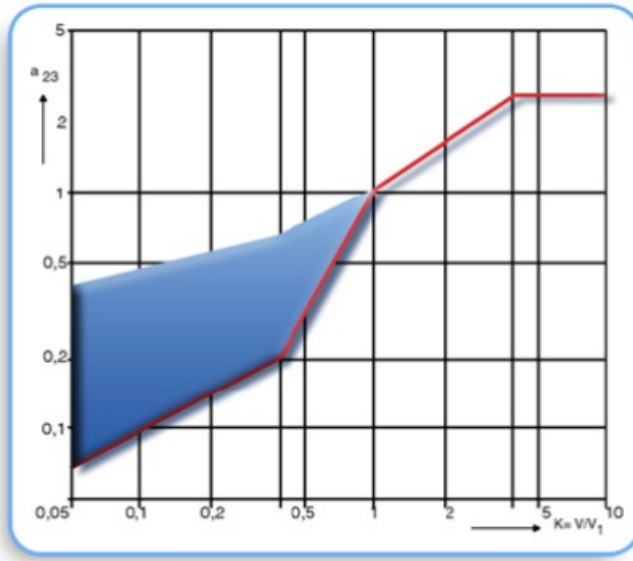
$$v = 18 \text{ mm}^2/\text{seg}$$

$$k = v/v_1$$

$$k = \frac{18}{14}$$

$$k = 1,3$$

Y de la siguiente grafica se obtiene el factor  $a_{23}$ :



$$K = \frac{V}{V_1}$$

$a_{23}$  se aplica en el cálculo de vida del rodamiento y para verificar el estado del lubricante y la influencia del mismo en la vida útil del rodamiento.

**Figura 6.34 Factor kappa – cálculo de vida nominal ajustado.**

**Fuente:** [Catálogo SKF]

Donde  $a_{23} = 1,4$  y aplicando la ecuación 2.46 se tiene la carga dinámica:

$$C = 257,51 \sqrt[3]{\frac{8000 * 59,68 * 60}{1000000 * 1 * 1,4}}$$

$$C = 704,33$$

Las condiciones para que el rodamiento seleccionado trabaje en condiciones óptimas es el siguiente:

$$C_{o_{req}} \leq C_{o_{tab}}$$

$$C_{req} \leq C_{tab}$$

Como se puede apreciar, el rodamiento seleccionado es bastante superior a lo requerido esto se produce debido a que la velocidad de avance (y por lo tanto la de rotación) del rodamiento es baja, en este caso se selecciona el rodamiento antes dicho debido a condiciones de montaje y estética.

➤ **Diseño del soporte frontal del bastidor**

Para el dimensionamiento del soporte se va a diseñar como una columna debido a que en el ángulo de inclinación es pequeña.

Propiedades del tablero MDF (Sección 2.3.2; Tabla 2.1), la densidad es de:  $610 \text{ Kg/m}^3$ ; medida 1,22 x 2,44 x 0,02 m

$$V_{\text{tablero}} = 0,06\text{m}^3$$

$$W_{\text{tablero}} = 36,6 \text{ Kg} = 359,05\text{N}$$

Donde el peso del tablero dividiendo para los tres soportes y calculando su componente se tiene:

$$W_{\text{tablero}} = \frac{359,05\text{N}}{3}$$

$$W_{\text{tablero}} = 119,68\text{N}$$

$$W_{\text{tablero}} = 119,68 * \text{Sen}80,03 = 117,87\text{N}$$

$$W_{\text{tablero}} = 119,68 * \text{Cos}80,03 = 20,72\text{N}$$

$$q_2 = \frac{20,72\text{N}}{1,516\text{m}} = 13,66\text{N/m}$$

Para encontrar la fuerza actuante de los rieles sobre la columna se realiza de la siguiente manera:

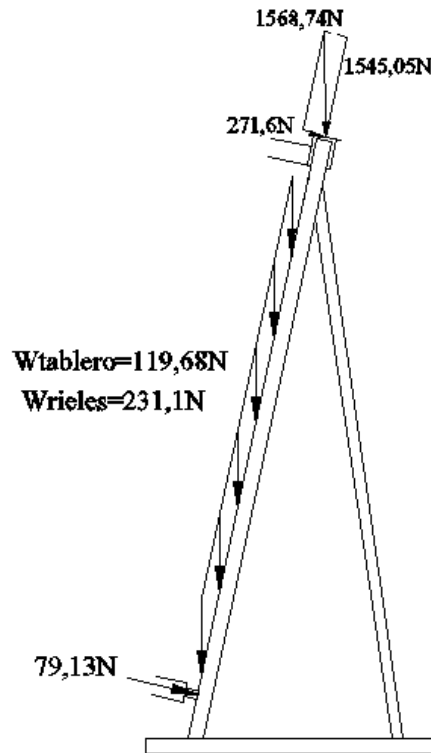
El peso total de los 14 rieles es de 693,28N este valor dividiendo para los tres soporte se tiene que:

$$W_{\text{rieles}} = \frac{693,28\text{N}}{3} = 231,1$$

$$W_{\text{rieles}} = 231,1 * \text{Sen}80,03 = 227,61\text{N}$$

$$W_{\text{rieles}} = 231,1 * \text{Coseno}80,03 = 40,01\text{N}$$

$$q_1 = \frac{40,01\text{N}}{1,835\text{m}} = 21,8\text{N/m}$$



**Figura 6.35 Esquema de fuerzas actuantes.**

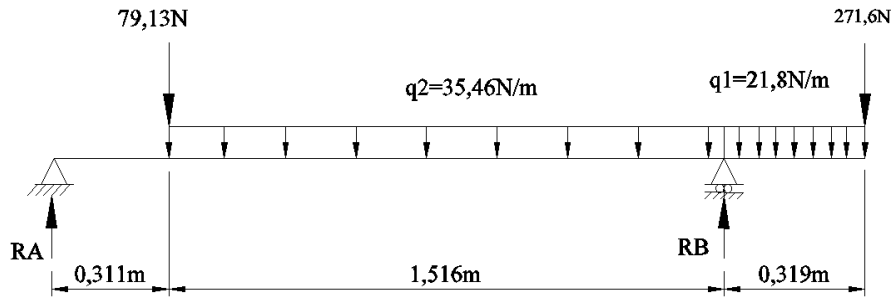
*Fuente: [Autor]*

$$W_{\text{guia+mecanismo+contrapeso}} = 498,54\text{N} * \text{Sen}80,03 + 2 * (535,1\text{N} * \text{Sen}80,03)$$

$$W_{\text{guia+mecanismo+contrapeso}} = 1545,05\text{N}$$

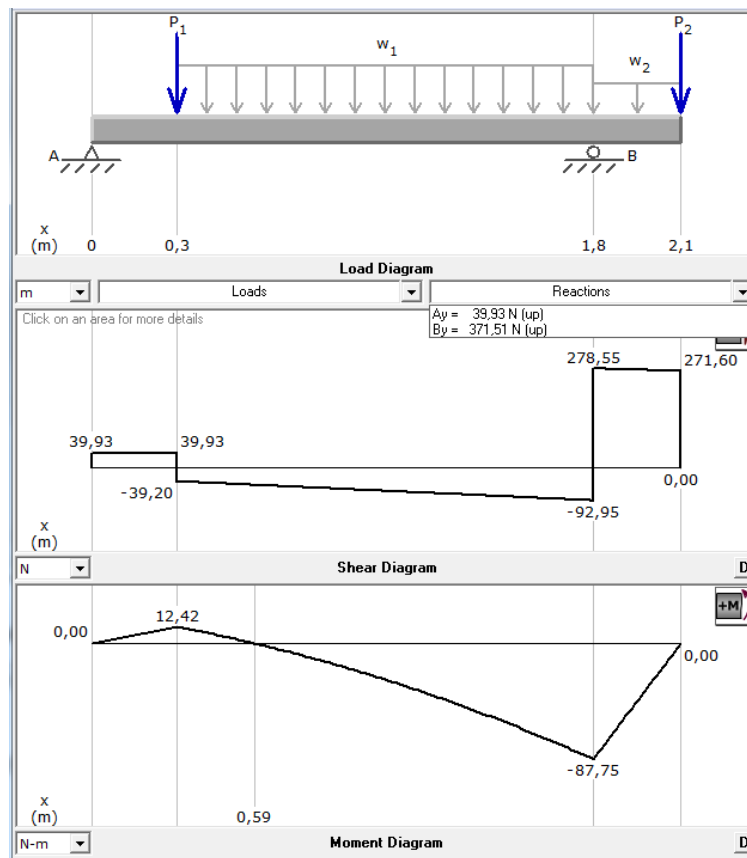
$$Fa = 1545,05\text{N} + (117,87 + 227,61) * \text{Sen}80,03$$

$$Fa = 1885,3\text{N}$$



**Figura 6.36 Diagrama de fuerzas actuantes.**

*Fuente: [Autor]*



**Figura 6.37 Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores**

*Fuente: [Autor]*

$$M_{max} = 87,75 Nm$$

El esfuerzo flexionante y axial lo encontramos aplicando la ecuación 2.73 donde:

$$\sigma_a = \frac{87,75 Nm}{3,35 \times 10^{-6} m^3} + \frac{1885,3 N}{2,74 \times 10^{-4} m^2}$$

$$\sigma_a = 33,07MPa$$

Aplicando la ecuación 2.24 se tiene que:

$$\sigma_{eq_a} = \sigma_a$$

Remplazando en la ecuación 2.19 se tiene:

$$n = \frac{247,69 MPa}{33,07MPa}$$

$$n = 8,3$$

Se tiene un factor de seguridad confiable es decir el elemento no falla por fluencia.

A continuación se procede a verificar la resistencia del perfil seleccionado a considerarlo como columna.

Suponiendo que se trata de una columna de Euler para el diseño se asume un factor de seguridad de  $n = 2,5$  y con la utilización de la ecuación 2.74 la carga crítica es de:

$$P_{cr} = 1885,3N * 2,5$$

$$P_{cr} = 4713,25N$$

Del anexo B19 del catálogo DIPAC, se selecciona la sección rectangular de 25x50x2mm, con un momento de inercia  $I = 2,8cm^4$  radio de giro  $k = 1,01 cm$ , se selecciona este tubo debido a una mayor seguridad y a la estética de la máquina.

Donde se tiene la relación de esbeltez;  $C = 1$  (Anexo B20) se considera articulado - articulado

$$\frac{c * l}{k} = \frac{1 * 1,827 m}{1,01x10^{-2}}$$



$$\frac{c * l}{k} = 180,9$$

Para comprobar si se trata de una columna de Euler se utiliza la ecuación 2.75:

$$\left(\frac{c * l}{k}\right)_1 = \left(\frac{2 * \pi^2 * 1 * 2x10^{11}}{247,69 * 10^6}\right)^{1/2} = 126,25$$

Para verificar si se trata de una columna de Euler se tiene que cumplir la siguiente condición:

$$\frac{c * l}{k} > \left(\frac{c * l}{k}\right)_1 \text{ Ecuacion de Euler}$$

$$\frac{c * l}{k} < \left(\frac{c * l}{k}\right)_1 \text{ Ecuacion de Jhonson}$$

Y se tiene que:

$$\frac{c * l}{k} > \left(\frac{c * l}{k}\right)_1 ; 180,9 > 126,25;$$

Por lo que se utiliza la ecuación de Euler (Ecuación 2.76) donde:  $E = 2x10^{11} Pa$

$$P_{cr} = \frac{\pi * 2x10^{11} Pa * 1}{(181,19)^2} * 2,74 * 10^{-4} m^2$$

$$P_{cr} = 5244 N$$

Aplicando un factor de seguridad apropiado se tiene que la columna no va a fallar por pandeo por lo que se selecciona el tubo.

### ➤ **Diseño del soporte superior del marco del bastidor**

Para el dimensionamiento de este elemento se lo calculará como una columna debido a que está sujeto a tres apoyos para el análisis lo tomaremos como una columna con dos apoyos. La carga que va a soportar es de 772,53 esta fuerza es la sumatoria de las cargas actuantes en la guía vertical.

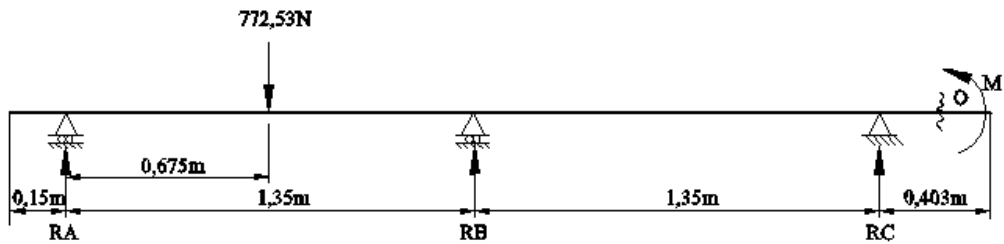


Figura 6.38 Esquema de fuerzas actuantes sobre el soporte.

Fuente: [Autor]

### Deflexión de la viga

Mediante el método de integración se calcula la deflexión en la viga.

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_A + R_B + R_C = 772,53N \quad \text{Ec. 6.10}$$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$-2,7R_A + 772,53(2,025) - 1,35R_B = 0 \quad \text{Ec. 6.11}$$

$$EIy'' = M = R_A(x - 0,15) - 772,53(x - 0,825) + R_B(x - 1,5) + R_C(x - 2,85)$$

$$EIy' = \frac{R_A}{2} * (x - 0,15)^2 - 386,265 * (x - 0,825)^2 + \frac{R_B}{2} * (x - 1,5)^2 + \frac{R_C}{2} * (x - 2,85)^2 + C_1 \quad \text{Ec. 6.12}$$

$$EIy = \frac{R_A}{6} (x - 0,15)^3 - 128,755(x - 0,825)^3 + \frac{R_B}{6} (x - 1,5)^3 + \frac{R_C}{6} (x - 2,85)^3 + C_1x + C_2 \quad \text{Ec. 6.13}$$

Cuando  $x = 0,15 \Rightarrow y = 0$ ; Reemplazando en la ecuación 6.13.

$$0 = 0,15C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 = -0,15C_1 \quad \text{Ec. 6.14}$$

Cuando  $x = 1,5 \Rightarrow y = 0$ ; Reemplazando en la ecuación 6.13

$$\begin{aligned} 0 &= 0,41R_A - 39,598 + 1,5C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 \\ &= -0,4R_A + 39,598 - 1,5C_1 \quad \text{Ec. 6.15} \end{aligned}$$

Cuando  $x = 2,85 \Rightarrow y = 0$ ; Reemplazando en la ecuación 6.13.

$$0 = 3,28R_A - 1069,151 + 0,41R_B + 2,85C_1 + C_2 \quad \text{Ec. 6.16}$$

Reemplazando la ecuación 6.14 en la 6.15 se tiene:

$$0 = -0,4R_A + 39,598 - 1,5C_1 - 0,15C_1$$

$$C_1 = -0,303R_A + 29,331 \quad \text{Ec. 6.17}$$

Reemplazando la ecuación 6.17 en la 6.16 se tiene:

$$0 = 3,28R_A - 1069,151 + 0,41R_B - 0,818R_A + 79,193$$

$$R_A = 402,095 - 0,166R_B \quad \text{Ec. 6.18}$$

Reemplazando  $R_A$  en la ecuación 6.11 se tiene:

$$0 = -1085,656 + 0,448R_B + 1564,373 - 1,35R_B$$

$$R_B = 530,728$$

Reemplazando  $R_B$  en la ecuación 6.18 se tiene:

$$R_A = 313,994$$

Reemplazando  $R_A$  y  $R_B$  en la ecuación 6.10 se tiene:

$$R_C = 772,53 - 313,994 - 530,728 - 72,192$$

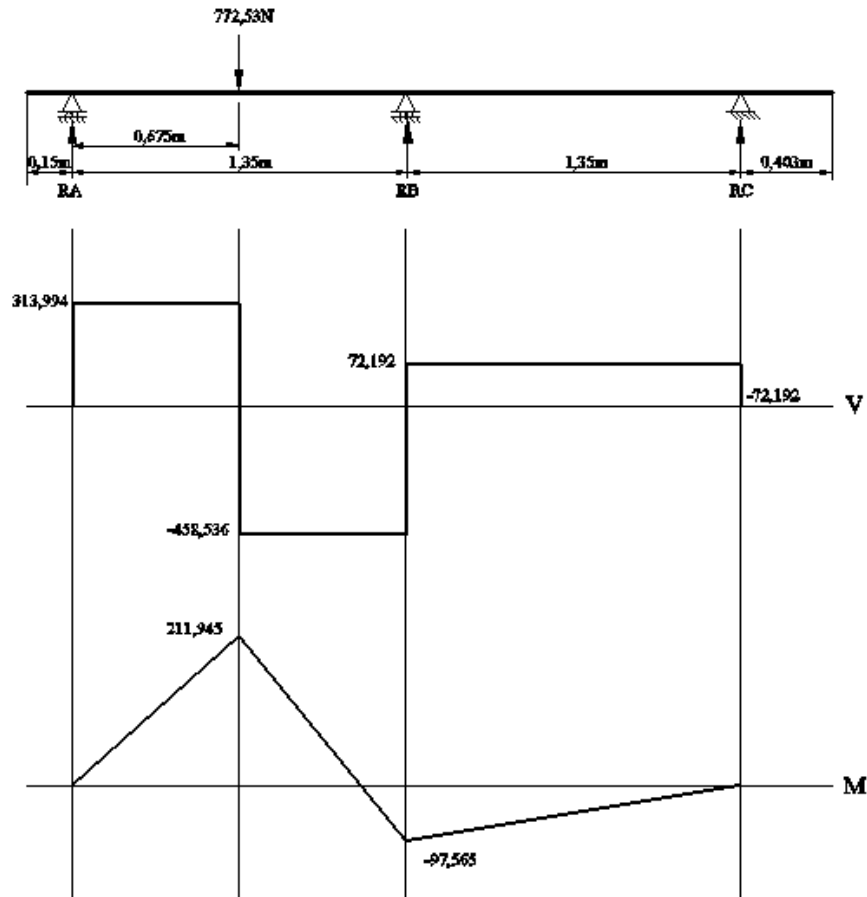


Figura 6.39 Diagrama de corte y momento.

Fuente: [Autor]

Reemplazando  $R_A$  en la ecuación 6.17 se tiene:

$$C_1 = -0,303(313,994) + 29,331 \Rightarrow C_1 = -65,809$$

Y reemplazando  $C_1$  en la ecuación 6.14 se tiene:

$$C_2 = -0,15(-65,809) \Rightarrow C_2 = 9,871$$

Cuando  $x = ? \Rightarrow y' = 0$

Reemplazando en la ecuación 6.12 se tiene: ( $0,15 < x < 0,825$ )

$$0 = 156,997(x^2 - 0,3x + 0,022) - 65,809$$

$$0 = 156,997x^2 - 47,099x - 62,356$$

Aplicando la siguiente ecuación 6.5 se encuentra el valor de  $x$ .

$$x = 0,79$$

El valor de  $x$  encontrado reemplazando en la ecuación 6.13 se tiene:

$$EIy = 52,33(0,79 - 0,15)^3 - (65,809 * 0,79) + 9,871 = -28,4$$

En el tramo analizado se tiene una mayor deflexión por lo que se toma este valor.

La inercia y el módulo de elasticidad del tubo cuadrado es de:

$$I = 17,49cm^4 = 1.749x10^{-7}m^4; E = 2x10^{11}Pa$$

$$y = \frac{-28,4Nm^3}{(205 * 10^9 N/m^2)(1,749x10^{-7}m^4)}$$

$$y = -7,92 * 10^{-4}m = 0,792mm$$

Con el tubo rectangular seleccionado que tiene una sección de 80x40x2mm se tiene una deformación mínima por lo que se selecciona el tubo. (Anexo B19)

## 6.7 METODOLOGÍA

En el presente ítem se describe cada uno de los elementos que conforman la Escuadradora Vertical.

### 6.7.1 Construcción

La selección de los materiales para la construcción de la Sierra de corte vertical y horizontal se realizó a partir de los datos de diseño, y se procede a construir cada una de las piezas que constituyen la máquina. Las medidas que se utilizó para el dimensionamiento se han escogido de acuerdo al espacio que se necesita para la colocación del tablero.

Recopilando de la mejor manera las fuentes de información y aprovechando los recursos materiales existentes en el medio, la máquina (Sierra de corte vertical y horizontal) está constituida de los siguientes elementos:

#### **6.7.1.1 Bastidor**

Sirve de soporte de la esterilla y de la guía vertical. Por lo cual debe ser lo suficientemente rígida y estable para facilitar su operación. La misma está constituida de los siguientes elementos:

Soporte inferior está construido con tubos rectangulares de acero ASTM A-36 y de platinas del mismo material, previamente cortados, perforados y mecanizados mediante desbastes, y unidos con soldadura E-6011.

Los pasadores que se utiliza para el montaje con los otros elementos son fabricados mediante la utilización del torno.

Soporte posterior está construido del material de las mismas características del soporte inferior de igual manera mecanizados mediante desbastes, y unidos con soldadura E-6011.

El marco del bastidor está construido del mismo material que los elementos anteriores de tubos rectangulares de platinas unidos con ejes de 1 1/4" de diámetro de 25mm de longitud y perforados con una broca de 1/2" previamente cortados, perforados y mecanizados mediante desbastes, y unidos con soldadura E-6011.

La guía deslizante (guía de inclinación del bastidor) se monta sobre el marco es de acero ASTM A-36 y está construido por un eje de 1 pulg de diámetro de 25mm de longitud, que va soldada con un electrodo E-6011 a un perfil en U de acero ASTM A-31 previamente cortados perforados y desbastados. (Anexo C, Plano 03, 04, 05, 0,6 07, 09)

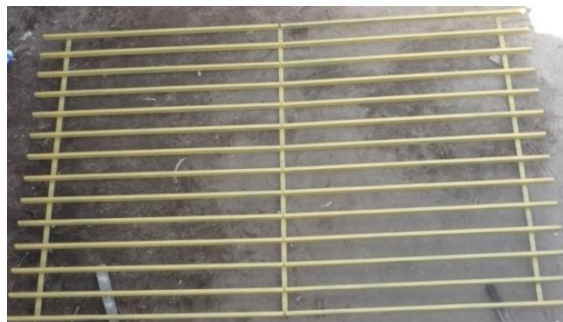


**Figura 6.40 Bastidor**

**Fuente:** [Autor]

### **6.7.1.2 Esterilla de soporte**

Está construido de tubos rectangulares de acero ASTM A36 las mismas que van soldadas a un perfil en U. Este elemento va montado sobre el marco del bastidor. La función de este elemento es la de servir de base del tablero mientras se realiza el corte. (Anexo C, Plano 08)



**Figura. 6.41 Esterilla de soporte**

**Fuente:** [Autor]

### **6.7.1.3 Guía vertical**

Constituye un elemento fundamental de la máquina ya que es el encargado de guiar al mecanismo de corte tanto como vertical y horizontal, el mismo se encuentra alojado tanto como en la parte inferior y superior del bastidor, por medio de rodamientos. (Anexo C, Plano 15, 17, 18, 19)



**Figura. 6.42** Guía vertical

**Fuente:** [Autor]

#### **6.7.1.4** Guía del mecanismo de corte

Este elemento está formada por piezas de acero ASTM A-36, y por un eje de acero de transmisión SAE 1018 previamente perforado inicialmente con una broca de 1/4pulg y 1/2pulg, luego realizando el acabado mediante el proceso de torneado hasta dejarlo en la medida requerida, donde para tener una mayor resistencia al desgaste debido a la fricción que se va a ocasionar con el eje deslizante se ha introducido en su interior en cada extremo dos bocines de bronce.

Para el acoplamiento de este elemento en la guía vertical se lo realiza por medio de cuatro rodamientos acanalados del mismo material del eje anterior, mecanizados mediante la utilización del torno. Los rodamientos y la guía del mecanismo estarán unidos mediante unos pasadores de acero y para mantener una relación de distancia se basa por medio de unos bocines de acero ASTM A-36. (Anexo C, Planos 24, 25, 26, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51)



**Figura. 6.43** Guía del mecanismo de corte

**Fuente:** [Autor]



### 6.7.1.5 Base del motor

Este elemento es de acero ASTM A-36 unido mediante la utilización de la suelda con un electrodo E-6011 mecanizado mediante el proceso pulido y perforado en esta base van alojados el motor, la base del eje principal y el protector, mencionado elemento va acoplado en la guía del mecanismo mediante el eje deslízate que es de acero SAE 1018 de dimensiones de 1 ¼ de diámetro por 120mm de longitud, el cual es esencial para que exista un giro alrededor del bocín de esta manera produciendo el cambio de posición del disco tanto como para el corte vertical y horizontal. (Anexo C, Planos 27, 28, 29, 30, 31, 32, 60)



**Figura. 6.44 Base del motor**

**Fuente:** [Autor]

La base del eje principal es de acero ASTMA-36 mecanizado mediante el proceso de torneado, perforado y unido con la utilización del electrodo E-6011, en la misma van alojados los rodamientos y el eje, y sobre la misma esta el disco de corte y los platos de disco. (Anexo C, Planos 33, 34, 39, 40)



**Figura. 6.45 Base del eje principal**

**Fuente:** [Autor]

### 6.7.1.6 Protector

El protector está elaborado de tol de 1,2mm de espesor de acero ASTM A-36. En el interior de la misma está el extractor de viruta donde el polvo será expulsado por la salida que tiene el protector, el polvo será transportada por una manguera de tres pulgadas. (Anexo C, Planos 35, 36, 37)



*Figura. 6.46 Protector*

*Fuente: [Autor]*

### 6.7.1.7 Palanca

La palanca tanto como superior e inferior son de tubo de acero ASTM A-36 es un elemento esencial para el funcionamiento de la máquina, ya que estos accionan al eje impulsor. Estos elementos sirven para el accionamiento del mecanismo de corte provocando el movimiento del mecanismo por medio de eslabones, son previamente cortados, desbastados, refrentados, roscados y unidos con electrodos E-6011. (Anexo C, Planos 33, 46, 47, 48)



*Figura. 6.47 Palanca*

*Fuente: [Autor]*

### 6.7.1.8 Elementos de traba

Estos elementos son de acero de transmisión SAE 1018, son accionados por medio de una palanca sirven para mantener fijo a la guía vertical mientras se realiza el corte. Los eslabones son de acero ASTM A-36, estos elementos son perforados, y mecanizados mediante torneado. (Anexo C, Planos 11, 12, 13, 14)



*Figura. 6.48 Elementos de traba*

*Fuente: [Autor]*

### 6.7.1.9 Elementos del contrapeso

La base deslizante donde va alojado el contrapeso está constituida de dos ejes de acero SAE 1018, y de platinas de acero ASTM A-36 unidos mediante solda con electrodo E.6011. Las poleas son de acero SAE 1018 mecanizado mediante torneado. (Anexo C, Planos 16, 20, 21)



*Figura. 6.49 Elementos del contrapeso*

*Fuente: [Autor]*

El protector del contrapeso es de tol de 1,2mm de espesor, previamente doblado y perforado. (Anexo C, Plano 22)



*Figura. 6.50 Protector del contrapeso*

*Fuente: [Autor]*

### **6.7.2 Instrumentos y equipos utilizados**

Las herramientas y las máquinas para la construcción de los elementos de la máquina son:

- Cizalla
- Entenalla
- Sierra de arco
- Escuadra
- Machuelos
- Limas (Cuadradas, rectangulares, redondas)
- Taladro
- Pulidora
- Soldadora GMAW
- Torno

Los instrumentos de medición que se utilizo durante el proceso de construcción y de pruebas son:

- Cronómetro
- Flexómetro

## 6.8 ADMINISTRACIÓN

### 6.8.1 Análisis de costos

#### Costos directos

Con el propósito de realizar una evaluación adecuada sobre el diseño y la construcción de la máquina se menciona el costo de los materiales los cuales se encuentran detallados a continuación:

**Tabla 6.4 Costos de materiales utilizados en la construcción de la Sierra Vertical** (*Fuente:* Autor)

Item	Unidad	Cant.	Descripción	P. Unit.	Total
<b>ESTRUCTURA</b>					
1	UN	4	TR 25x50x2x6000	27,17	108,68
2	UN	8	TR 1”1/2x3/4x2x6000	15,71	125,68
3	UN	1	TR 100x50x3x600	79,72	79,72
4	UN	1	TR 80x40x3x6000	43,22	43,22
5	UN	1	Angulo 1 ½”x3mm	7,35	7,35
6	UN	1	Plancha de tol e1,1	31,35	31,35
7	UN	1	Platina 172x422x12mm	5,94	5,94
8	UN	1	Platina 252x251x12mm	8,36	8,36
9	UN	1	Platina 58x200x5mm	0,50	0,50
10	UN	1	Platina 40x200x8mm	0,55	0,55
11	UN	5	Rodamiento 6903 2RS	2	10
12	UN	2	Rodamiento 608 2RS	1	2
13	UN	8	Rodamiento 62201 2RS	3	24
14	UN	6	Seguro de rodamiento ext. d34	0,65	3,9
15	UN	4	Seguro de rodamiento ext. d65	2,25	9
16	UN	2	Chumacera piso UCP 204 3/4	6	12
17	cm	20,3	Eje SAE 1018 2 1/2	0,63	12,79
18	cm	805	Eje SAE 1018 3/4	0,053	42,67
19	cm	60	Eje SAE 1018 1"	0,1	6
20	cm	5	Eje SAE 1018 2"	0,41	2,05
21	m	3	Cable acero 3/16”	0,35	1,05

## Continuación

22	lb	120	Contrapeso	0,5	60
23	UN	4	Perno con tuerca 7/16X1"	0,25	1
24	UN	8	Perno con tuerca 12mmx2 3/8"	0,7	5,6
25	UN	2	Perno con tuerca 1/2x2 1/2"	0,65	1,3
26	UN	2	Perno con tuerca 5/16x1"	0,18	0,36
27	UN	4	Perno con tuerca 1/4x1"	0,15	0,6
28	UN	10	Perno con tuerca 3/8x1 1/2"	0,3	3
29	UN	4	Perno con tuerca 3/8x1/4"	0,12	0,48
30	UN	8	Perno con tuerca 5/16x1 1/2"	0,2	1,6
31	UN	4	Perno con tuerca 5/16x2"	0,25	1
32	UN	3	Perno con tuerca 7/16x2"	0,3	0,9
33	UN	3	Perno, con tuerca, 3/8x2"	0,3	0,9
34	UN	9	Perno con tuerca 1/4x2 1/2"	0,22	1,98
35	UN	2	Resorte compresión d0,45 D20	2	4
36	m	5	Manguera flexible 3"	12	60
37	lts	2	Pintura fondo amarillo primerun	9	18
38	lts	1	Pintura azul	7,5	7,5
39	lts	2	Pintura gris	7,5	15
40	lts	7	Tiñer esmalte	2,4	16,8
41	UN	1	Banda A 25	1,98	1,98
42	UN	1	Disco de corte 80 dientes 10"	60	60
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
43	UN	1	Motor monofásic 2Hp 3500rpm	147,84	147,84
44	m	11	Cable gemelos 2x12	1,95	21,45
45	UN	1	Botonera ON/OFF	4,55	4,55
<b>TOTAL</b>					<b>972,65</b>

## Costos indirectos

En este literal se considera lo que tiene que ver con las horas de mano de obra. Cabe destacar que en estos gastos se encuentran incluidos todos los gastos de suministros tales como electrodos, herramientas, energía eléctrica, etc.

**Tabla 6.5 Costos de mano de obra (Fuente: Autor)**

<b>CARGO</b>	<b>H. TRABAJADAS</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>TOTAL</b>
Maestro	370	2,80	1036
Ayudante	317	1,35	428
			1464

### **COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN**

Para determinar el costo total de la máquina es necesario considerar un rubro de imprevistos el cual se estima que representa el 10% de la suma de los costos directos e indirectos.

**TABLA 6.6 Costo total (Fuente: Autor)**

<b>SUBTOTAL</b>	2436,65
<b>10% IMPREVISTOS</b>	243,11
<b>TOTAL</b>	2680,32

### **6.8.2 FINANCIAMIENTO**

El financiamiento del presente proyecto será cubierto el 100% por el investigador.

#### **6.8.2.1 Valor de salvamento de la máquina.**

Para los cálculos de rentabilidad se hace necesaria la estimación de un valor de salvamento de la máquina. Se estima un valor de salvamento de 5% del costo de la inversión.

Inversión:  $P = 2680,32\text{usd}$

Valor de salvamento de la máquina:

$$VS = 5\% * P$$
$$VS = 5\% * 2680,32\text{usd}$$

$$VS = 134,02\text{usd}$$

### **6.8.2.2 Depreciación de la máquina:**

El método de depreciación en línea recta es el método más utilizado y con este año se supone que los activos se usan con la misma intensidad año por año, en el transcurso de su vida útil.

$$\text{Inversión: } P = 2680,32\text{usd}$$

$$\text{Valor de salvamento: } VS = 134,02\text{usd}$$

$$\text{Vida útil de la máquina: } n = 5\text{años}$$

Depreciación anual:

$$Da = \frac{P - VS}{n}$$

$$Da = 509,26\text{usd}$$

La depreciación anual, la acumulada y el valor en libros de la máquina de cada uno de los años de la vida útil, se muestra en la siguiente tabla:

### **6.8.2.3 Recuperación de la inversión**

El no disponer de una máquina adecuada para el corte de los tableros de madera, ha generado que los tiempos de trazado y de corte sean mayores a parte de la incomodidad que se tiene para realizar el proceso.

### **6.8.2.4 Análisis de costos con la sierra de banco**

Los cuatro tipos de muebles descritos en el capítulo 4 se tomarán como ejemplo para el análisis de costo, para esto se asigna los siguientes parámetros.

Para realizar el análisis se ha toma la producción de muebles que se realiza en un mes, que está alrededor de 26 muebles. El construir esta cantidad se invierte un tiempo de 150,8 horas, donde tanto como en el trazado y en el tiempo productivo



e improductivo de corte se invierte un tiempo de 14,03 horas. Y también para el análisis se toma en cuenta el salario básico de un trabajador que es de 1,65 \$/hora.

En el proceso de corte se invierte un tiempo 3,84 horas y como esta operación es realizada por dos operarios se tiene un total de 7,68 horas. Y en el proceso de trazado se tiene un tiempo de 10,19 h dando un total entre el tiempo de corte y trazado de 17 horas con 52 min.

Basándonos en estos datos se tiene que el costo que conlleva los procesos de trazado y corte es de:

**TABLA 6.7 Costo de los procesos de trazado y corte (Fuente: Autor)**

<b>tiempo total</b>	<b>Costo \$/HORA</b>	<b>Total (usd)</b>
17 h, 52 min	1,65	28,91

La realización de la operación de trazado y corte tiene un costo de 28,91 dólares.

#### **6.8.2.5 Análisis de costos con la máquina a implementar**

Realizando el análisis de costo con la máquina de corte vertical y horizontal se suprime el proceso de trazado dando como resultado un ahorro de tiempo de 23,51 min por cada mueble que en total de producción en un mes vendría a ser 10,19 horas, y la operación de corte se reduce a un operario dando como resultado un ahorro de tiempo de 3,84 horas. Que económicamente entre el proceso de trazado y de corte con un tiempo 14,03 horas representará un ahorro de 23,15 dólares.

Donde para este análisis también se tomará en cuenta el valor de la utilidad por mueble que es de 80 dólares. Para lo cual en el tiempo que se logra optimizar en el transcurso del proceso se puede realizar la construcción de otro mueble y esto también va generar un ingreso de utilidad al igual que los demás muebles.

Sumando el tiempo que se ahorra con la utilidad del mueble se tiene un total de ingreso de 103,15 dólares al mes.

### 6.8.2.6 Cálculo del TMAR

Según el boletín del Banco Central del Ecuador en nuestro país la tasa de inflación por la fecha de febrero del 2012 es de 5,53% y considerando el premio al riesgo de 3%, el TMAR se evalúa de la siguiente manera:

$$TMAR = i + f + (if)$$

**Donde:**

i= inflación de 5,53%

f= premio al riesgo (3%)

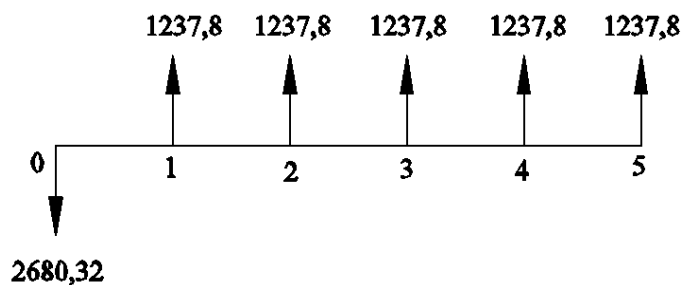
TMAR= 17,06%

### 6.8.2.7 Análisis DE VAN y TIR

Sabiendo que el costo total de la máquina es de \$ 2680.32, se procede a evaluar los costos y beneficios a través del VPN (valor presente neto) que se pueden obtener con la máquina. Tomando en cuenta del ítem 6.8.2.5 que la máquina genera un ingreso de 103,15 dólares al mes y se considera un valor de 1237,8 dólares al año.

Donde VAN se determina con la siguiente ecuación:

#### Diagrama de flujo efectivo



$$VPN = -I_{inicial} + \frac{BN_1}{(1+i)^1} + \frac{BN_2}{(1+i)^2} + \frac{BN_3}{(1+i)^3} + \frac{BN_4}{(1+i)^4} + \frac{BN_5}{(1+i)^5}$$

Donde:

$I_{inicial} = \$2680,32$  Inversión inicial.

$BN = \$1267,32$  Beneficio neto de cada período.

$i = 17\%$  Tasa de referencia al que corresponde el TMAR

$$VPN = -2680,32 + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^1} + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^2} + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^3} + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^4} + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^5}$$

AÑO	VAN
1	-1622,37
2	-718,14
3	54,7
4	715,26
5	1279,83

$$VPN = \$1279,83$$

Cálculo del TIR:

$$0 = -2680,32 + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^1} + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^2} + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^3} + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^4} + \frac{1237,8}{(1 + 0.17)^5}$$

$$i = 0,37$$

$$TIR = 0,37$$

El valor del VAN para el quinto año es de 1374,28 y en si la inversión se recuperará a partir del tercer año.

Como el TIR es mayor que la TMAR la opción de implementar el proceso de corte de tableros de madera en sentido vertical y horizontal representa una buena inversión.

## 6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

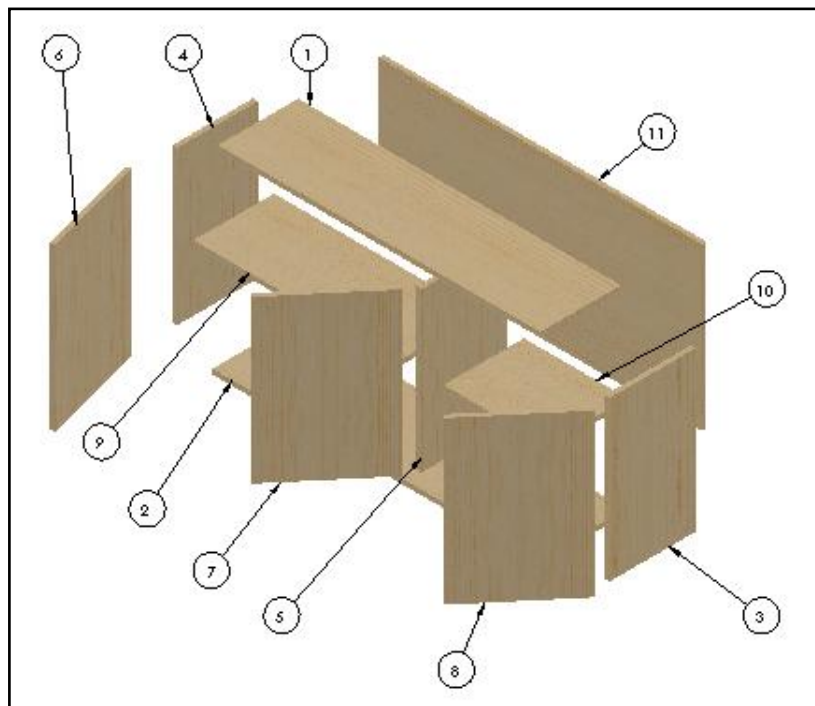
En el presente capítulo se hace mención de las pruebas, de operación y mantenimiento que se debe realizar para que la máquina dé un rendimiento y durabilidad óptimos.

### 6.9.1 Pruebas

Para verificar si la máquina trabaja con las condiciones impuestas para su diseño se optó por realizar el corte con un tablero MDF de 1,8 cm de espesor.

Para verificar los resultados de la máquina diseñada tomamos como referencia el mueble (mueble de cocina) analizada en el capítulo 4.

En la siguiente gráfica se presentan las piezas que se necesitan para el armado de un determinado mueble las mismas que serán cortadas con la máquina diseñada.



*Figura. 6.51 Representación de las piezas a cortar*

*Fuente: [Autor]*

A continuación se procede de la siguiente manera:

Se toma los datos del tiempo que la máquina tarda en la ejecución de cada corte, para lo cual se tabula los tiempos de corte productivo e improductivo de cada pieza.

Se pone en funcionamiento el motor, se mide los tiempos antes mencionados y se obtienen los siguientes resultados:

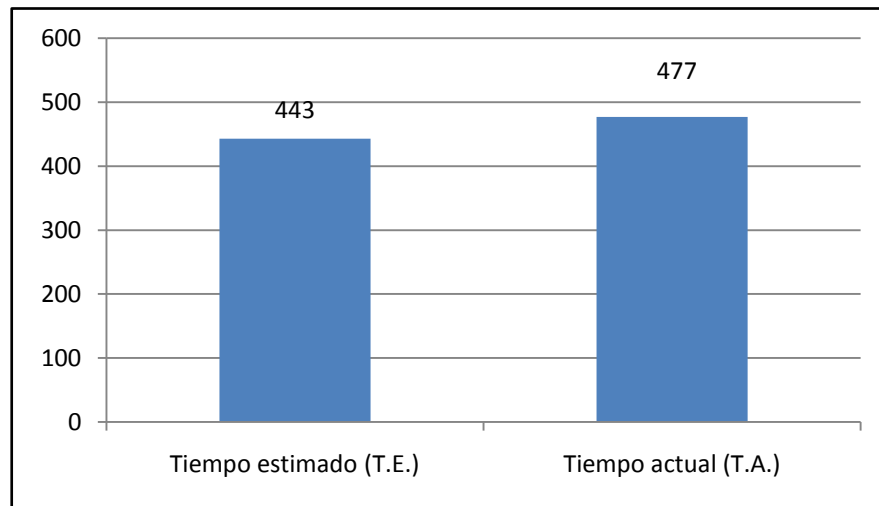
**TABLA 6.8 Tiempos de corte del tablero utilizando la sierra de corte vertical y horizontal (Fuente: Autor)**

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>  <b>PRUEBA DE CORTE</b></p>						
<b>Pieza</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>T. P. (seg)</b>	<b>T. I. (seg)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>T. P. (seg)</b>
1	39	1200	6	43	300	2
2	10	1200	6	0	300	2
3	45	570	3	38	300	3
4	25	570	3	0	300	2
5	26	570	2	0	300	2
6	0	600	3	0	400	2
7	25	600	3	0	400	3
8	38	600	2	27	400	2
9	38	770	4	39	300	2
10	0	385	2	26	300	2
11	45	1200	7	41	600	3

### 6.9.2 Resultados

El tiempo improductivo actual (T.A.) que se describe en la figura 4.43, al igual que el tiempo improductivo estimado (T.E.) es el tiempo que se tarda en manipular el tablero con la diferencia de que estos tiempos se obtienen al realizar los cortes con la máquina diseñada.

En la siguiente gráfica se realiza un análisis del tiempo improductivo estimado (T.E.) con el tiempo improductivo actual (T.A.) debido a que el tiempo improductivo se requiere optimizar.



**Figura. 6.52 Tiempo improductivo estimado VS Tiempo improductivo actual**

**Fuente:** [Autor]

Se tiene que el tiempo improductivo actual (T.A.) es mayor al tiempo improductivo estimado (T.E.) con una diferencia de 35 seg, (aproximadamente con un 8% mayor) con lo que se puede decir que es aceptable el resultado obtenido debido a que por falta de práctica del operario en el manejo la máquina tarda más, pero con un poco de practica los tiempos tenderán a ser iguales.

En el ensayo presentado en el capítulo 4 se realiza el corte con una sierra de 60 dientes, mientras que en esta prueba se emplea una sierra que tiene 80 dientes. Al emplear el último disco se obtiene un mejor acabado. Al poner en funcionamiento la máquina (sierra de corte vertical y horizontal) no presenta inconvenientes durante la realización de las pruebas, de lo que se puede decir que el montaje de la máquina es el adecuado.

### **6.9.3 Recomendaciones para la operación de la máquina**

- La superficie base donde se instale la máquina debe ser completamente plana (nivelada), para que su funcionamiento sea correcto.

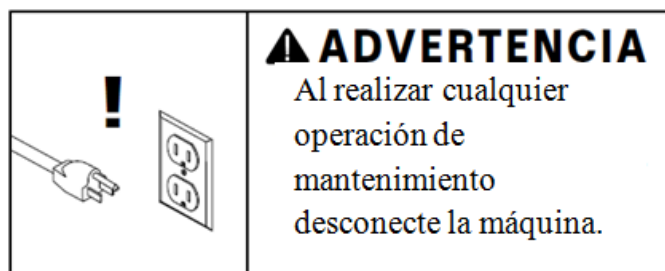
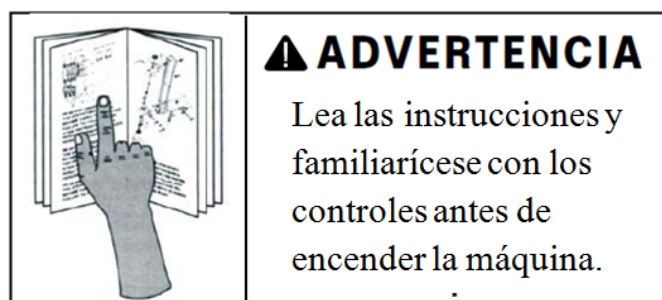
- No debe sobrepasarse de 2 cm el espesor del tablero del cual la máquina está diseñada, para garantizar una mayor durabilidad de los diferentes elementos que conforman la máquina.
- No forzar la máquina, esta funcionará mejor y de manera más segura si se opera con las condiciones a la que fue diseñada.
- De acuerdo al ítem 6.4 se tiene que el extractor producirá un ruido superior a la que una persona soporta en condiciones normales debido a esto se recomienda utilizar el equipo de protección auditivo (tapones auditivos de uso intermitente ), la misma que se encuentra detallado en el ítem 2.3.6.

#### 6.9.4 Mantenimiento

- Diariamente realizar la limpieza y lubricación del eje deslizante donde se encuentran apoyados los elementos de corte para permitir un deslizamiento adecuado.
- Realizar semanalmente la limpieza general de la máquina.
- Lubricar, engrasar y revisar la conexión del motor trimestralmente.

#### Recomendaciones de seguridad

El propósito de los símbolos de seguridad es llamar la atención para que tenga cuidado ante posibles condiciones de peligro.



### **6.9.5 Conclusiones**

- El dimensionamiento de la máquina se ha realizado de acuerdo a la necesidad de uso y recopilando de la mejor manera las fuentes de información como las de internet, opiniones de los operarios y las fuentes de materiales del mercado local.
- Al realizar los cortes el operario mantiene las manos alejadas del disco en todo momento debido a que la sierra se mantiene oculta.
- Con la implementación del extractor de viruta se logra reducir en cierta parte la contaminación de esta manera obteniendo un ambiente de trabajo limpio, lo cual es importante para la seguridad del operador y de las personas que trabajan a su alrededor.
- La sierra de corte vertical y horizontal hace que el rendimiento en tiempos de corte represente un beneficio en la producción para ser competitivo en un mercado que tiene cada vez mayor demanda.

### **6.9.6 Recomendaciones**

- Se recomienda que se capacite al operario en cuanto al manejo de la máquina, para tener un correcto funcionamiento de la misma y la seguridad que involucra durante el proceso de corte.
- Durante la operación y en el momento de receso no colocar las manos o herramientas cerca del disco de corte y en sí de la máquina, ya que el eje del disco está girando a altas revoluciones y podría causar algún daño serio a alguna parte de su cuerpo de la máquina.



## **C.- MATERIALES DE REFERENCIA**

### **1.- BIBLIOGRAFÍA:**

#### **LIBROS:**

1. AVALLONE EUGE A. THEODORE BAUMEISTER III “Manual del Ingeniero Mecánico”, Novena Edición Tomo 1
2. HERRERA E. LUIS MEDINA F. ARNALDO NARANJO L. GALO “Tutoría de la Investigación Científica”, Primera Edición Impreso en Empresdane Graficas Cía. Ltda. Quito.
3. JOSEPH E. SHIGLEY, LARRY D. MITCHELL, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, Tercera Edición Impreso en México.
4. JOSEPH E. SHIGLEY, LARRY D. MITCHELL, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, Cuarta Edición Impreso en México.
5. LARBURO ARRIZABALAGA NICOLÁS “Máquinas prontuario”, Decimotercera Edición Impreso en España.
6. MOTT ROBERT L. “Mecánica de Fluidos aplicada”, Cuarta edición Impreso en México.
7. VALLADARES SOSA M. A. “Factores de conversión”, Cuarta Edición
8. Catálogo general SKF.
9. DIPAC, Productos de acero. Catálogo de aceros.

#### **LINKOGRAFÍA:**

10. <http://catalogo.weg.com.br/files/wegnet/WEG-motores-monofasicos-mercado-mexicano-catalogo-espanol.pdf>
11. [http://www.placacentro.com/mx/producto\\_mdf](http://www.placacentro.com/mx/producto_mdf)
12. <http://www.masisa.com/mex/esp/productos/tableros/mdf/caracteristicas-fisicomecanicas/935/237/>
13. <http://madecentro.com/modulos/verSeccion.aspx?id=58>
14. <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=118&giro=7&ins=817>
15. <http://www.herramientasfresur.com.ar/sierras.htm>

16. [www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf](http://www.micor.se/files/Katalog%202010/9-Teknik-esp-web.pdf)
17. <http://personal.iddeo.es/javiarias/siecirc.htm>
18. <http://www.hierrostorrent.com.ar/Bosch/datosgks235.html>
19. [http://www.metalurgicakolar.com.ar/escuadradora%20vertical/escuadradora\\_vertical.html](http://www.metalurgicakolar.com.ar/escuadradora%20vertical/escuadradora_vertical.html)
20. <http://www.slideshare.net/glazcano/proyectos-para-fabricar-muebles-con-melamina>
21. <http://www.scribd.com/doc/7062549/Sierra-de-Banco>
22. <http://www.bosch.com.mx/content/language1/downloads/Catalogo2010.pdf>
23. <http://www.artesaniasymanualidades.com/madera/tipos-de-madera.php>

ANEXO A

COTIZACIÓN DE LAS SIERRAS DE  
CORTE VERICAL Y HORIZONTAL  
(ESCUADRADORA VERTICAL  
KOLAR)

## ANEXO A1

### Cotización de las sierras de corte vertical y horizontal (Escuadradora Vertical)<sup>1</sup>

Bouchard 3326 - Lanús Este  
4246-2412 / 4115-4806  
[www.metalurgicakolar.com.ar](http://www.metalurgicakolar.com.ar)  
[info@metalurgicakolar.com.ar](mailto:info@metalurgicakolar.com.ar)  
[ventas@metalurgicakolar.com.ar](mailto:ventas@metalurgicakolar.com.ar)

*Somos una empresa de confianza que brinda honestidad, solvencia tecnológica, calidad y eficacia. Ofrecemos asesoramiento permanente y lealtad al cliente.*

*La ética y la aptitud técnica forman parte de nuestro accionar, destacándonos siempre en la innovación constante de nuestros productos.*

Sr. Fredy Yanchaguano:

Ante todo, muchas gracias por su atención.

Con respecto a su consulta sobre escuadradoras verticales le paso a detallar:

**Modelo VERCUT SINGULUS ECO...U\$S 12.500 FOB (puerto de Buenos Aires)**

(Escuadradora Vertical, corta en ambos sentidos hasta 2,10 Mts. en el alto y 3 Mts. en el largo, sus prestaciones son las básicas, respaldo de apoyo de placas con listones de madera, apoyo inferior en Madera, apoyo intermedio para cortes pequeños, motor de 3 HP, posee Incisor con Cutter)

**Modelo VERCUT ECO 3000.....U\$S 16.100 FOB (puerto de Buenos Aires)**

(Escuadradora Vertical, corta en ambos sentidos hasta 2,10 Mts. en el alto y 3 Mts. en el largo, sus prestaciones son óptimas, pero se le pueden agregar los accesorios para transformarla en Full, Respaldo de apoyo de placas accionado en forma manual con listones de PVC, apoyo inferior en aluminio mecanizado, apoyo intermedio para cortes pequeños, sistema de encendido con contactor y Botonera, motor de 3 HP, posee Incisor con Cutter)

**Modelo VERCUT 4000.....U\$S 17.200 FOB (puerto de Buenos Aires)**

(Escuadradora Vertical, corta en ambos sentidos hasta 2,10 Mts. en el alto y 4 Mts. en el largo, posee todas las prestaciones: (Respaldo de Melamina, Rodillos de Desplazamiento de Placas, Copiador de Corte, Entre Otras), respaldo de apoyo de placas con accionamiento automático con listones de PVC (sistema electro neumático), apoyo inferior en aluminio mecanizado, apoyo intermedio para cortes pequeños en aluminio estruido, sistema de encendido con contactor y botonera, motor de 4HP, posee Incisor con cutter)

Forma de pago: Con carta de crédito o transferencia bancaria.

Plazo de entrega: 90 días hábiles

Aclaración: En caso de adquirir uno de nuestros productos le informo que usted deberá hacerse cargo del traslado, nosotros haríamos todos los trámites aduaneros aquí en nuestro país hasta su embarque, no obstante, si usted lo desea, nosotros averiguaremos el dato del embarque hasta su puerto y se lo comunicaremos a la brevedad.

En cuanto a los impuestos solo incluye en esta cotización hasta su embarque.

En lo que se refiere al precio no incluye costo de instalación. Con respecto a esto último es a convenir.

**Nota:** Referente al corte, es sumamente preciso en lo que hace a medidas y escuadra, como así también la terminación solo en los modelos VERCUT con respecto al astillado, dado que cuenta con un sistema de incisión anterior al corte con un dispositivo incisor sencillo y practico, lo que deja una superficie óptima para el pegado de cantos de cualquier tipo.

En lo que respecta a datos técnicos usted podrá acceder a ellos en nuestra Página Web.

Ante cualquier duda por favor consulte, que estamos a su entera disposición.

Atentamente

Natalin Kolar

---

<sup>1</sup> [info@metalurgicakolar.com.ar](mailto:info@metalurgicakolar.com.ar)

**ANEXO B**  
**PARÁMETROS DE DISEÑO**

## ANEXO B1

### Discos de sierra circular

#### Discos de sierra circular - Optiline Wood



- ▶ El disco universal para todas las aplicaciones en madera.
- ▶ Dientes alternados con ángulo positivo (ATB).
- ▶ Discos con cuerpo en acero endurecido y templado.
- ▶ Cortes de calidad, rápidos y precisos para cualquier aplicación estándar al trabajar con madera blanda y dura. Cuenta con un dentado alternado de metal duro para un mejor desempeño. (Vea tabla de aplicación arriba).

**Optiline**  
**WOOD**

Número de parte	Díametro (pulg.)	Díametro orificio (pulg.)	Espesor del corte (mm)	Espesor del disco (mm)	Nº de dientes	Tipo de diente	Anillos reductores (mm)	Anillos reductores (pulg.)	Unidades/embalaje	Código de barras	Tipo de embalaje
-----------------	------------------	---------------------------	------------------------	------------------------	---------------	----------------	-------------------------	----------------------------	-------------------	------------------	------------------

#### Para sierras circulares portátiles.

2 608 640 846	7 1/4	5/8	2,5	1,5	24	ATB	diamante	diamante	1	3165140350686	Caja de cartón
2 608 640 847	7 1/4	5/8	2,5	1,5	40	ATB	diamante	diamante	1	3165140350693	Caja de cartón
2 608 640 873	8 1/4	5/8	2,5	1,5	24	ATB	diamante	diamante	1	3165140350983	Caja de cartón
2 608 640 874	8 1/4	5/8	2,5	1,5	40	ATB	diamante	diamante	1	3165140350990	Caja de cartón
2 608 640 885	9 1/4	1	2,5	1,8	24	ATB	20-16	5/8	1	3165140351102	Blistér
2 608 640 886	9 1/4	1	2,5	1,8	40	ATB	20-16	5/8	1	3165140351119	Blistér
2 608 640 887	9 1/4	1	2,5	1,8	60	ATB	20-16	5/8	1	3165140351126	Blistér

#### Para ingleteadoras.

2 608 640 901	10	1	2,5	1,8	40	ATB	20-16	5/8	1	3165140351263	Caja de cartón
2 608 640 902	10	1	2,5	1,8	60	ATB	20-16	5/8	1	3165140351270	Caja de cartón
2 608 640 903	10	1	2,5	1,8	80	ATB	20-16	5/8	1	3165140351287	Caja de cartón
2 608 640 913	12	1	2,8	1,8	40	ATB	20-16	5/8	1	3165140351386	Caja de cartón
2 608 640 914	12	1	2,8	1,8	60	ATB	20-16	5/8	1	3165140351393	Caja de cartón

## ANEXO B2

### Datos electricos<sup>2</sup>

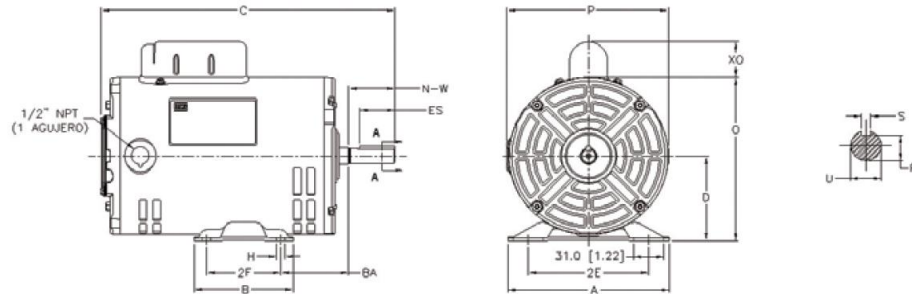
Potencia		Factor de Servicio	Polos	Armazón	Código de Referencia	Tensión V	RPM min <sup>-1</sup>	Corriente Nominal A	Corriente a Factor de Servicio A	Clave KVA/HP	Eficiencia Nominal %	Factor de Potencia pu
HP	KW											
0,25	0,187	1,35	2	56	.25360S1PA56	127/220	3510	6.28/2.35	6.50/2.70	R	52,5	0,44
		1,35	4	56	.25180S1P56	127/220	1745	5.50/2.50	5.80/2.80	P	50,5	0,52
0,33	0,249	1,35	2	56	.33360S1PA56	127/220	3510	7.21/2.70	7.40/3.10	P	55,0	0,57
		1,35	4	56	.33180S1P56	127/220	1750	6.40/2.50	7.00/3.00	P	52,5	0,57
0,50	0,373	1,25	2	56	.50360S1PA56	127/220	3515	9.10/3.70	9.70/4.60	N	59,5	0,58
		1,25	4	56	.50180S1P56	127/220	1740	8.00/3.80	8.70/4.30	N	57,5	0,63
0,75	0,560	1,25	2	56	.75360S1PA56	127/220	3500	11.50/5.00	12.55/5.85	M	62,0	0,61
		1,25	4	56	.75180S1P56	127/220	1750	12.5/5.50	13.10/6.10	P	59,5	0,59
1.0	0,746	1,25	2	56	001360S1P56	127/220	3515	13.00/6.20	14.00/7.30	M	64,0	0,70
		1,15	4	56	001180S1P56	127/220	1730	15.00/7.50	17.50/8.62	M	62,0	0,63
1,5	1,119	1,15	2	56	001560S1P56	127/220	3500	16.50/8.80	18.90/10.10	L	68,0	0,78
		1,15	4	56	001580S1P56	127/220	1730	20.20/9.37	21.30/10.60	M	66,0	0,66
2.0	1,492	1,15	2	56H	002360S1P56	127/220	3520	20.0/10.5	22.0/11.5	M	72,0	0,81
		1,15	4	56H	002180S1P56	127/220	1735	29.00/13.50	33.3/15.50	M	70,0	0,57

### Datos mecánicos

Potencia		Polos	Armazón	Código de Referencia	D	2E	2F	BA	H	U	N-W	R	ES Min.	S	C	P	O	XO (1)
HP	KW																	
0,25	0,187	2	56	.25360S1PA56	88.9 [3.50]	61.976 [2.44]	76.2 [3.00]	69.85 [2.75]	8.636 [0.34]	15.875 [0.6250]	47.752 [1.88]	13.1318 [0.517]	35.814 [1.41]	4.7752 [0.188]	267 [10.5]	147 [5.8]	161 [6.3]	37.5 [1.47]
		4	56	.25180S1P56											267 [10.5]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,33	0,249	2	56	.33360S1PA56											277 [10.9]	147 [5.8]	161 [6.3]	
		4	56	.33180S1P56											277 [10.9]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,50	0,373	2	56	.50360S1PA56											287 [11.3]	147 [5.8]	161 [6.3]	
		4	56	.50180S1P56											287 [11.3]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,75	0,560	2	56	.75360S1PA56											287 [11.3]	147 [5.8]	161 [6.3]	
		4	56	.75180S1P56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
1.0	0,746	2	56	001360S1P56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56	001180S1P56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
1,5	1,119	2	56	001560S1P56											322 [12.6]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56	001580S1P56											322 [12.6]	166 [6.5]	171 [6.7]	
2.0	1,492	2	56H	002360S1P56	352 [13.8]	166 [6.5]	171 [6.7]											
		4	56H	002180S1P56	362 [14.2]	166 [6.5]	171 [6.7]											

Todas las dimensiones estan en mm [pulgadas]

(1) La distancia XO varia para motores de doble capacitor.



<sup>2</sup> <http://catalogo.weg.com.br/files/wegnet/WEG-motores-monofasicos-mercado-mexicano-catalogo-espanol.pdf>

### ANEXO B3

Valores aproximados de los coeficientes de rozamiento

Máquinas simples	COEFICIENTES DE ROZAMIENTO				TABLA 7 . 4
	MATERIALES EN ROZAMIENTO				
	Estático		Dinámico		
	Seco	Lubricado	Seco	Lubricado	
Acero sobre acero	0,15	0,10	0,10	0,09-0,08	
Acero sobre fundición de hierro	0,19	0,10	0,18	0,08-0,05	
Acero sobre bronce	0,19	0,10	0,18	0,08-0,05	
Acero sobre antifricción				0,04	
Acero sobre madera dura	0,6-0,5	0,10	0,4	0,08	
Acero sobre hielo	0,026		0,015		
Fundición sobre fundición (hierro)	0,20	0,16	0,14	0,10	
Fundición sobre bronce	0,20	0,16	0,18	0,08	
Fundición sobre madera dura	0,6	0,10	0,5	0,10	
Bronce sobre bronce	0,20	0,11	0,19	0,06	
Revestimiento de freno sobre acero	0,4		0,1		
Correa de cuero sobre fundición	0,4		0,3		
Correa de cuero sobre madera	0,5		0,4		
Neumáticos sobre calzada (thormigonada, asfaltada)		0,75-0,65			
Neumáticos sobre calzada empedrada (seca)		0,6			
Neumáticos sobre calzada mojada		0,3-0,1			
Cojinetes de máquinas (rodaduras)		0,1		0,06-0,03	
Rodamientos de bolas y de rodillos				0,003-0,001	

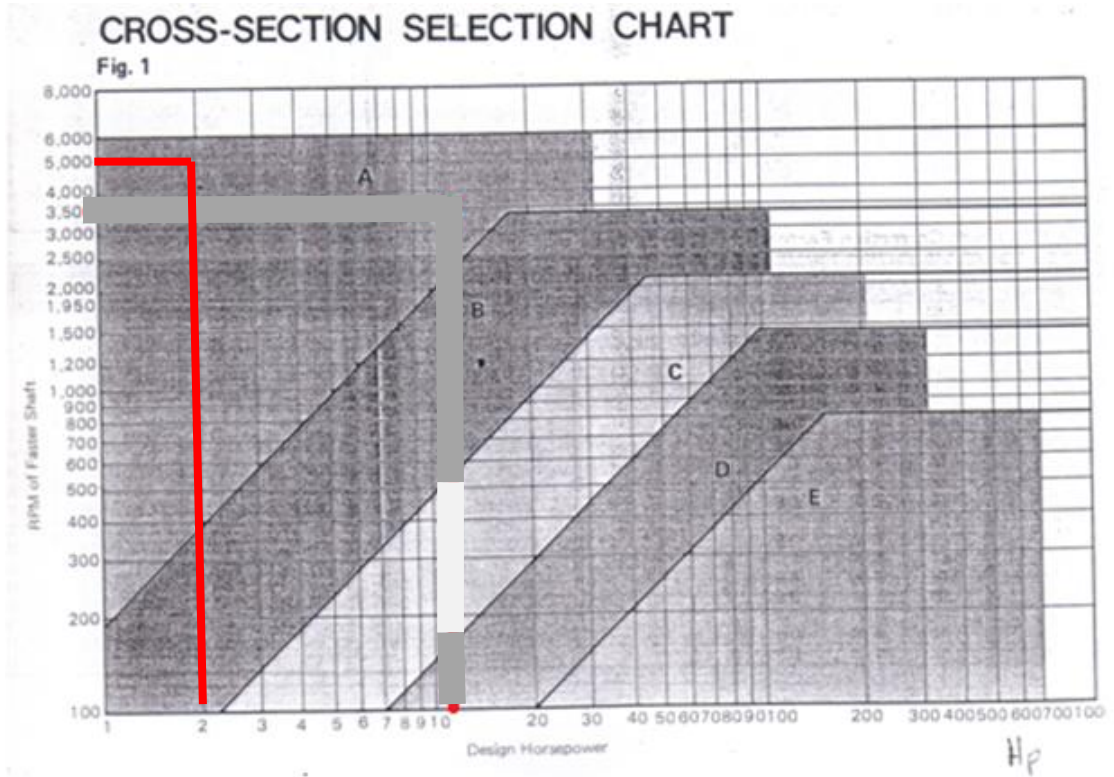
### ANEXO B4

Tipo de máquina impulsada	Tipo de impulsor					
	Motores de CA: par torsional normal <sup>a</sup> Motores de CD: bobinado en derivación Motores de combustión: múltiples cilindros			Motores de CA: Alto par torsional <sup>b</sup> Motores de CD: bobinado en serie, bobinado compuesto Motores de combustión: 4 cilindros o menos		
	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día
Agitadores, sopladores, ventiladores, bombas centrífugas, transportadores ligeros	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Generadores, máquinas herramienta, mezcladores, transportadores de grava	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Elevadores de cangilones, máquinas textiles, molinos de martillos, transportadores pesados	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras, molinos de bolas, malacates, extrusoras de hule	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Toda máquina que se pueda ahogar	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

<sup>a</sup>Síncronos, fase dividida, trifásicos con par de torsión de arranque o par de torsión al paro máximo menor que 175% de par torsional con carga total  
<sup>b</sup>Monofásicos, trifásicos con par de torsión de arranque o par de torsión al paro máximo menor que 175% de par torsional con carga total



## ANEXO B5



## ANEXO B6

Factor de corrección del ángulo de contacto  $K_1$

$\frac{D-d}{C}$	$\theta$ , grados	VV	$K_1$	Plana en V
0.00	180	1.00	0.75	
0.10	174.3	0.99	0.76	
0.20	166.5	0.97	0.78	
0.30	162.7	0.96	0.79	
0.40	156.9	0.94	0.80	
0.50	151.0	0.93	0.81	
0.60	145.1	0.91	0.83	
0.70	139.0	0.89	0.84	
0.80	132.8	0.87	0.85	
0.90	126.5	0.85	0.85	
1.00	120.0	0.82	0.82	
1.10	113.3	0.80	0.80	
1.20	106.3	0.77	0.77	
1.30	98.9	0.73	0.73	
1.40	91.1	0.70	0.70	
1.50	82.8	0.65	0.65	

## ANEXO B7

Factor de corrección de longitud de banda  $K_2$

Factor de longitud	Longitud nominal de la banda, pulg				
	Bandas A	Bandas B	Bandas C	Bandas D	Bandas E
0.85	Hasta 35	Hasta 46	Hasta 75	Hasta 128	
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Hasta 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 y mayor	158-180	270-300	480	540-600
1.20		195 y mayor	330 y mayor	540 y mayor	660

\*Multiplique la potencia nominal de la banda por este factor para conseguir la potencia corregida.

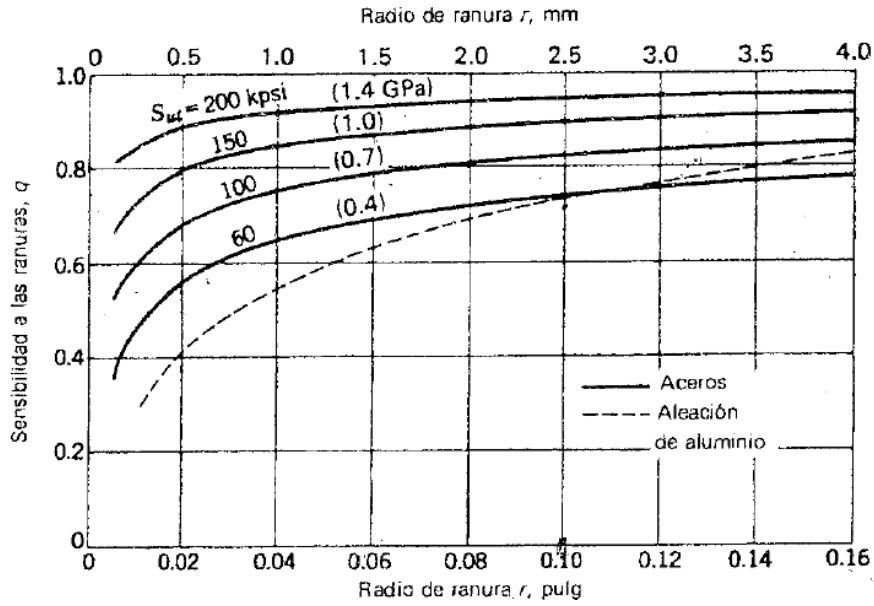
## ANEXO B8

Potencias nominales de bandas en V estándar.

Sección de la banda	Diámetro de paso de la polea, pulg	Velocidad de la banda, pie/min				
		1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
A	2.6	0.47	0.62	0.53	0.15	
	3.0	0.66	1.01	1.12	0.93	0.38
	3.4	0.81	1.31	1.57	1.53	1.12
	3.8	0.93	1.55	1.92	2.00	1.71
	4.2	1.03	1.74	2.20	2.38	2.19
	4.6	1.11	1.89	2.44	2.69	2.58
B	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26	0.22
	4.6	1.27	1.99	2.29	2.08	1.24
	5.0	1.44	2.33	2.80	2.76	2.10
	5.4	1.59	2.62	3.24	3.34	2.82
	5.8	1.72	2.87	3.61	3.85	3.45
C	6.2	1.82	3.09	3.94	4.28	4.00
	6.6	1.92	3.29	4.23	4.67	4.48
	7.0 y mayor	2.01	3.46	4.49	5.01	4.90
	6.0	1.84	2.66	2.72	1.87	
	7.0	2.48	3.94	4.64	4.44	3.12
	8.0	2.96	4.90	6.09	6.36	5.52
D	9.0	3.34	5.65	7.21	7.86	7.39
	10.0	3.64	6.25	8.11	9.06	8.89
	11.0	3.88	6.74	8.84	10.0	10.1
	12.0 y mayor	4.09	7.15	9.46	10.9	11.1
	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09	1.35
	11.0	5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
E	12.0	5.71	9.26	11.2	11.4	9.18
	13.0	6.31	10.5	13.0	13.8	12.2
	14.0	6.82	11.5	14.6	15.8	14.8
	15.0	7.27	12.4	15.9	17.6	17.0
	16.0	7.66	13.2	17.1	19.2	19.0
	17.0 y mayor	8.01	13.9	18.1	20.6	20.7
E	16.0	8.68	14.0	17.5	18.1	15.3
	18.0	9.92	16.7	21.2	23.0	21.5
	20.0	10.9	18.7	24.2	26.9	26.4
	22.0	11.7	20.3	26.6	30.2	30.5
	24.0	12.4	21.6	28.6	32.9	33.8
	26.0	13.0	22.8	30.3	35.1	36.7
28.0 y mayor	13.4	23.7	31.8	37.1	39.1	

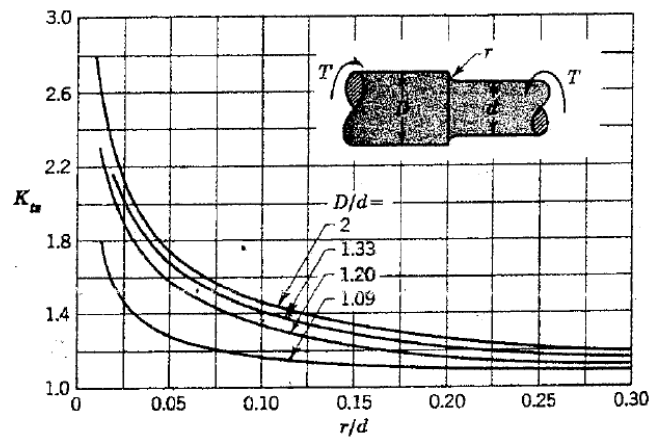
## ANEXO B9

Diagrama de sensibilidad a las ranuras para aceros y aleaciones de aluminio forjado UNS A92024 – T, sometidos a cargas flexionantes o axiales invertidas alternativamente.



## ANEXO B10

Barra de sección circular en torsión con estrechamiento y entalle.



## ANEXO B11

Guía para los valores de duración  $L_{10h}$  para diferentes clases de máquinas.

<b>Clases de máquinas</b>	<b><math>L_{10h}</math> horas de servicio</b>
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, aparatos para uso médico.	300 a 3 000
Máquinas usadas intermitente o por cortos períodos: Máquinas-herramienta portátiles, aparatos elevadores para talleres, máquinas para la construcción.	3 000 a 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente: Ascensores, grúas para mercancías embaladas.	8 000 a 12000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario no totalmente utilizadas: Transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias.	10 000 a 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: Máquinas-herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica general, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipo de imprenta, separadores y centrifugas.	20000 a 30 000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: Cajas de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tomos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil.	40 000 a 50 000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para transatlánticos.	60 000 a 100 000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, ventiladores y bombas para minas, rodamientos para la línea de eje de transatlánticos.	≈ 100 000

**Fuente: Catálogo General SKF**

## ANEXO B12

### a. Velocidad de captación<sup>3</sup>

Material	m / s
Serrín y virutas, ligeros	10 a 15
Serrín y virutas, pesados	17 a 23
Polvos de rectificado	17 a 23
Limpieza por chorro de arena	17 a 23
Polvo de plomo	20 a 25
Volanderas de borra de algodón	7.5 a 10
Polvo de semillas, polvo de caucho	10 a 15
Polvo para moldeo de baquelita	15 a 17
Polvo de baquelita	10 a 12

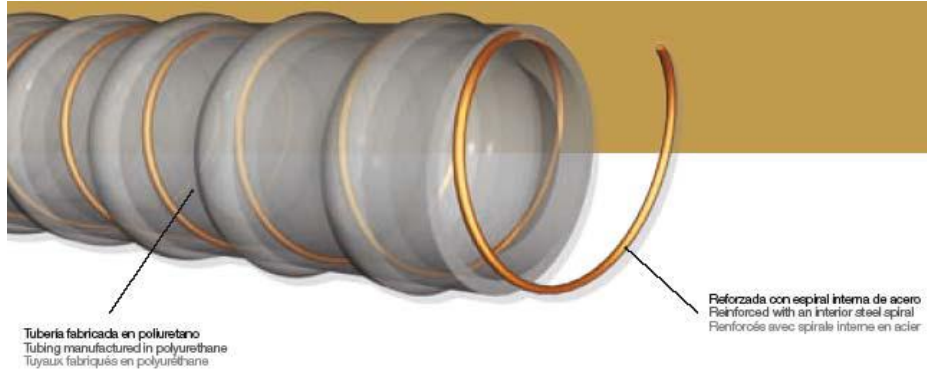
### b. Velocidades de transporte de las partículas.

Material	m / s
Carbón, polvo	20 a 28
Serrín	20 a 30
Corcho	17 a 28
Pulpa troceada	22 a 36
Lana, yute, algodón	22 a 30
Granos de café	15 a 20
Cenizas, escorias pulverizadas	30 a 43
Arena, cemento	30 a 46
Cal	25 a 36
Harina	17 a 30
Tapos	22 a 33
Maíz, Trigo, centeno	25 a 36
Avenas	22 a 30

<sup>3</sup> <http://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/ventilacion/seleccion-de-los-ventiladores.html>

## ANEXO B13

### Tubería Poliuretano Flex.<sup>4</sup>



Ø INT. ID. mm	ESPESOR PARED WALL THICKNESS ÉPAISSEUR PAROI mm	ESPESOR FLEXIBLE FLEXIBLE THICKNESS ÉPAISSEUR FLEXIBLE mm	PESO WEIGHT POIDS g/m	VACÍO VACUUM VIDE mH <sub>2</sub> O	RADIO CURVATURA BENDING RADIUS RAYON COURBURE mm	LARGO ROLLO ROLL LENGTH LONGUEUR ROULEAU m
40	1,8	0,35	200	0,04	35	10
45	1,8	0,35	225	0,04	20	10
51	1,8	0,35	250	0,04	25	10
60	1,8	0,35	300	0,04	30	10
70	1,9	0,35	315	0,04	35	10
76	1,9	0,35	340	0,04	38	10
80	1,9	0,35	360	0,04	40	10
90	2,0	0,40	380	0,04	45	10
102	2,0	0,40	420	0,32	50	10
110	2,2	0,40	520	0,30	55	10
120	2,2	0,40	560	0,25	60	10
127	2,2	0,40	590	0,25	64	10
130	2,2	0,40	600	0,20	65	10
140	2,2	0,40	650	0,20	70	10
152	2,2	0,40	700	0,20	75	10
160	2,7	0,45	880	0,18	80	10
180	2,7	0,45	990	0,12	90	10
203	2,7	0,45	1100	0,10	100	10
254	2,8	0,50	1300	0,10	125	10
305	2,8	0,50	1550	0,08	150	10
356	2,8	0,50	1820	0,08	175	10

Transporte de líquidos  
Transport of liquids  
Transportation de liquides

uso sanitario  
Sanitary use  
usage sanitaire

Transporte de productos químicos  
Transport of chemicals  
Transportation de produits chimiques

aspiración  
Suction  
aspiration

separación de aceite  
Oil separation  
séparation d'huile

**Tubería fabricada en poliuretano reforzada con espiral interna de acero**

\* En función de las evoluciones técnicas, las especificaciones pueden ser modificadas sin previo aviso  
\* Otros diámetros, colores y características previa consulta

**Características**

- Atóxico
- Tubería reforzada en su interior por un espiral metálico, que le da gran consistencia, a la vez que flexible, dotada así de grandes posibilidades mecánicas
- Antiabrasiva y Antiestética
- Resiste a los agentes atmosféricos y a diversos productos químicos
- La temperatura recomendada de empleo está entre -35°C y 85°C

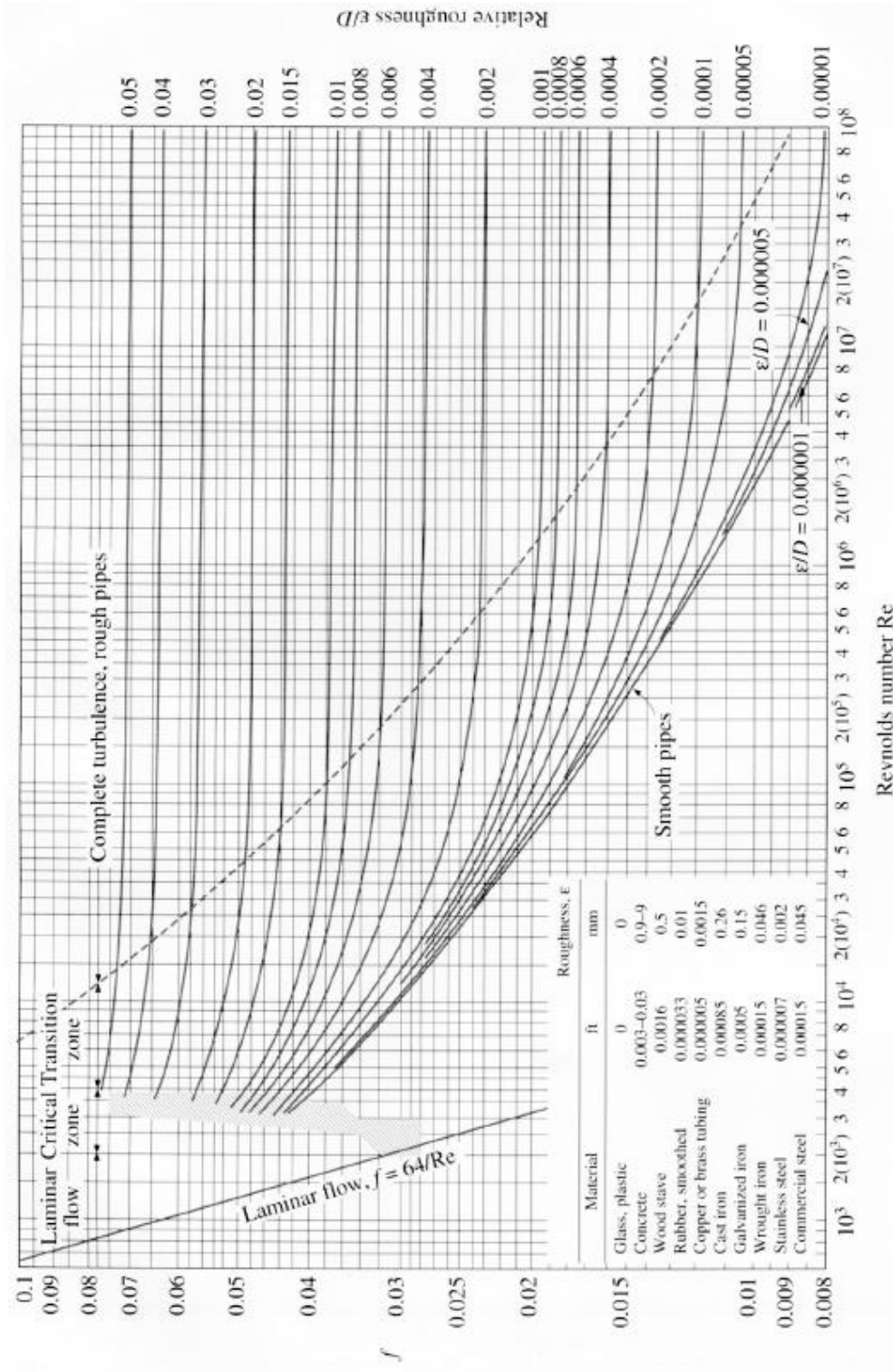
**Aplicaciones**

- Aspiraciones de aire cargado de sustancias abrasivas y muy reactivas, tales como vapores de aceites
- Aspiración y Ventilación de humos, virutas, ...

<sup>4</sup> <http://www.espiroflex.com/aireacion.pdf>

# ANEXO B14

Diagrama de Moody.



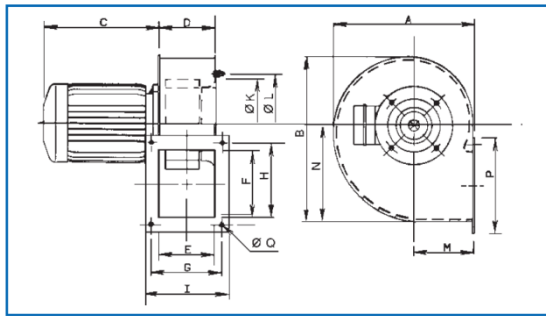
## ANEXO B15

### Extractores centrífugos de simple aspiración.<sup>5</sup>

#### Características técnicas

Serie 2	Velocidad (r.p.m.)	Protección	Motor clase	Potencia máxima absorbida (kW)	Intensidad máxima absorbida (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora (dB(A))	Peso (kg)	Tipo de anti- bratorios (KSE)
					a 230 V	a 400 V				
2 POLOS TRIFASICO										
CMT/2-225/ 90 - 1,1	2780	IP55	F	1,1	4,70	2,70	2080	66	23,0	45
CMT/2-225/ 90 - 1,5	2800	IP55	F	1,5	5,96	3,45	2170	71	27,5	45
CMT/2-225/ 90 - 2,2	2820	IP55	F	2,2	8,50	4,90	3040	76	29,7	45
CMT/2-250/100 - 2,2	2820	IP55	F	2,2	8,50	4,90	2080	73	34,5	45
CMT/2-250/100 - 3	2820	IP55	F	3	10,90	6,30	3685	79	36,5	45
CMT/2-280/115 - 3	2820	IP55	F	3	10,90	6,30	2600	77	43,0	45
CMT/2-280/115 - 4	2870	IP55	F	4	-	8,40	3210	81	47,0	45

#### Serie 1 (Dimensiones en mm)



Modelo	A	B	C1		D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	P	Q
			2*	4*												
120/50	180	203	153	153	74,5	72	85	92	105	106	113	132	81	116	118	5,5
140/50	222	249	177	153	82,5	80	105	105	128	123	144	152	100	147	147	7
160/60	254	293	207	153	102,5	100	120	128	148	153	166	180	109	171	172	7
180/75	302	347	232	177	117,5	115	140	145	170	168	187,5	210	128	203	192	9
200/60	300	347	207	153	107,5	105	100	135	128	158	209	230	128	203	152	9
200/80	321	375	232	207	132,5	130	160	160	188	183	209	230	138	222	212	9

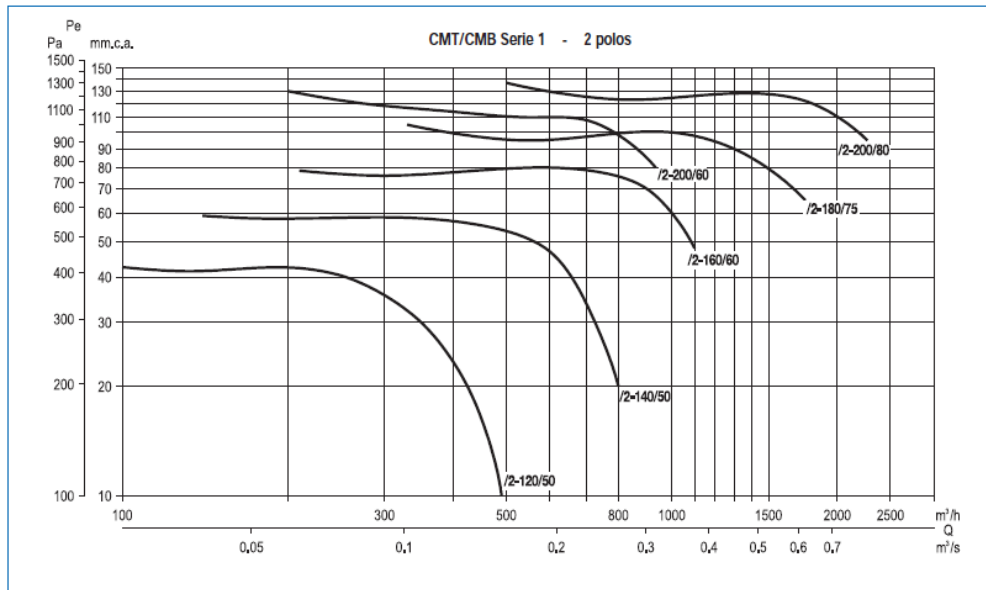
\* Número de polos.

<sup>5</sup>[http://www.construmatica.com/archivos/28115/catalogos/gama\\_industrial/extractores\\_atmosferas\\_explosivas\\_atex/cmb\\_cmt.pdf](http://www.construmatica.com/archivos/28115/catalogos/gama_industrial/extractores_atmosferas_explosivas_atex/cmb_cmt.pdf)



## Curvas características. (Continuación)

- Q = Caudal en m<sup>3</sup>/h y m<sup>3</sup>/s.
- Pe = Presión estática en mm.c.d.a y Pa.
- Aire seco normal a 20 °C y 760 mm c.d. Hg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Normas UNE 100-212-89 BS 848, Part 1; AMCA 210-85 y ASHRAE 51-1985.



## ANEXO B16

Especificaciones SAE para pernos UNS de acero.

Grado SAE	Intervalo de tamaños (inclusive) (in)	Resistencia límite mínima a la tracción $S_p$ (ksi)	Resistencia de fluencia mínima a la tracción $S_y$ (ksi)	Resistencia última mínima a la tracción $S_u$ (ksi)	Características del acero
1	¼ a 1½	33	36	60	Medio o bajo carbono
2	¼ a ¾	55	57	74	Medio o bajo carbono
	7/8 a 1½	33	36	60	
4	¼ a 1½	65	100	115	Medio carbono estirado en frío
5	¼ a 1	85	92	120	Medio carbono templado y revenido
	1 1/8 a 1½	74	81	105	
5.2	¼ a 1	85	92	120	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido
7	¼ a 1½	105	115	133	Aleado de medio carbono, templado y revenido
8	¼ a 1½	120	130	150	Aleado de medio carbono, templado y revenido
8.2	¼ a 1	120	130	150	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido

## ANEXO B17

### Dimensiones de pernos

Tamaño	Roscas bastas—UNC				Roscas finas—UNF		
	Diámetro mayor $d$ (in o pulg)	Hilos por pulgada	Diámetro menor $d_r$ (in)	Área de esfuerzo a tensión $A_t$ (in <sup>2</sup> )	Hilos por pulgada	Diámetro menor $d_r$ (in)	Área de esfuerzo a tensión $A_t$ (in <sup>2</sup> )
0	0.0600	—	—	—	80	0.0438	0.0018
1	0.0730	64	0.0527	0.0026	72	0.0550	0.0028
2	0.0860	56	0.0628	0.0037	64	0.0657	0.0039
3	0.0990	48	0.0719	0.0049	56	0.0758	0.0052
4	0.1120	40	0.0795	0.0060	48	0.0849	0.0066
5	0.1250	40	0.0925	0.0080	44	0.0955	0.0083
6	0.1380	32	0.0974	0.0091	40	0.1055	0.0101
8	0.1640	32	0.1234	0.0140	36	0.1279	0.0147
10	0.1900	24	0.1359	0.0175	32	0.1494	0.0200
12	0.2160	24	0.1619	0.0242	28	0.1696	0.0258
1/4	0.2500	20	0.1850	0.0318	28	0.2036	0.0364
5/16	0.3125	18	0.2403	0.0524	24	0.2584	0.0581
3/8	0.3750	16	0.2938	0.0775	24	0.3209	0.0878
7/16	0.4375	14	0.3447	0.1063	20	0.3725	0.1187
1/2	0.5000	13	0.4001	0.1419	20	0.4350	0.1600
9/16	0.5625	12	0.4542	0.1819	18	0.4903	0.2030
5/8	0.6250	11	0.5069	0.2260	18	0.5528	0.2560
3/4	0.7500	10	0.6201	0.3345	16	0.6688	0.3730
7/8	0.8750	9	0.7307	0.4617	14	0.7822	0.5095
1	1.0000	8	0.8376	0.6057	12	0.8917	0.6630
1 1/8	1.1250	7	0.9394	0.7633	12	1.0167	0.8557
1 1/4	1.2500	7	1.0644	0.9691	12	1.1417	1.0729
1 3/8	1.3750	6	1.1585	1.1549	12	1.2667	1.3147
1 1/2	1.5000	6	1.2835	1.4053	12	1.3917	1.5810
1 3/4	1.7500	5	1.4902	1.8995			
2	2.0000	4.5	1.7113	2.4982			
2 1/4	2.2500	4.5	1.9613	3.2477			
2 1/2	2.5000	4	2.1752	3.9988			
2 3/4	2.7500	4	2.4252	4.9340			
3	3.0000	4	2.6752	5.9674			
3 1/4	3.2500	4	2.9252	7.0989			
3 1/2	3.5000	4	3.1752	8.3286			
3 3/4	3.7500	4	3.4252	9.6565			
4	4.0000	4	3.6752	11.0826			

## ANEXO B18

Datos sobre cables metálicos o de alambre.

**TABLA AT 28 PROPIEDADES DE CABLES METÁLICOS (unidades métricas)**

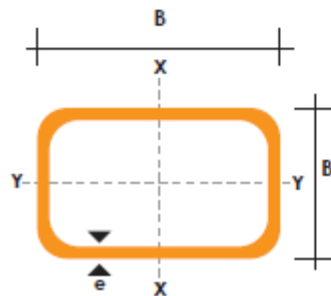
Peso aproximado del cable  $w$  en kilogramos por metro;  $D_c$  = diámetro del cable;  $D_p$  = diámetro de la polea;  $A_m$  = área de metal en la sección transversal, en  $\text{cm}^2$ ;  $E_r$  = módulo de elasticidad del cable, en  $\text{kg/cm}^2$ ; los valores I.P.S. son válidos para acero de arados; M.P.S. para acero dulce de arados. Todos los valores son para cable con núcleo de fibra. En los cálculos *preliminares* puede ser de utilidad *estimar* las resistencias máximas totales en toneladas métricas en función de  $D_c$  en centímetros; por ejemplo, para cable  $6 \times 19$ : calidad VHS,  $F_u \approx 6,75 D_c^2 \text{ Tm}$ ; calidad IPS,  $F_u \approx 5,90 D_c^2 \text{ Tm}$ ; calidad PS,  $F_u \approx 5,06 D_c^2 \text{ Tm}$ ; calidad MPS,  $F_u \approx 4,49 D_c^2 \text{ Tm}$ . Multiplicar los valores dados por 1,075 para obtener la resistencia del cable tipo IWRC. Para acero de tracción de  $6 \times 19$ , será un valor seguro  $F_u = (0,87) \times (F_u \text{ para MPS})$ .

DIÁ- METRO DEL CABLE $D_c$ cm	Cable metálico $6 \times 7$ $w = 0,35D_c^2 \text{ kg/m}$ $D_p \text{ mín.} = 42D_c \text{ cm}$ $D_p \text{ deseable} = 72D_c \text{ cm}$			Cable metálico $6 \times 19$ $w = 0,37D_c^2 \text{ kg/m}$ $D_p \text{ mín.} = 30D_c \text{ cm}$ $D_p \text{ deseable} = 45D_c \text{ cm}$			Cable metálico $6 \times 37$ $w = 0,357D_c^2 \text{ kg/m}$ $D_p \text{ mín.} = 18D_c \text{ cm}$ $D_p \text{ deseable} = 27D_c \text{ cm}$		
	$D_w \approx 0,111D_c \text{ cm}$ $A_m \approx 0,38D_c^2 \text{ cm}^2$ $E_r \approx 914\,000 \text{ kg/cm}^2$			$D_w \approx 0,067D_c \text{ cm}$ $A_m \approx 0,4D_c^2 \text{ cm}^2$ $E_r \approx 843\,700 \text{ kg/cm}^2$ IWRC: $w \approx 0,405D_c^2 \text{ kg/m}$			$D_w \approx 0,048D_c \text{ cm}$ $A_m \approx 0,4D_c^2 \text{ cm}^2$ $E_r \approx 843\,700 \text{ kg/cm}^2$ IWRC: $w \approx 0,394D_c^2 \text{ kg/m}$		
	RESISTENCIA NOMINAL A LA ROTURA EN TONELADAS MÉTRICAS, $F_u$								
	I.P.S.	P.S.	M.P.S.	I.P.S.	P.S.	M.P.S.	I.P.S.	P.S.	
0,63	2,39	2,08	1,81	2,48	2,16	1,87	2,35	2,04	
0,79	3,71	3,22	2,81	3,86	3,36	2,92	3,65	3,17	
0,95	5,31	4,62	4,01	5,53	4,81	4,18	5,24	4,56	
1,11	7,19	6,25	5,44	7,51	6,52	5,66	7,09	6,16	
1,27	9,10	8,12	7,06	9,71	8,47	7,37	9,25	8,03	
1,43	11,79	10,25	8,90	12,24	10,71	9,25	11,70	10,15	
1,59	14,42	12,61	10,88	15,16	13,14	11,42	14,32	12,42	
1,90	20,59	17,96	15,60	21,59	18,77	16,32	20,47	17,78	
2,22	27,85	24,22	21,05	29,20	25,40	22,1	27,7	24,1	
2,54	36,01	31,29	27,21	37,90	33,01	28,6	36,1	31,3	
2,86	45,17	39,28	34,20	47,71	41,45	36,1	45,4	39,4	
3,17	55,3	48,0	41,7	58,6	51,1	44,3	55,7	48,5	
3,49	66,3	57,6	50,1	70,4	61,2	53,3	67,2	58,5	
3,81	78,1	68,0	59,1	83,4	72,5	63,1	79,6	69,2	
4,13				97,1	84,6	73,6	93,4	80,9	
4,44				112,4	98,0	84,5	107,9	93,5	
4,76				127,9	111,6	97,0	123,2	107,0	
5,08				145,1	126,1	109,8	139,7	121,5	
5,40				162,3	141,4		156,9	136,0	
5,71				181,4	157,8		175,0	152,3	
6,35				221,3	192,2		214,0	185,9	
6,98				264,8	230,2		257,6	224,0	

## ANEXO B19

Tubo estructural rectangular.

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



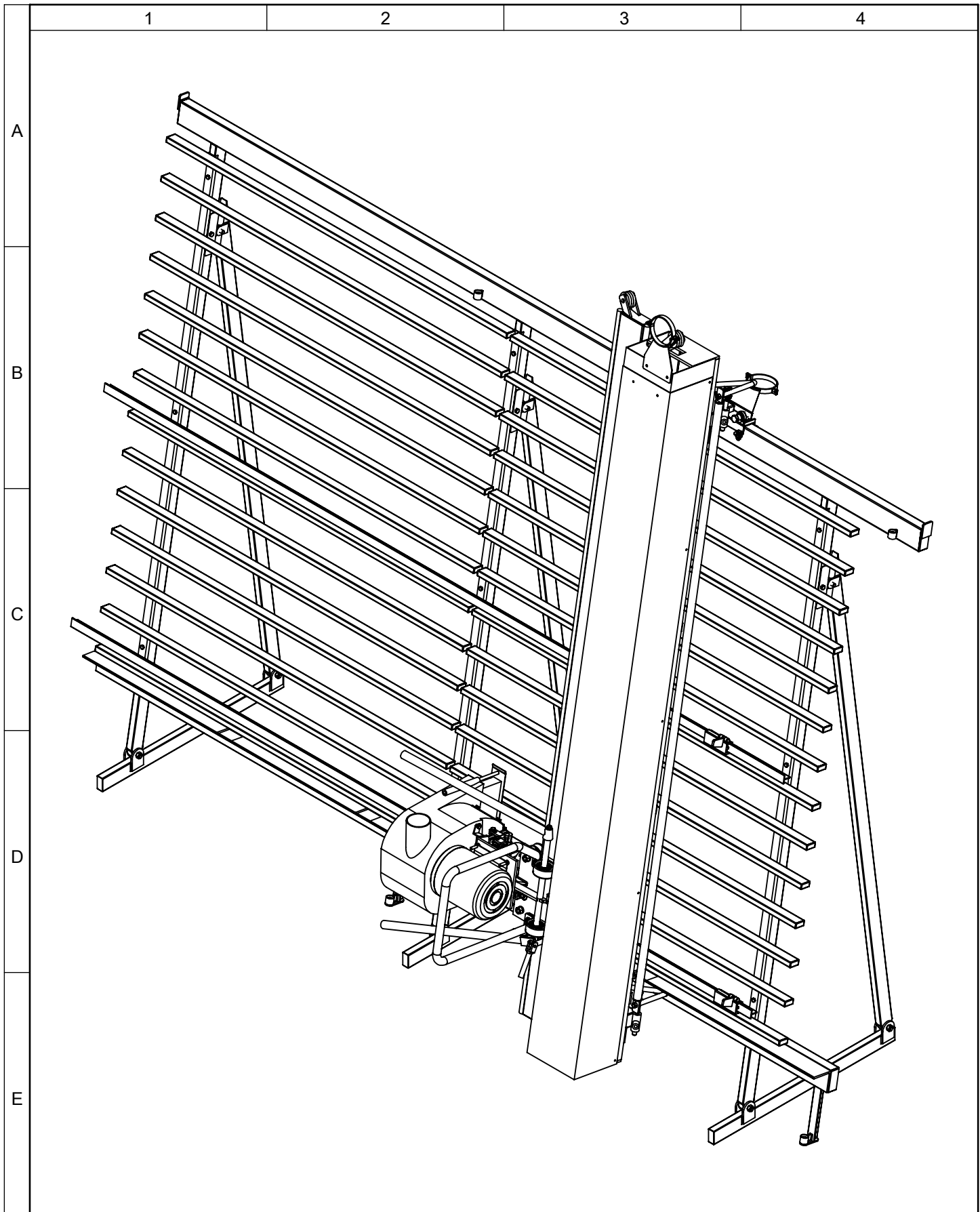
## ANEXO B20

Longitudes efectivas de columnas.

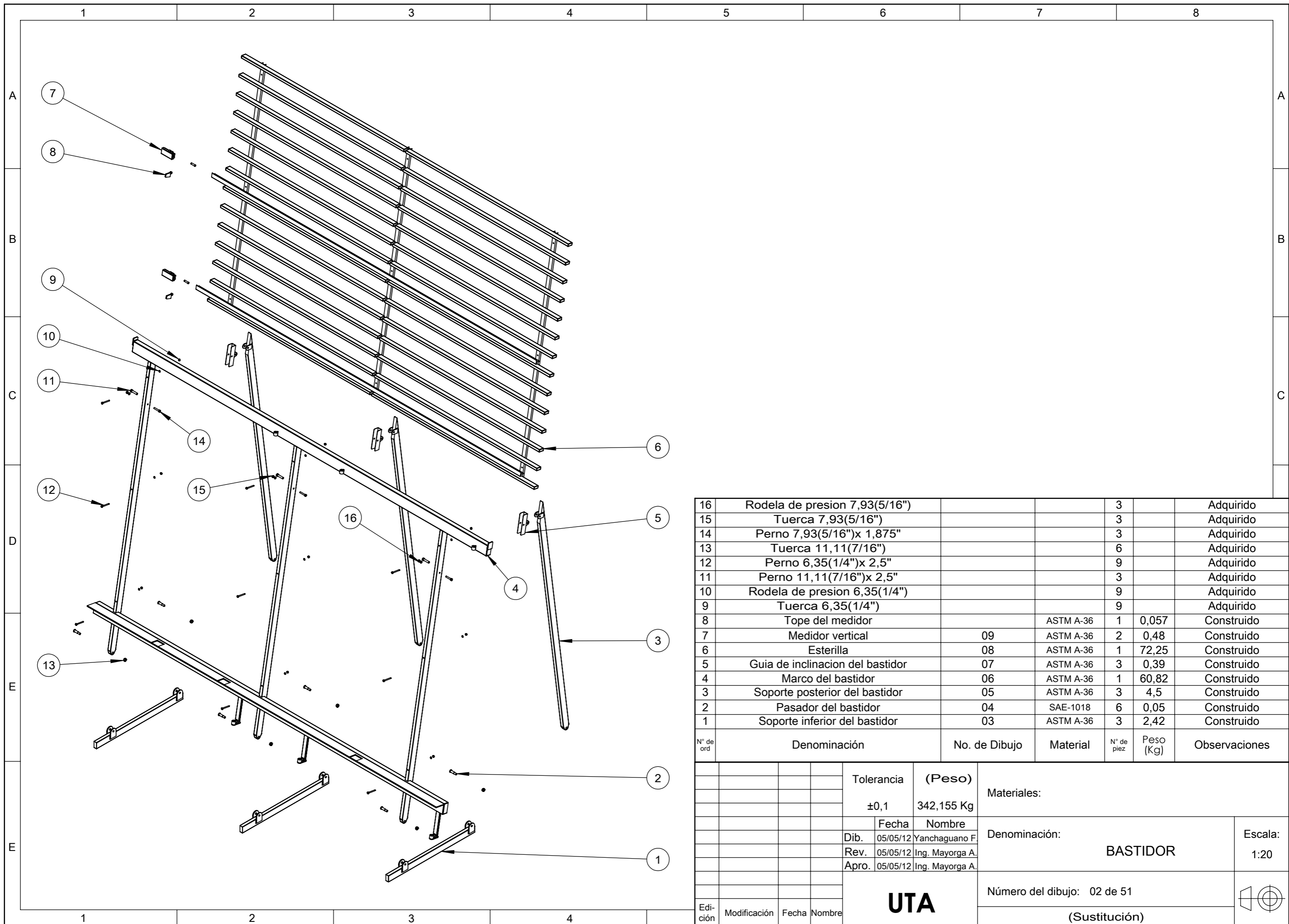
<p>Las líneas interrumpidas muestran la forma pandeada de la columna</p>	a)	b)	c)	d)	e)	f)								
Valor $K$ teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0								
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son parecidas a las ideales	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0								
Símbolos para las condiciones de extremo	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Rotación y traslación impedidos</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Rotación libre y traslación impedida</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Rotación impedida y traslación libre</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Rotación y traslación libres</td> </tr> </table>							Rotación y traslación impedidos		Rotación libre y traslación impedida		Rotación impedida y traslación libre		Rotación y traslación libres
	Rotación y traslación impedidos													
	Rotación libre y traslación impedida													
	Rotación impedida y traslación libre													
	Rotación y traslación libres													

*Fuente: Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings, diciembre 1, 1993, Chicago, AISC, 1994, pp. 6-184 en el Manual LRFD.*

ANEXO C  
PLANOS DE LA MÁQUINA  
(SIERRA DE CORTE VERTICAL Y  
HORIZONTAL)



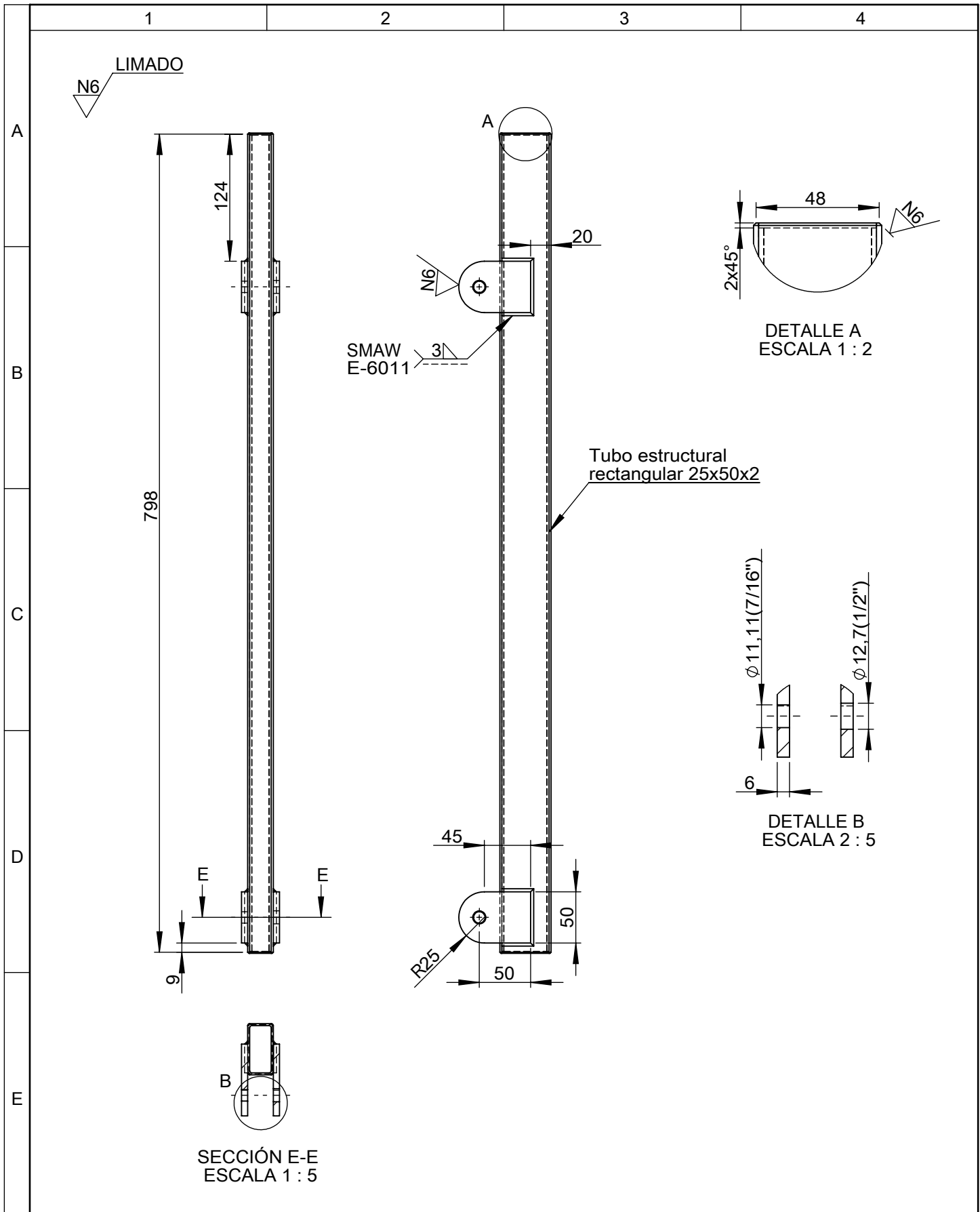
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	320,14Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	SIERRA DE CORTE VERTICAL Y HORIZONTAL		1:20
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 1 de 51		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



16	Rodela de presion 7,93(5/16")			3		Adquirido
15	Tuerca 7,93(5/16")			3		Adquirido
14	Perno 7,93(5/16")x 1,875"			3		Adquirido
13	Tuerca 11,11(7/16")			6		Adquirido
12	Perno 6,35(1/4")x 2,5"			9		Adquirido
11	Perno 11,11(7/16")x 2,5"			3		Adquirido
10	Rodela de presion 6,35(1/4")			9		Adquirido
9	Tuerca 6,35(1/4")			9		Adquirido
8	Tope del medidor		ASTM A-36	1	0,057	Construido
7	Medidor vertical	09	ASTM A-36	2	0,48	Construido
6	Esterilla	08	ASTM A-36	1	72,25	Construido
5	Guia de inclinacion del bastidor	07	ASTM A-36	3	0,39	Construido
4	Marco del bastidor	06	ASTM A-36	1	60,82	Construido
3	Soporte posterior del bastidor	05	ASTM A-36	3	4,5	Construido
2	Pasador del bastidor	04	SAE-1018	6	0,05	Construido
1	Soporte inferior del bastidor	03	ASTM A-36	3	2,42	Construido
N° de ord	Denominación	No. de Dibujo	Material	N° de piez	Peso (Kg)	Observaciones

					Tolerancia ±0,1	(Peso) 342,155 Kg	Materiales:	
							Denominación:	
					Fecha	Nombre	BASTIDOR	
					Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.		
					Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.		
					Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Escala: 1:20	
					<b>UTA</b>		Número del dibujo: 02 de 51	
							(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre					





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	2,42 Kg	Denominación:		SOPORTE INFERIOR DEL BASTIDOR
				Fecha	Nombre	Escala:		1:5
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	Número del dibujo:		03 de 51 Elemento N° 01
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	<div style="text-align: center;"> </div>		
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>		(Sustitución)		

1

2

3

4

N7 TORNEADO

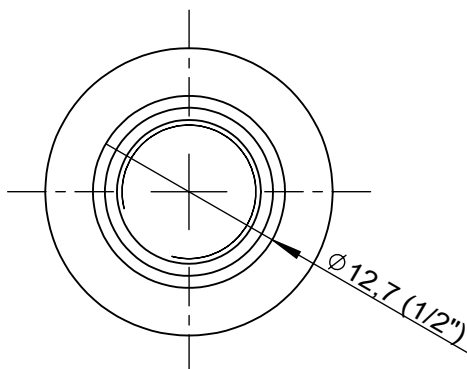
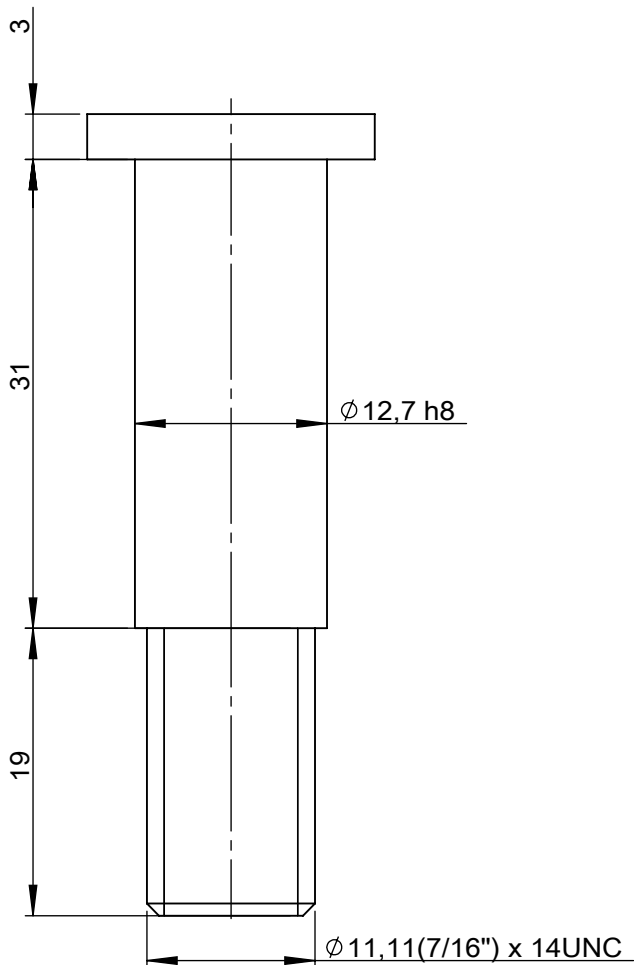
A

B

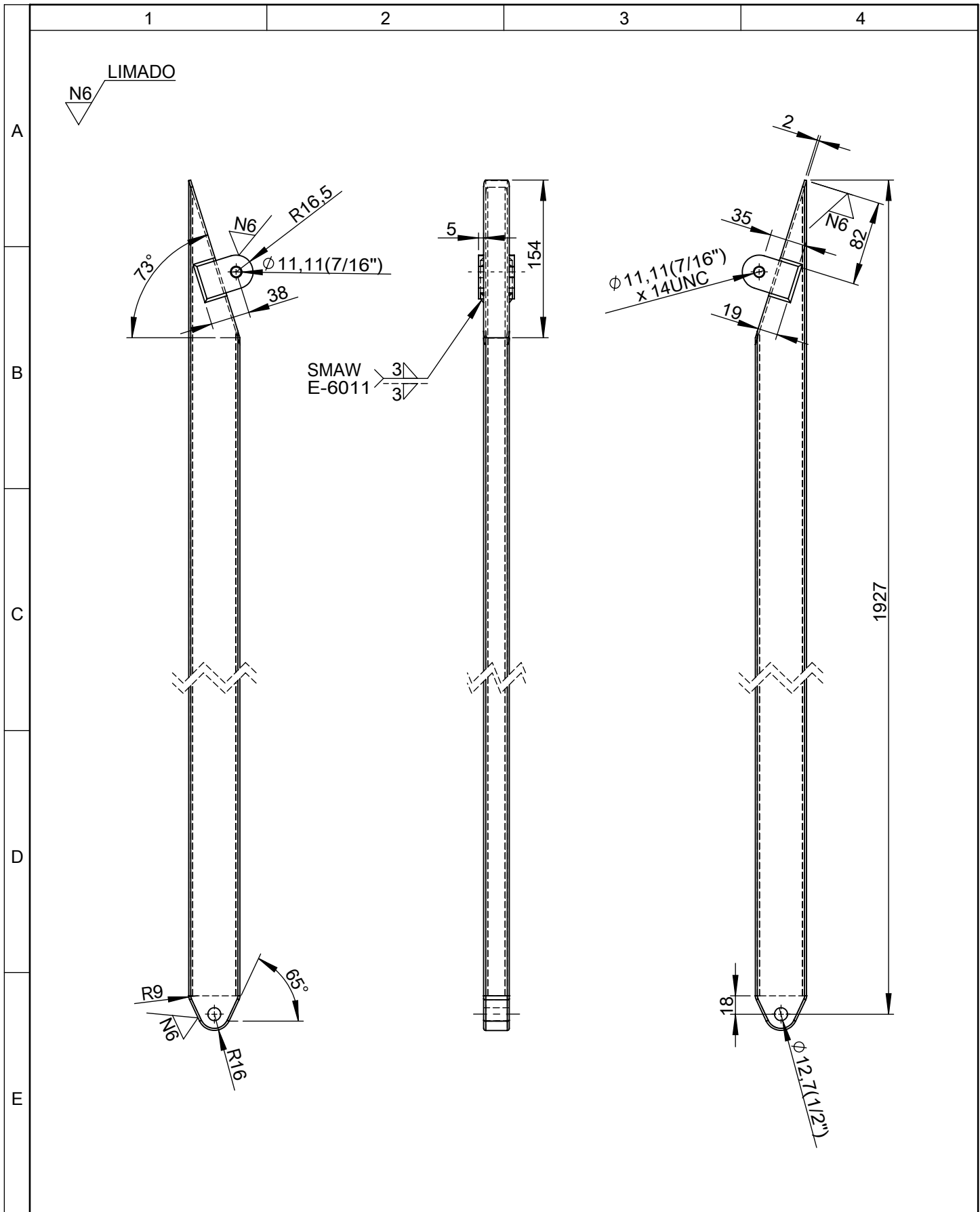
C

D

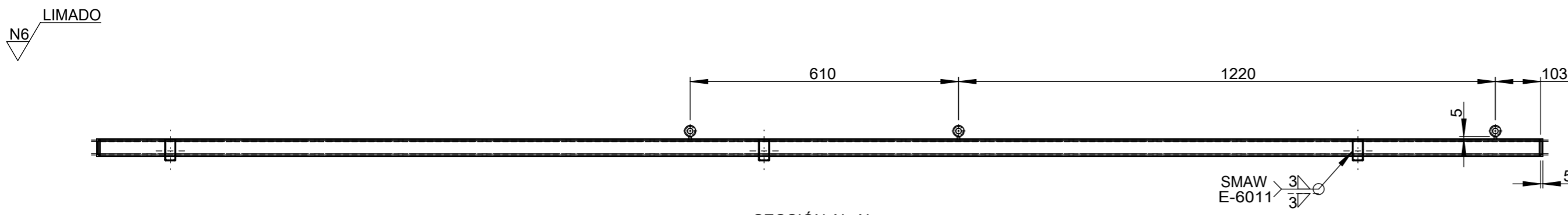
E



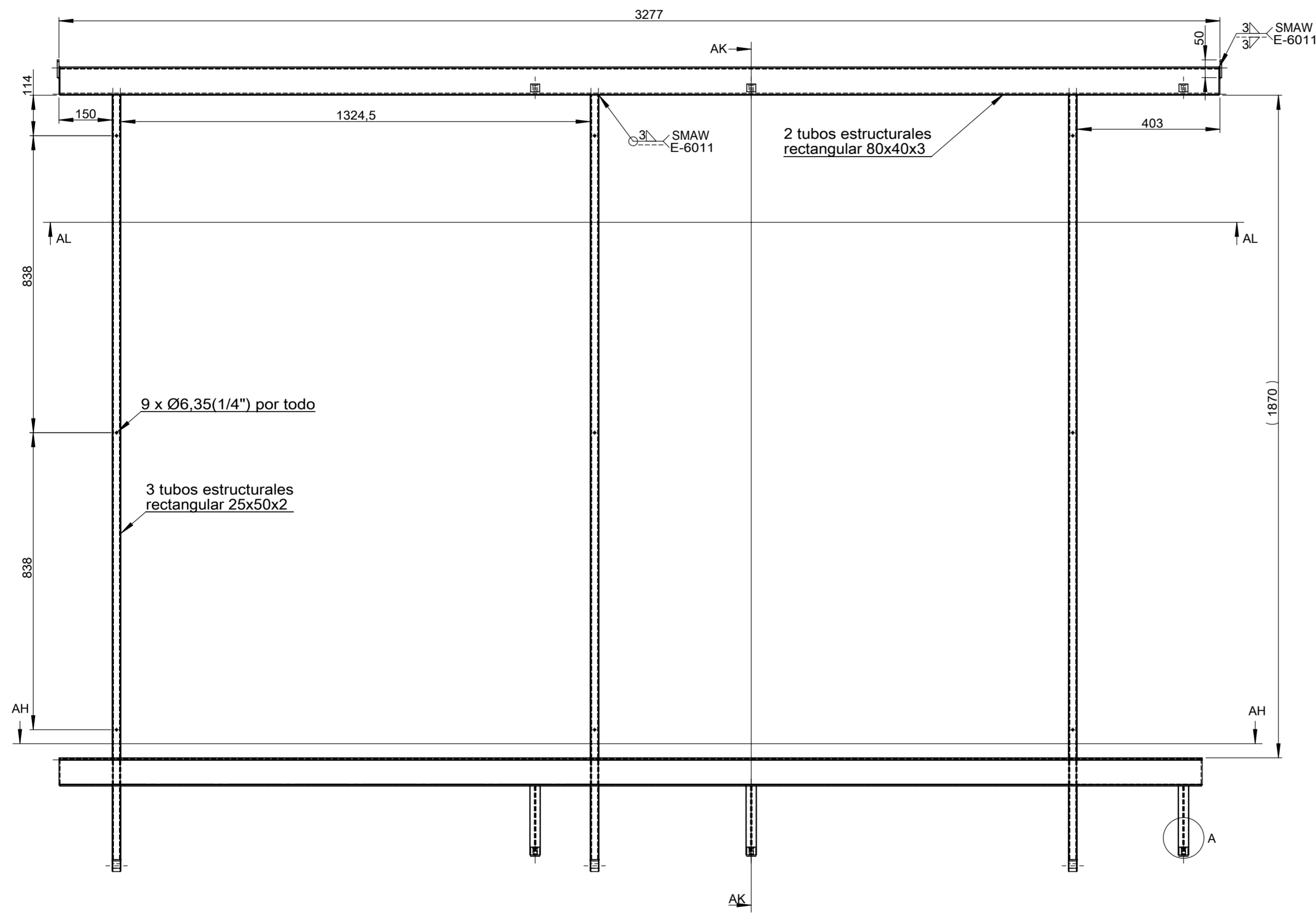
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1028
				$\pm 0,1$	0,05Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	PASADOR DEL BASTIDOR		2:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 04 de 51    Elemento N° 02		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	4,5Kg	Denominación:		SOPORTE POSTERIOR DEL BASTIDOR
				Fecha	Nombre	Número del dibujo: 05 de 51		Elemento N°03
				Dib.	05/05/12 Yanchaguano F.	Escala:		1:5
				Rev.	05/05/12 Ing. Mayorga A.			
				Apro.	05/05/12 Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



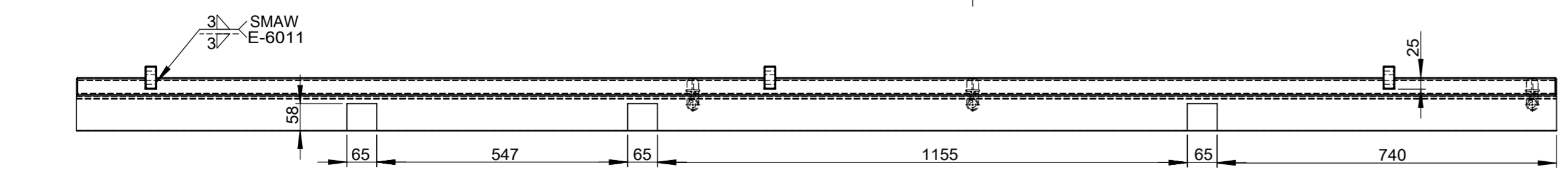
SECCIÓN AL-AL  
ESCALA 1 : 10



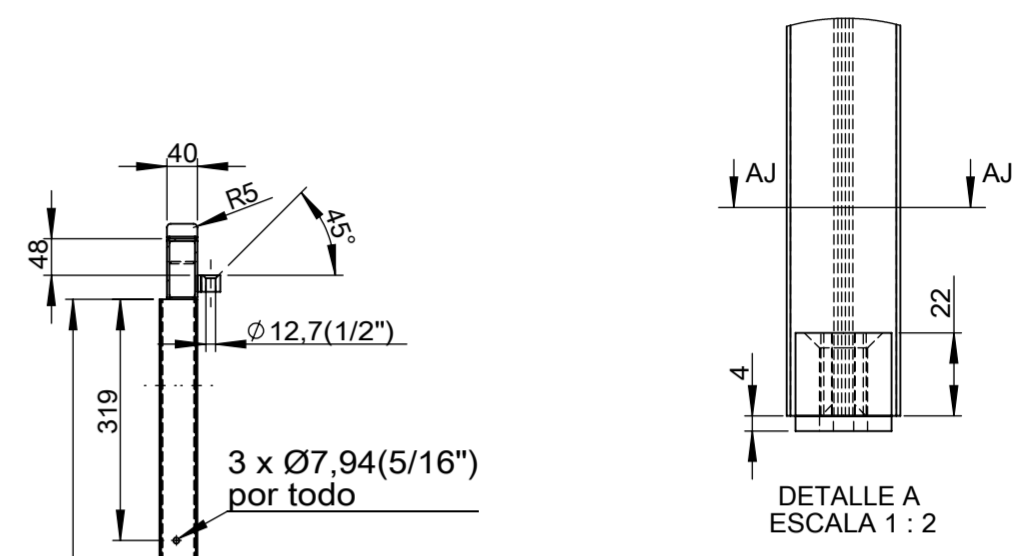
2 tubos estructurales  
rectangular 80x40x3

9 x Ø6,35(1/4") por todo

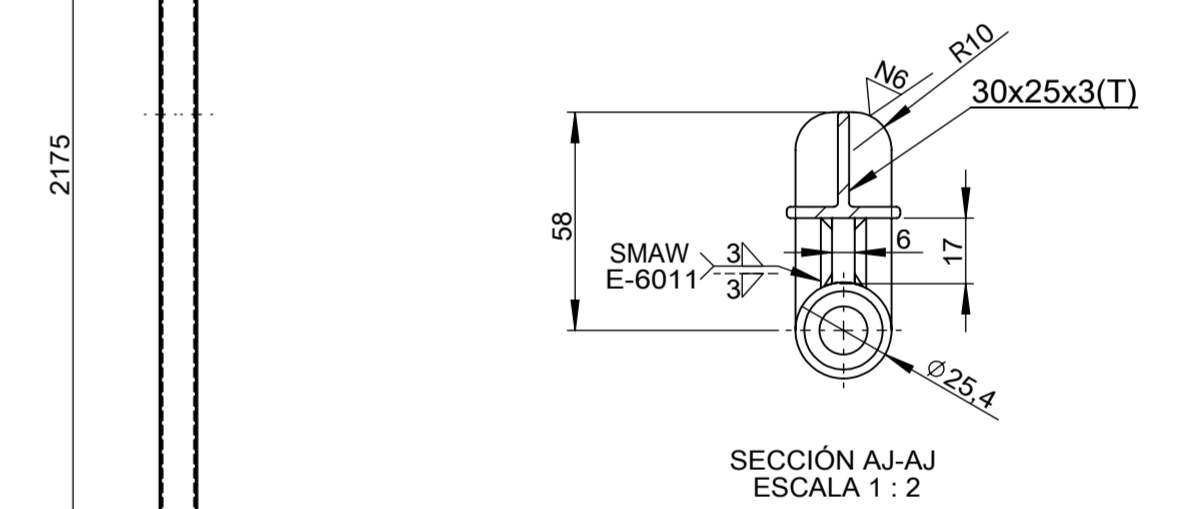
3 tubos estructurales  
rectangular 25x50x2



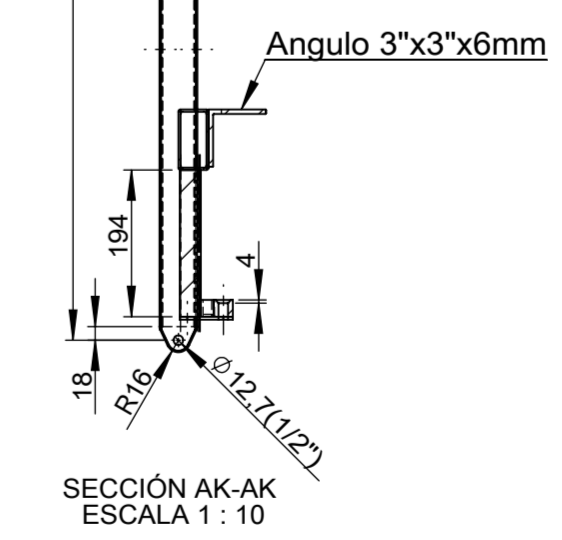
SECCIÓN AH-AH  
ESCALA 1 : 10



DETALLE A  
ESCALA 1 : 2

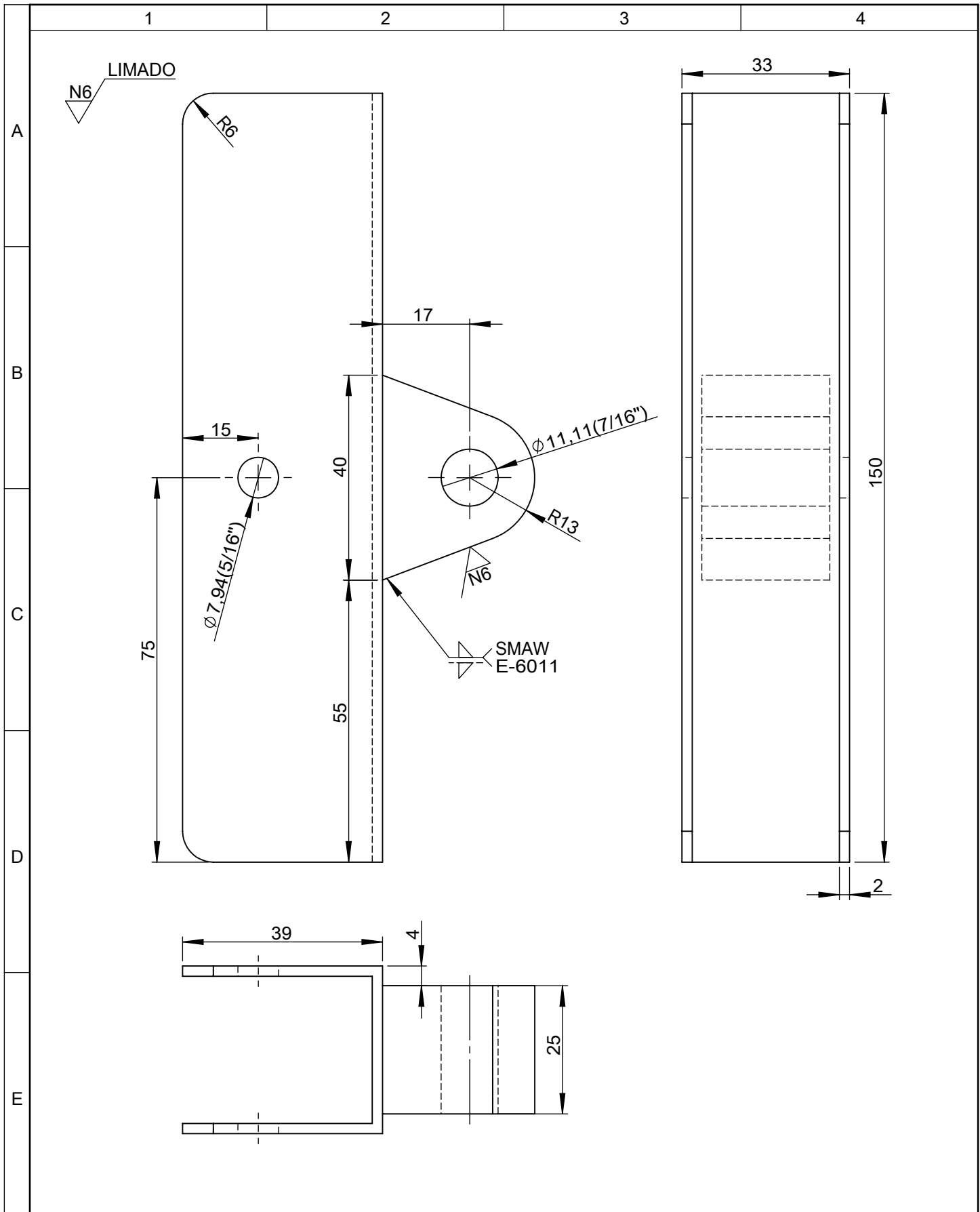


SECCIÓN AJ-AJ  
ESCALA 1 : 2

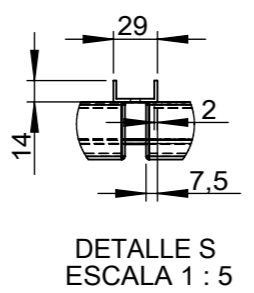
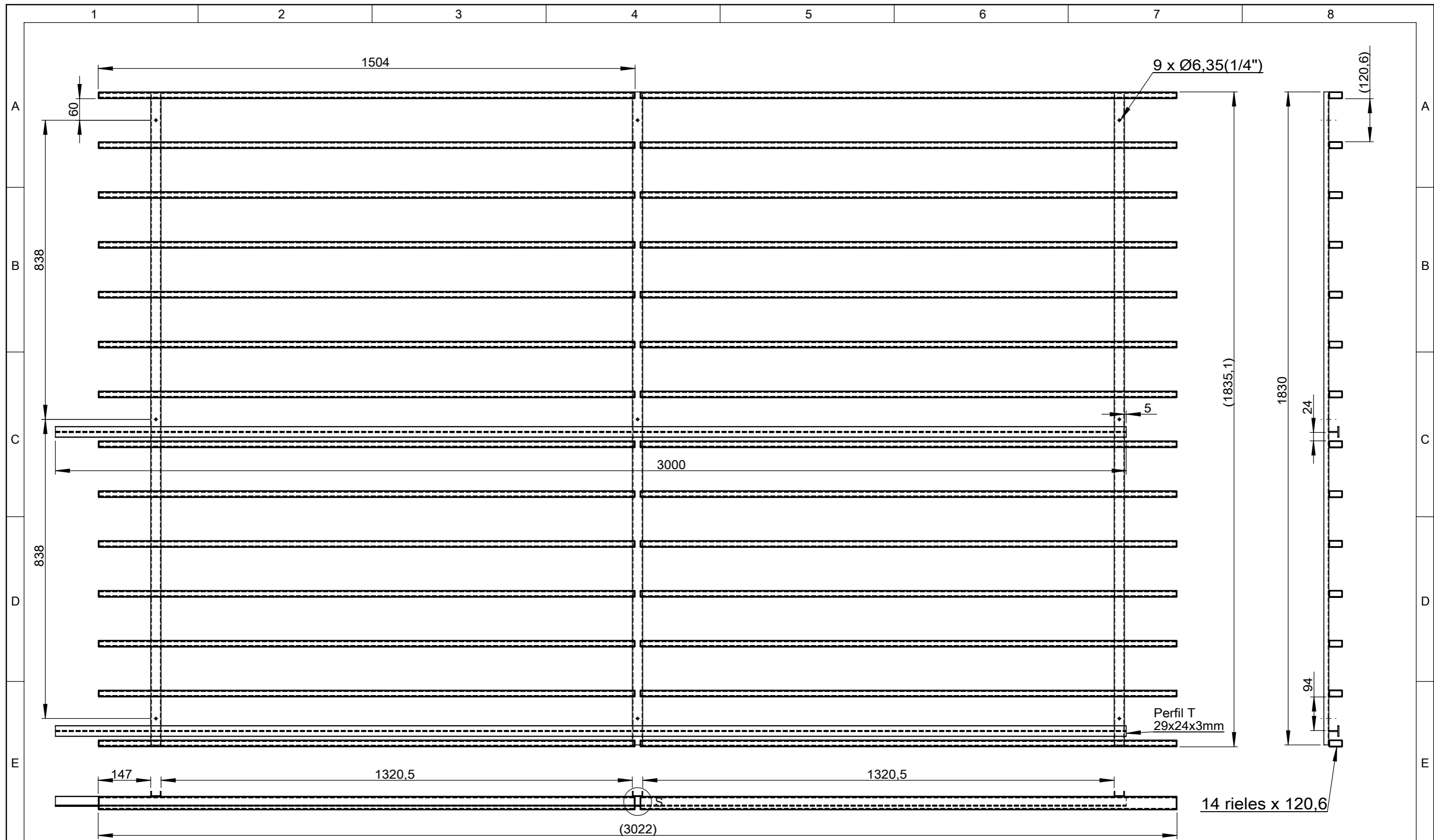


SECCIÓN AK-AK  
ESCALA 1 : 10

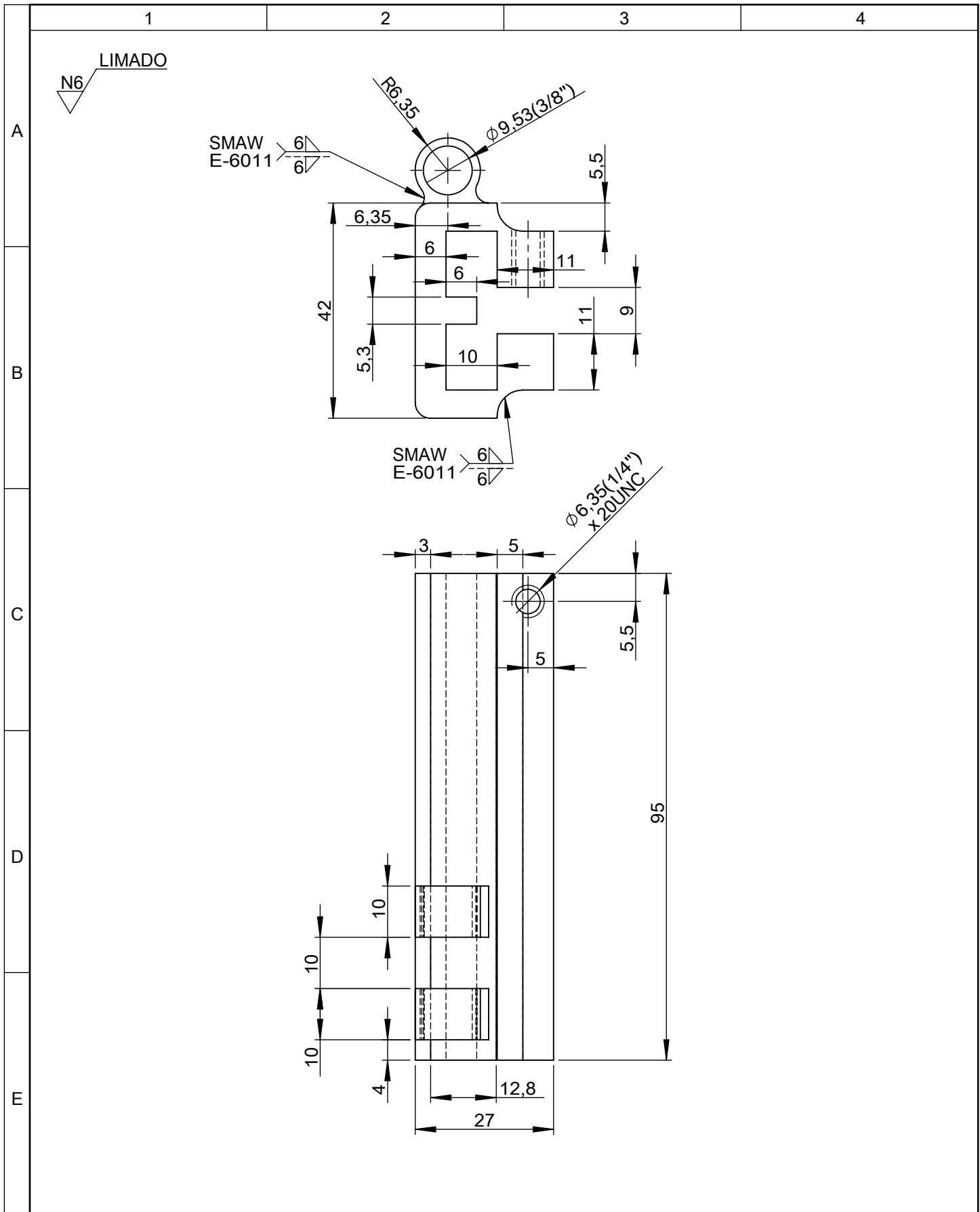
Tolerancia		(Peso)		Materiales:		ACERO ASTM A-36	
±0,1		60,82 Kg					
Fecha		Nombre		Denominación:		Escala:	
Dib. 05/05/12		Yanchaguano F.		MARCO DEL BASTIDOR		1:10	
Rev. 05/05/12		Ing. Mayorga A.					
Apro. 05/05/12		Ing. Mayorga A.		Número del dibujo: 06 de 51		Elemento N° 04	
				(Sustitución)			
Edición		Modificación		Fecha		Nombre	
						UTA	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,39Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	GUÍA DE INCLINACIÓN DEL BASTIDOR		1:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 07 de 51      Elemento N° 05		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	72,25 Kg	Denominación:		ESTERILLA
					Fecha	Nombre	Escala:	
				Dib.	05/05/12	Yanchaguano F.	1:10	
				Rev.	05/05/12	Ing. Mayorga A.	Número de hoja: 08 de 51	
				Apro.	05/05/12	Ing. Mayorga A.	Elemento N° 06	
				<b>UTA</b>			(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,48Kg	Denominación:		MEDIDOR VERTICAL
				Fecha	Nombre	Escala:		1:1
				Dib.	05/05/12 Yanchaguano F.	Número del dibujo:		09 de 51
				Rev.	05/05/12 Ing. Mayorga A.	Elemento N°		07
				Apro.	05/05/12 Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				





1

2

3

4

N6

N7

TORNEADO

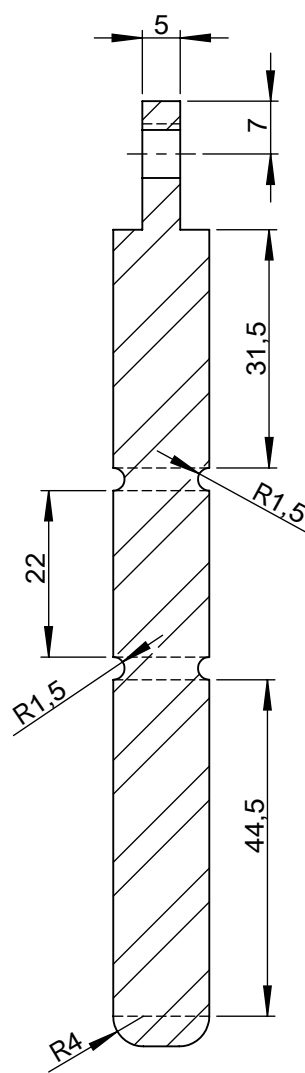
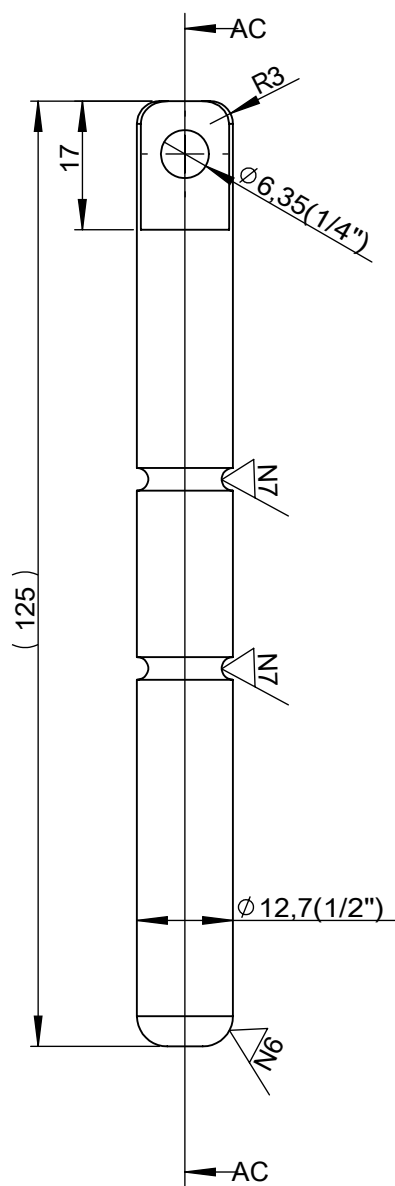
A

B

C

D

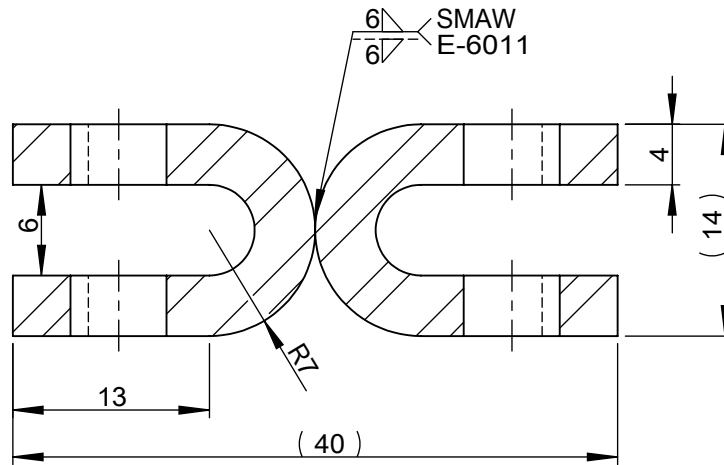
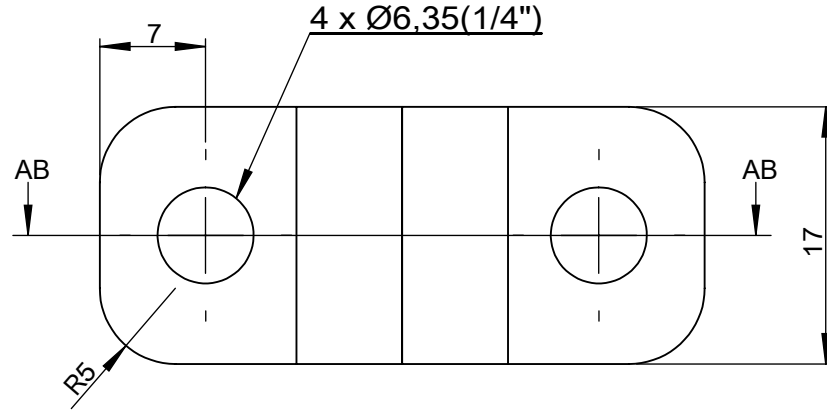
E



SECCIÓN AC-AC

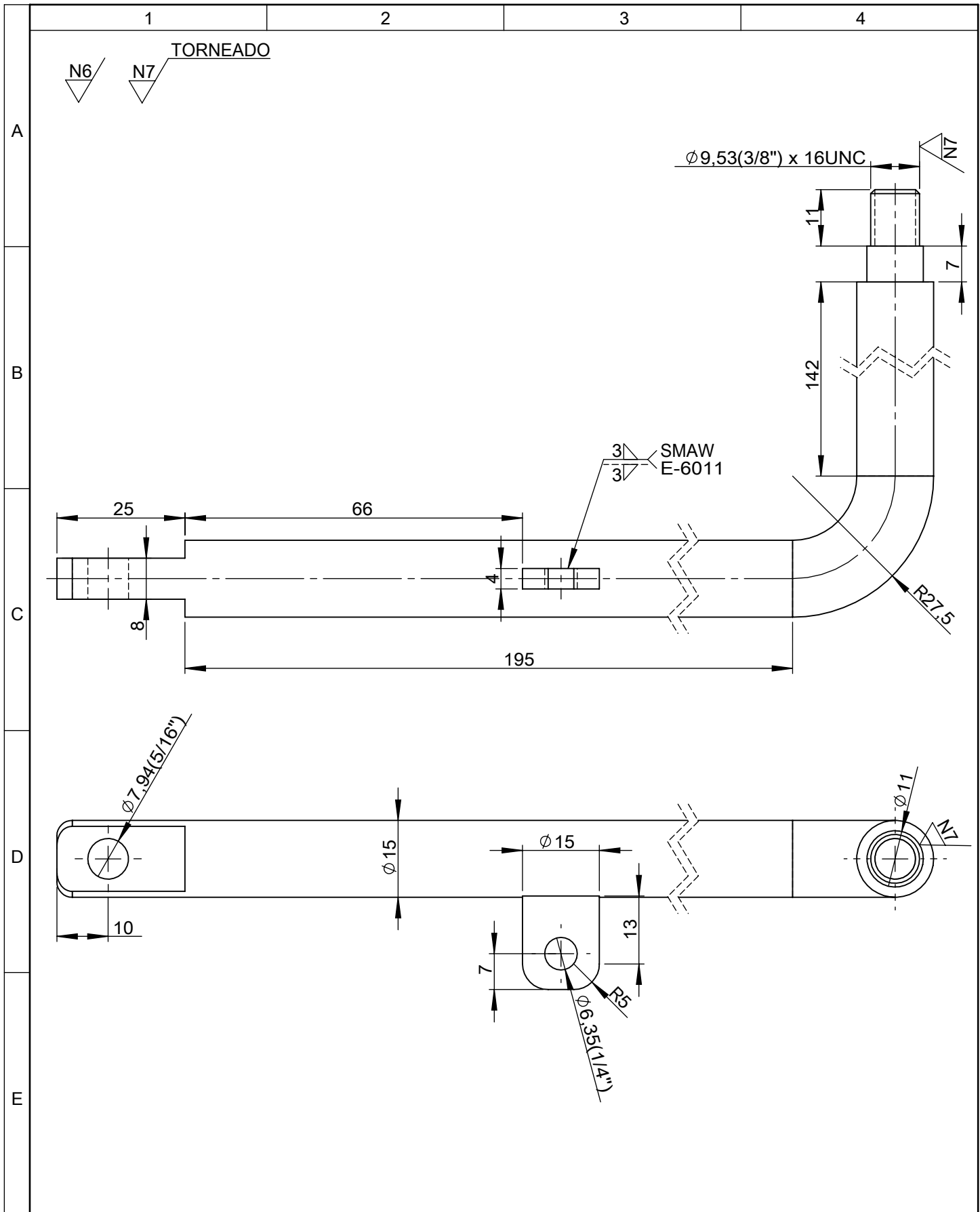
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				±0,1	0,111Kg	Denominación:		EJE DE SEGURO VERTICAL
				Fecha	Nombre	Escala:		1:1
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	Número del dibujo: 11 de 51		Elemento N° 17
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				

N6 LIMADO



SECCIÓN AB-AB

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,039Kg	Denominación:		ESLABÓN DE SEGURO VERTICAL
				Fecha	Nombre	Escala:		2:1
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	Número del dibujo:		12 de 51
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Elemento N°		18
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				±0,1	0,548Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	PALANCA ACCIONADOR DEL		1:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	EJE DE SEGURO VERTICAL		
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 13 de 51		Elemento N° 19
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

N6 LIMADO

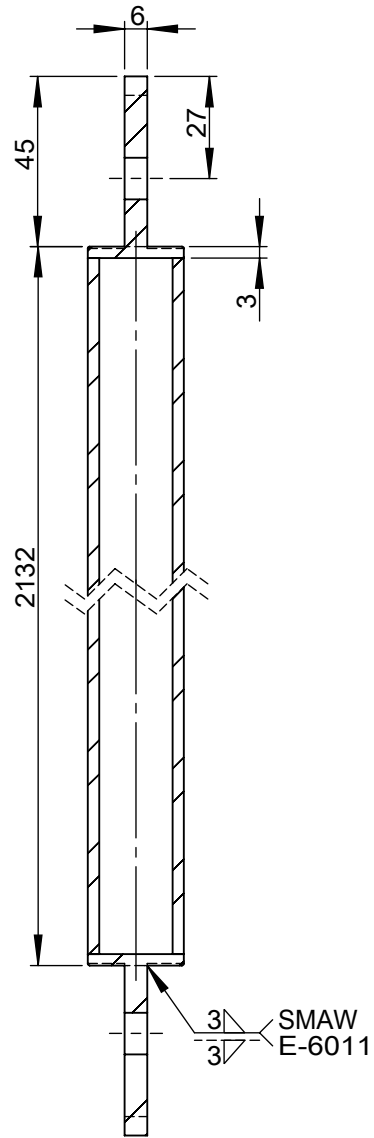
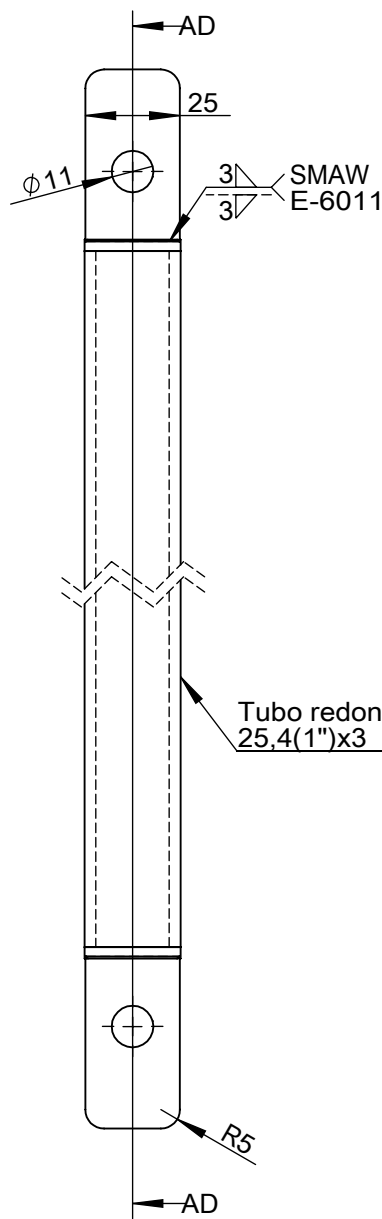
A

B

C

D

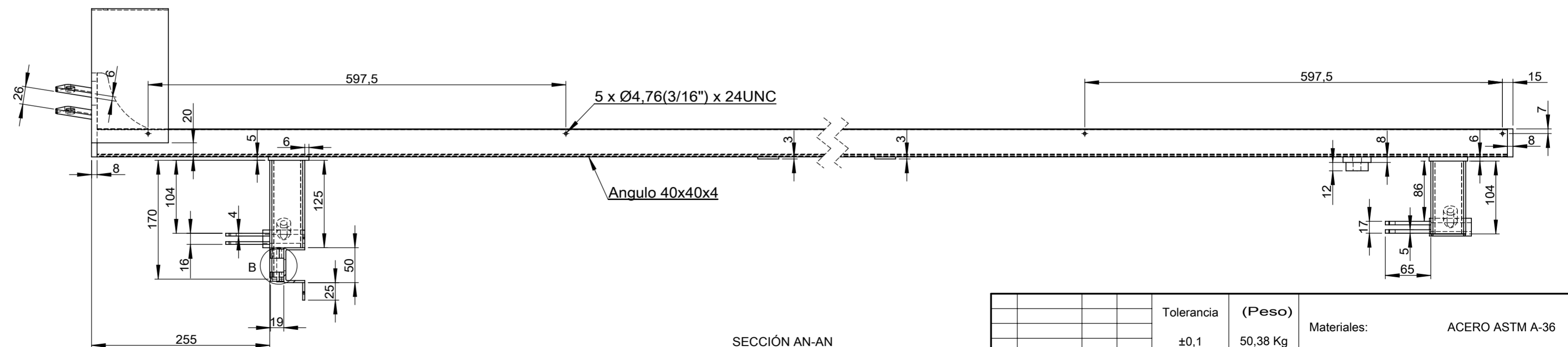
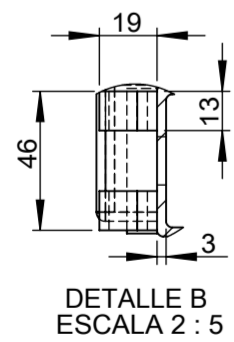
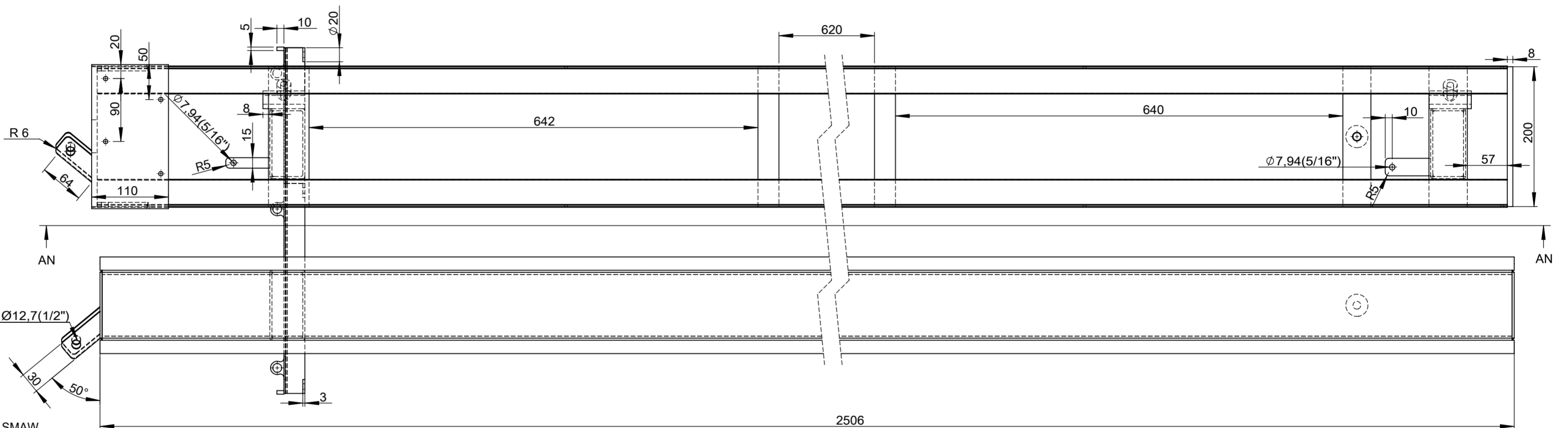
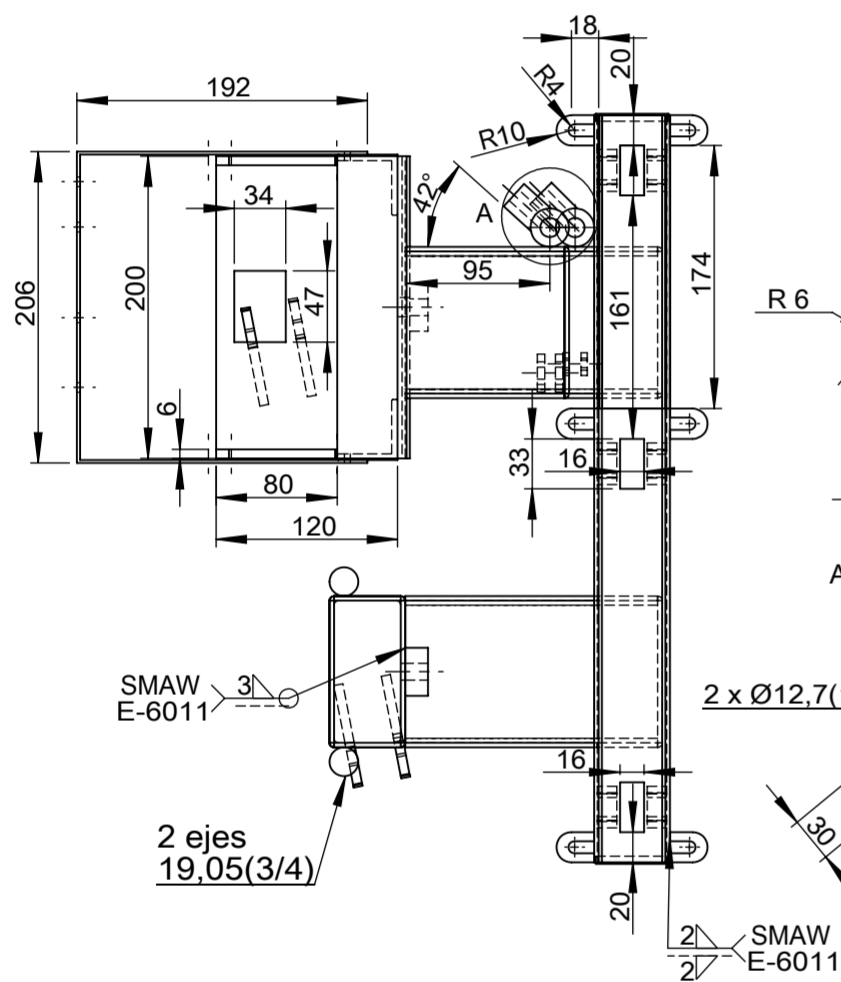
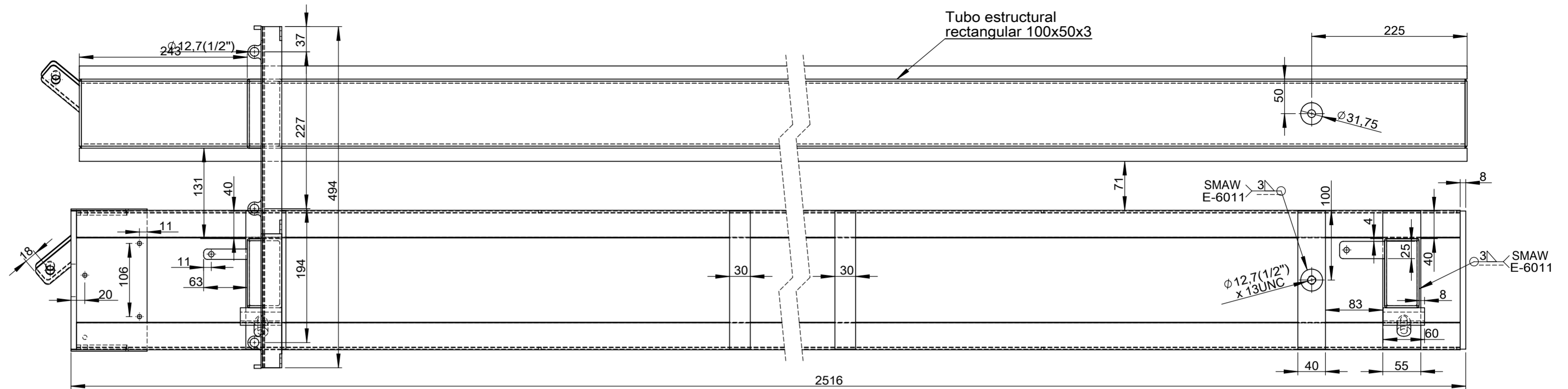
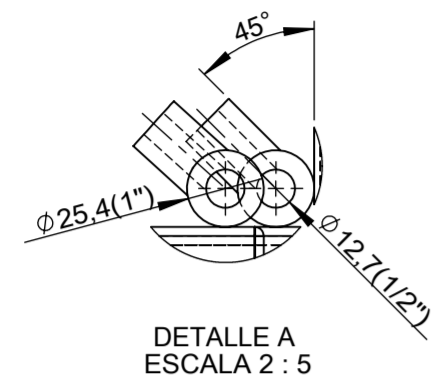
E



SECCIÓN AD-AD  
ESCALA 1 : 2

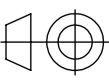
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	3,643Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	PALANCA ACCIONADOR DE SEGURO VERTICAL		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 14 de 51    Elemento N° 20		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

LIMADO



SECCIÓN AN-AN  
ESCALA 1 : 5

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		Denominación:	Escala:		
				±0,1	50,38 Kg	ACERO ASTM A-36				GUÍA VERTICAL	1:5
				Fecha	Nombre						
				Dib. 05/05/12	Yanchaguanano F.						
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.						
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			Número del dibujo: 15 de 51 (Sustitución)	Elemento N° 21		
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre	UTA							
ción											



N7 TORNEADO

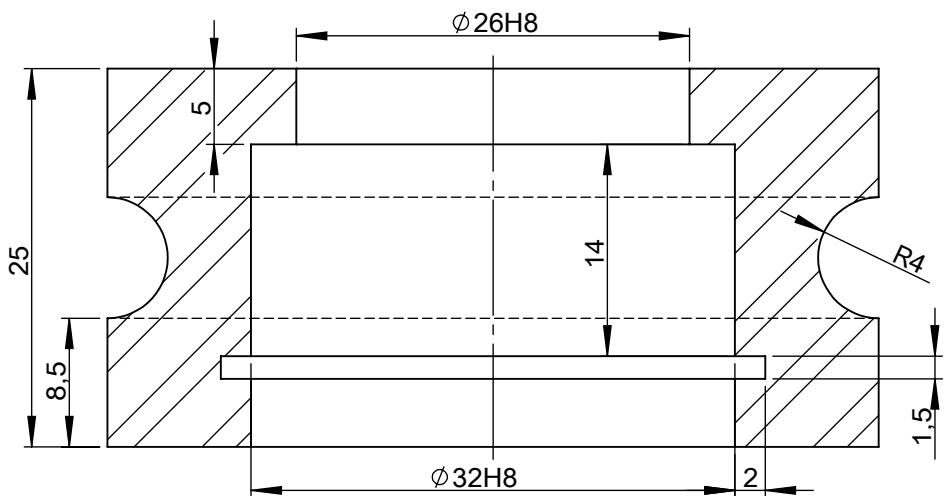
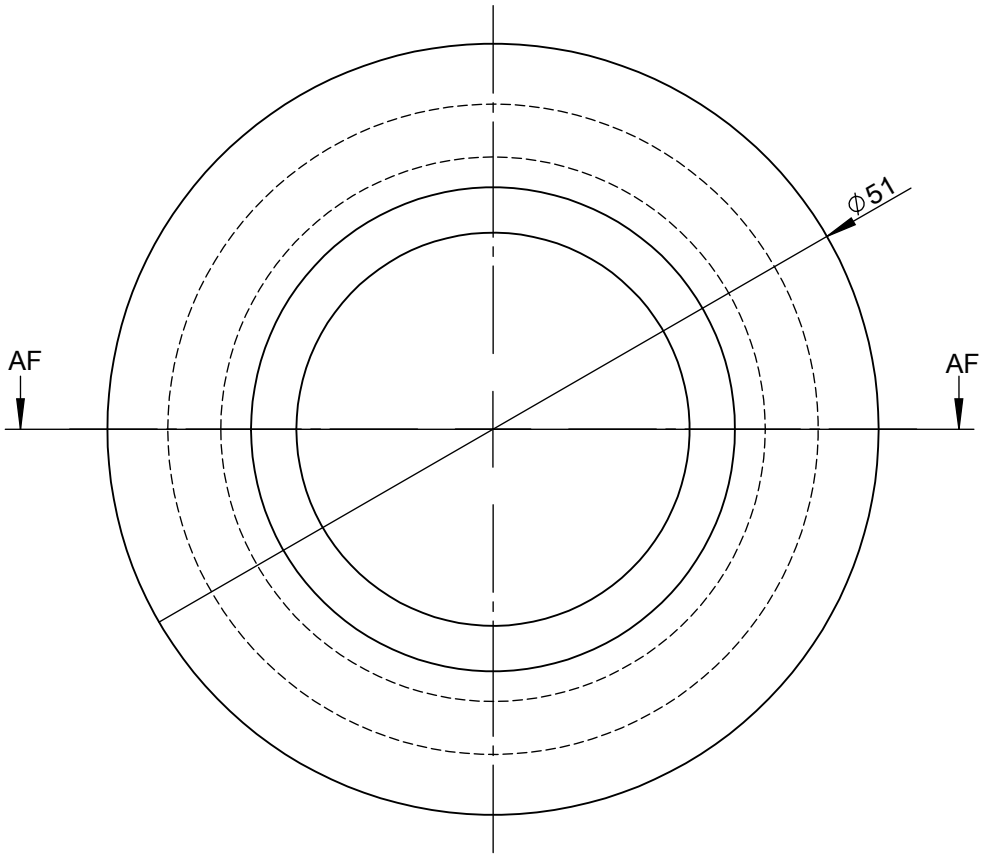
A

B

C

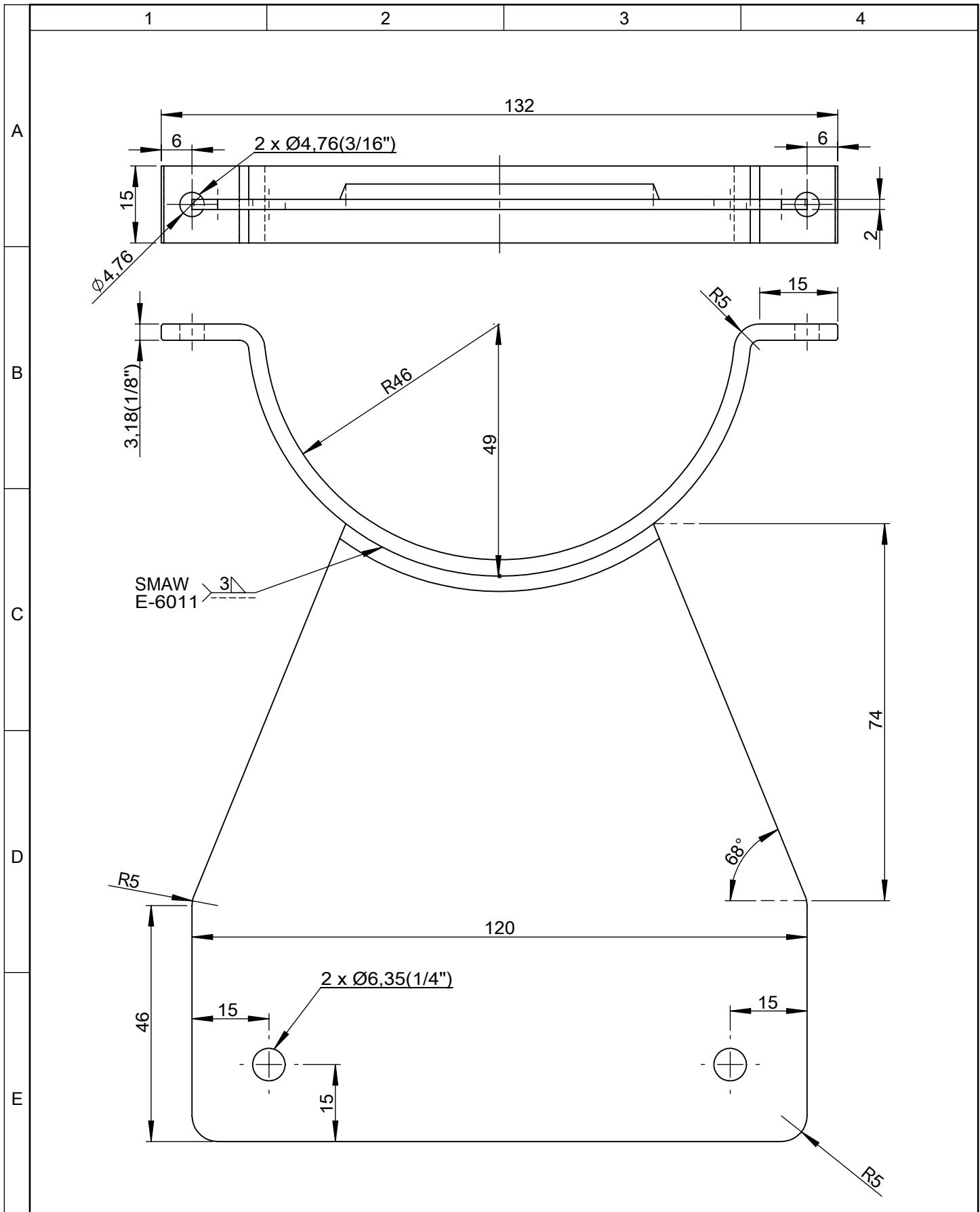
D

E

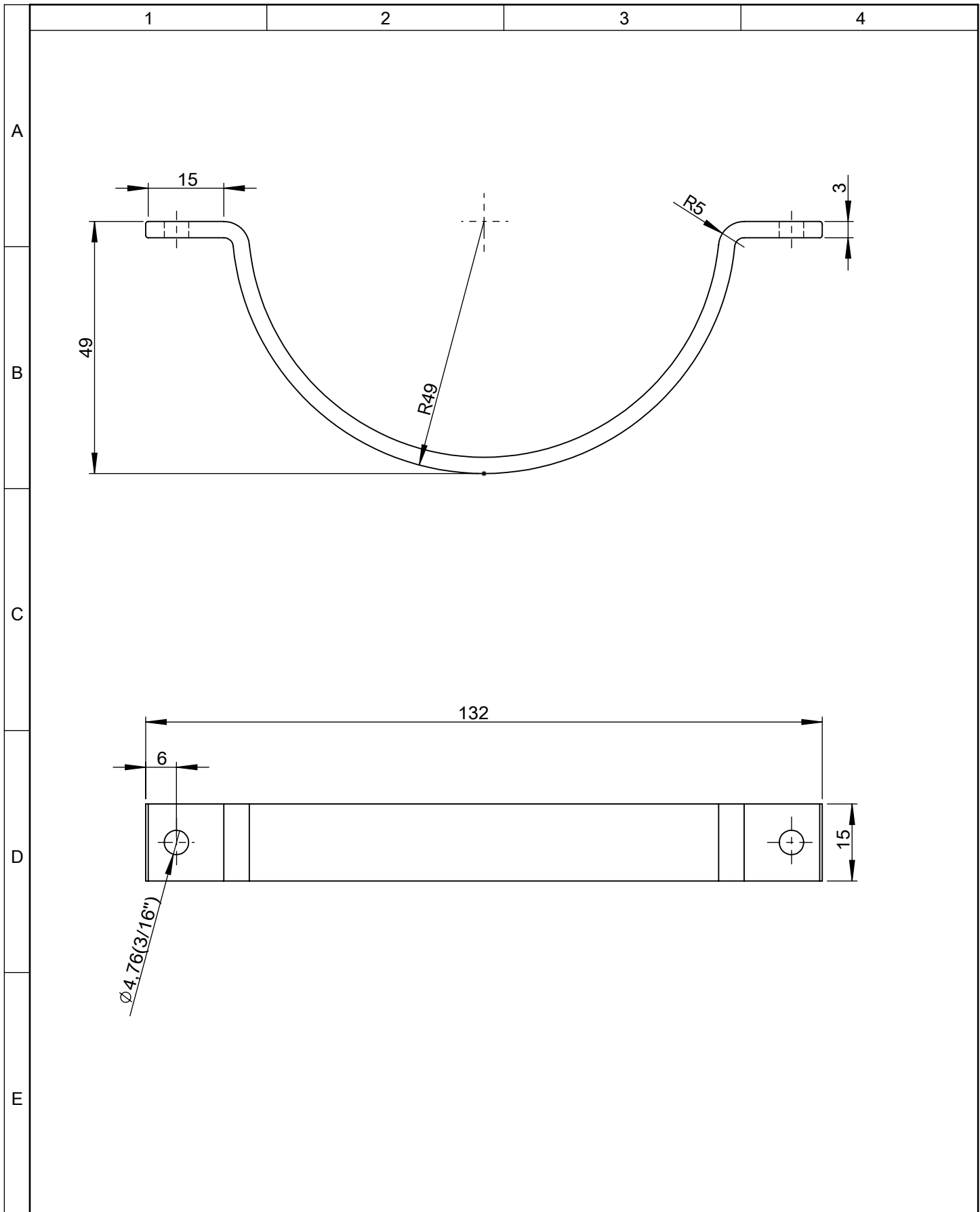


SECCIÓN AF-AF  
ESCALA 2 : 1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				±0,1	0.221Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	POLEA DEL CONTRAPESO		2:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 16 de 51		Elemento N° 22
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

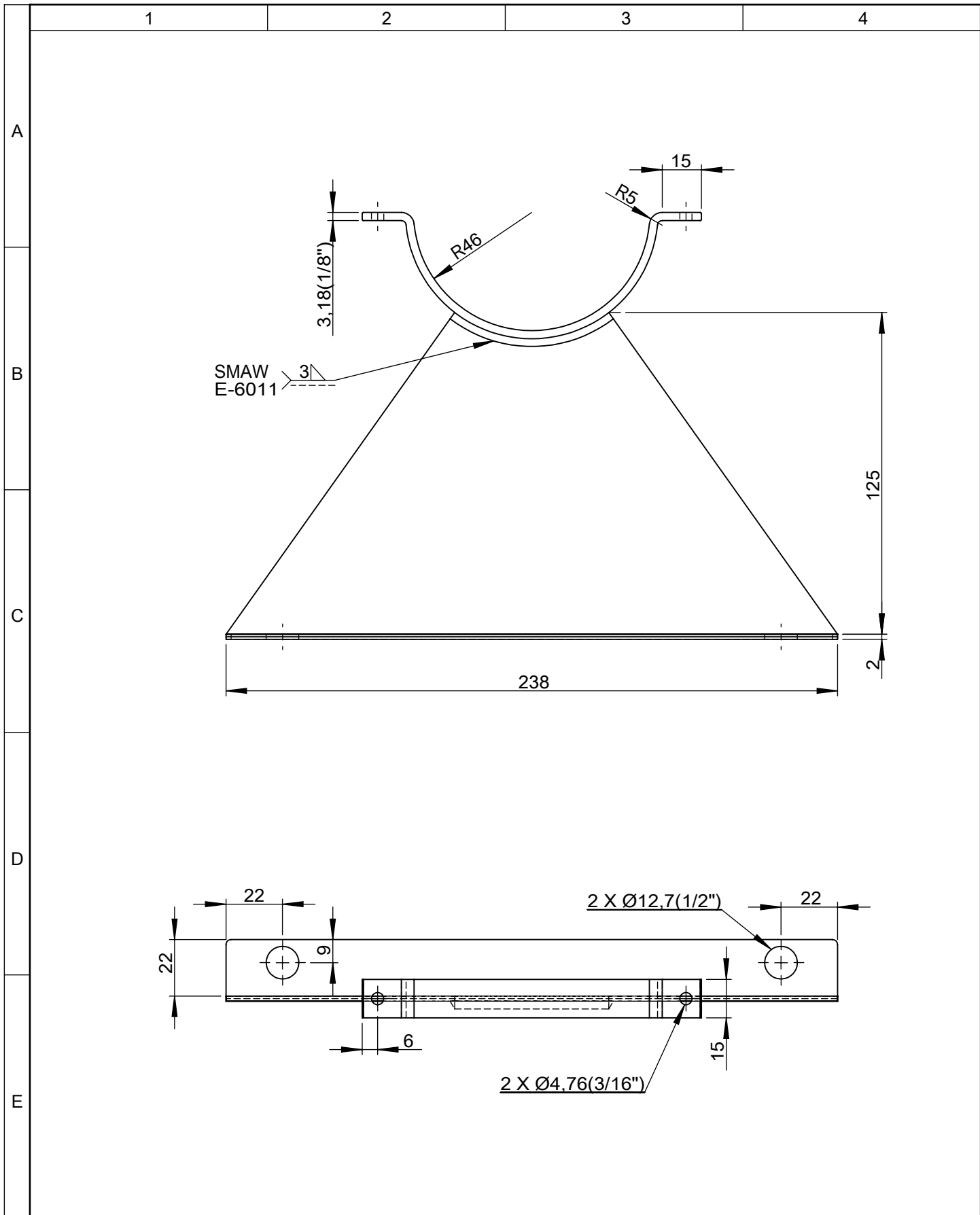


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,253Kg	Denominación:		SOPORTE FRONTAL DE LA MANGUERA
				Fecha	Nombre	Escala:		1:1
				Dib.	05/05/12	Yanchaguano F.	Número del dibujo: 17 de 51      Elemento N° 23	
				Rev.	05/05/12	Ing. Mayorga A.		
				Apro.	05/05/12	Ing. Mayorga A.		
				<b>UTA</b>		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

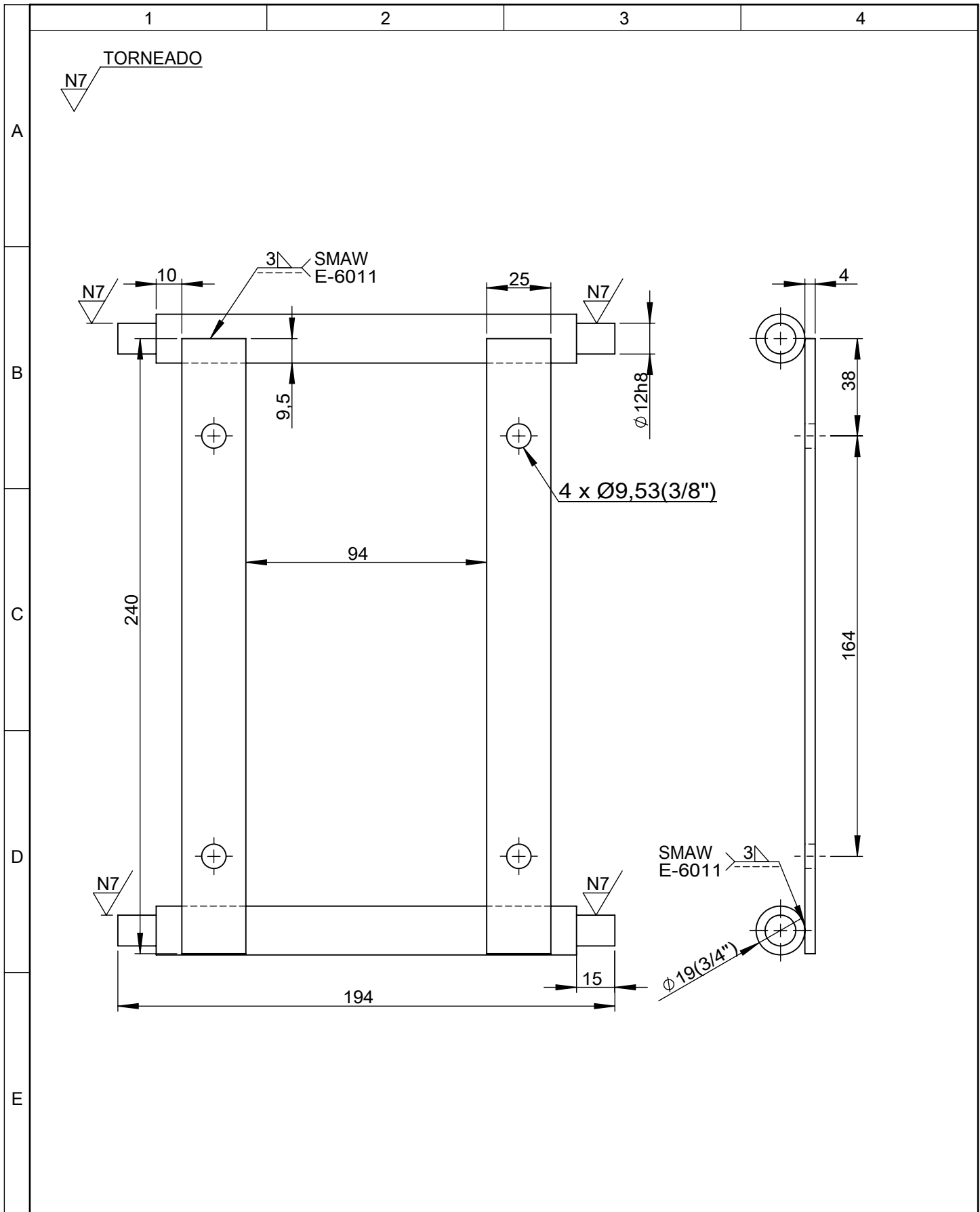


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,066Kg	Denominación:		SEGURO DE LA MANGUERA
				Fecha	Nombre	Escala:		1:1
				Dib.	05/05/12 Yanchaguano F.	Número del dibujo: 18 de 51		Elemento N° 24
				Rev.	05/05/12 Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
				Apro.	05/05/12 Ing. Mayorga A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,044Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	SOPORTE POSTERIOR DE LA MANGUERA		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 19 de 51		Elemento N° 25
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	1,155Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	BASE DESLIZANTE DEL CONTRAPESO		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 20 de 51	Elemento N° 26	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

1

2

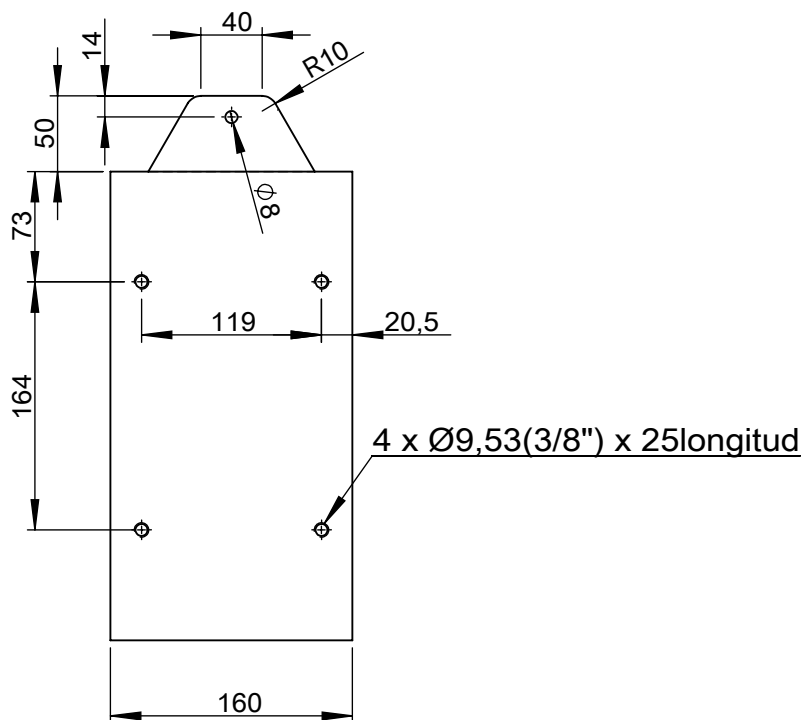
3

4

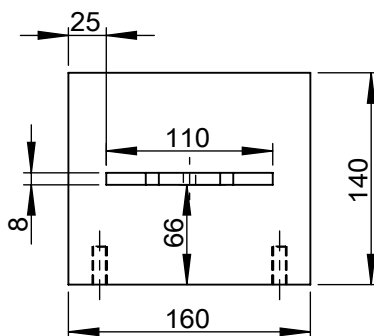
A

N6 LIMADO

B



C

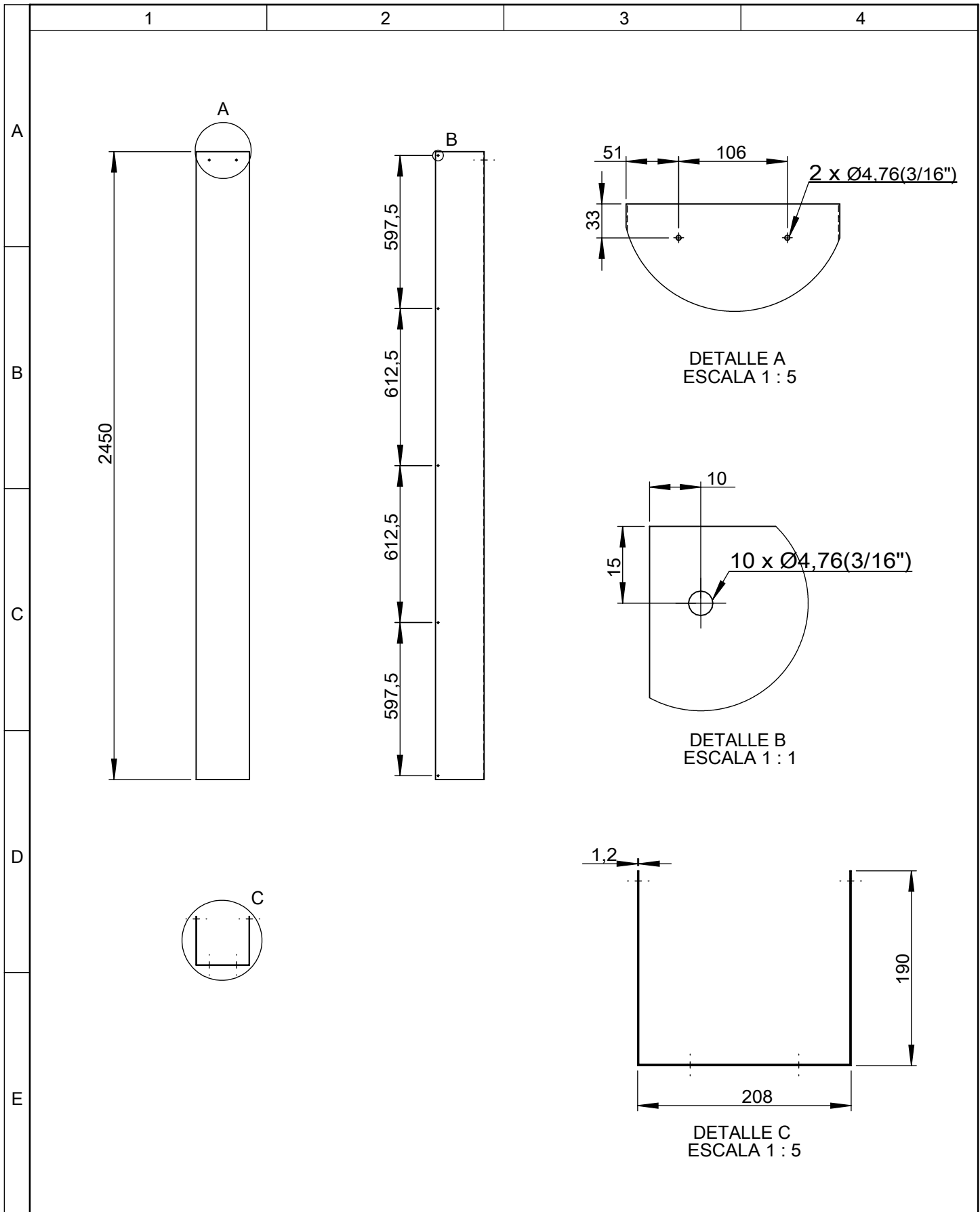


D

El contrapeso es igual al peso del conjunto armado del mecanismo de corte

E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	54,721Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	CONTRAPESO		1:5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 21 de 51    Elemento N° 27		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



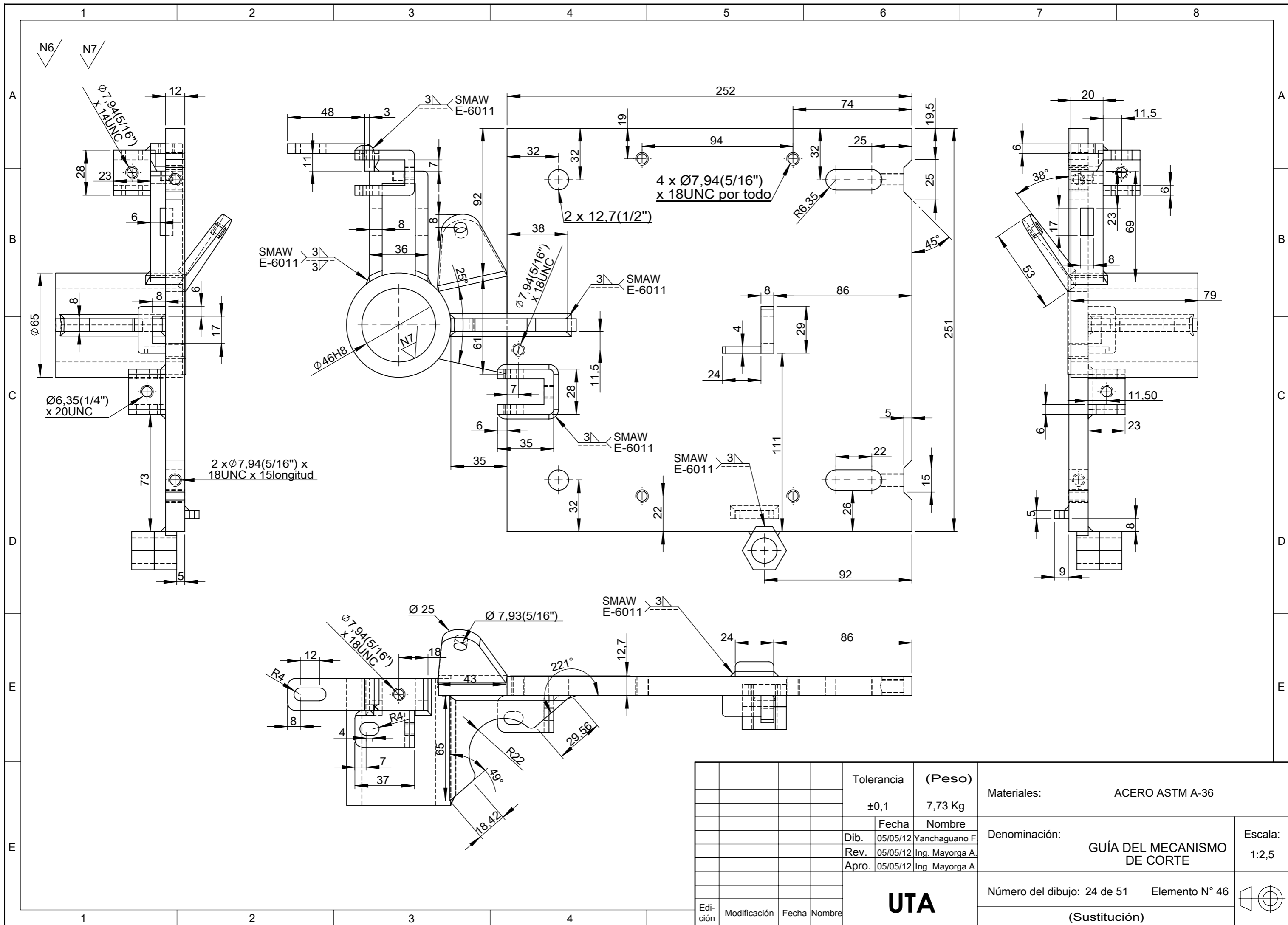
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

DETALLE B  
ESCALA 1 : 1

DETALLE C  
ESCALA 1 : 5

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	13,522Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	PROTECTOR DEL CONTRAPESO		1:20
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 22 de 51    Elemento N° 28		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	7,73 Kg	Denominación:		GUÍA DEL MECANISMO DE CORTE
				Fecha	Nombre	Número del dibujo:		24 de 51 Elemento N° 46
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F	Escala:		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				

1

2

3

4

TORNEADO  
N7

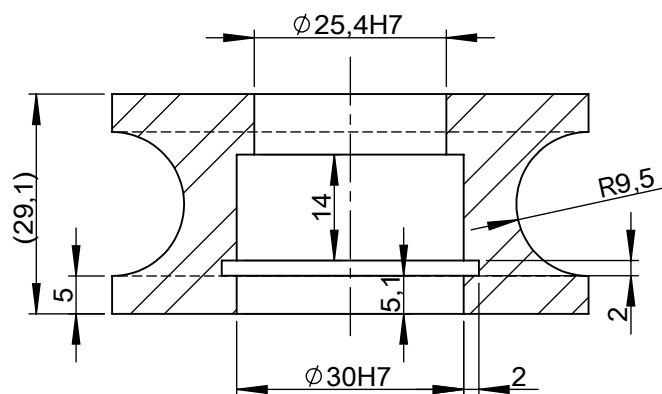
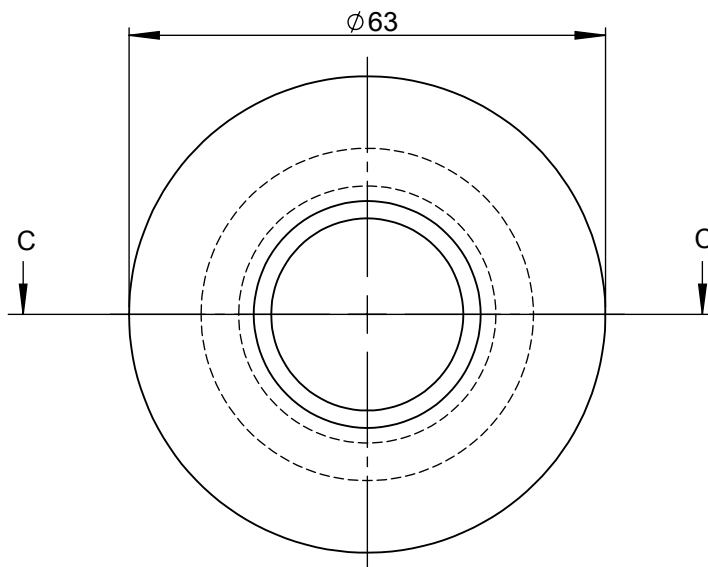
A

B

C

D

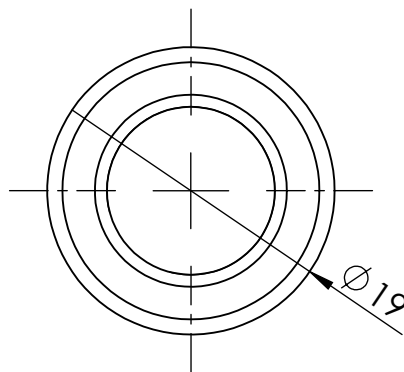
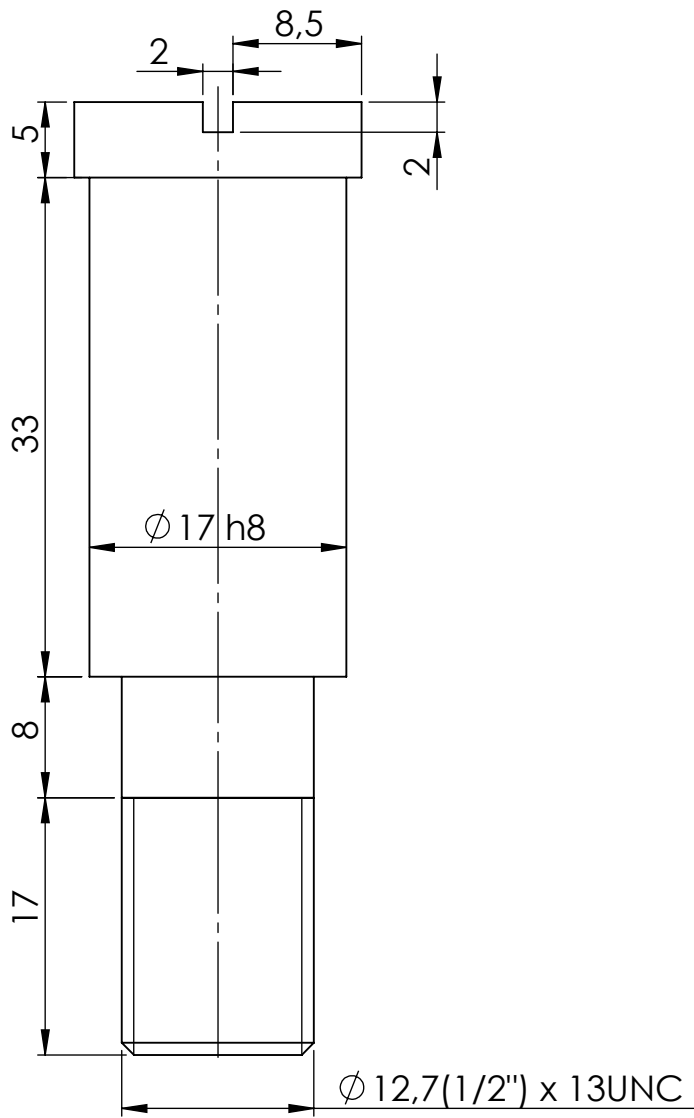
E



SECCIÓN C-C

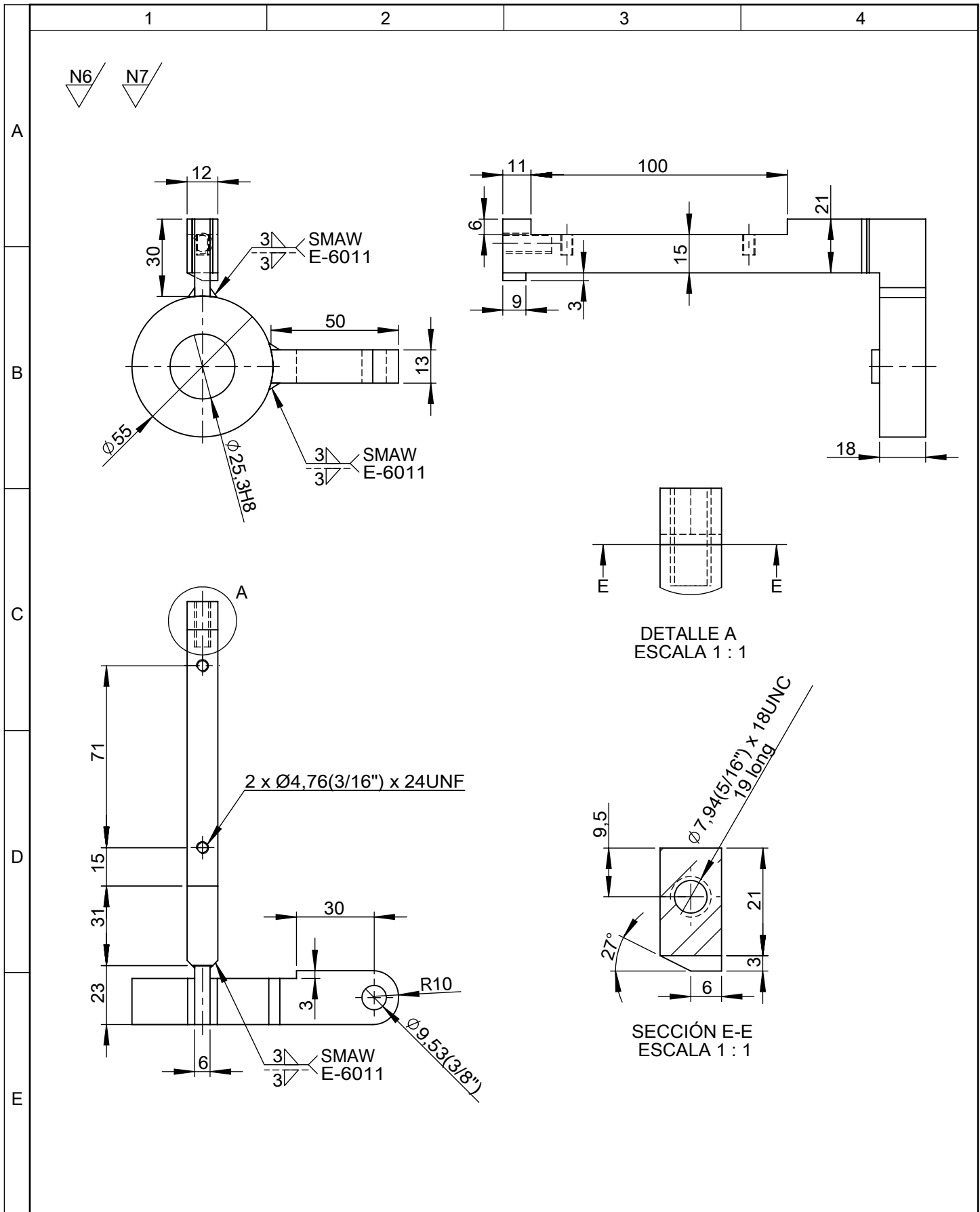
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				$\pm 0,1$	0,366Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	RODAMIENTO ACANALADO		1:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 25 de 51      Elemento N° 47		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

N7 TORNEADO

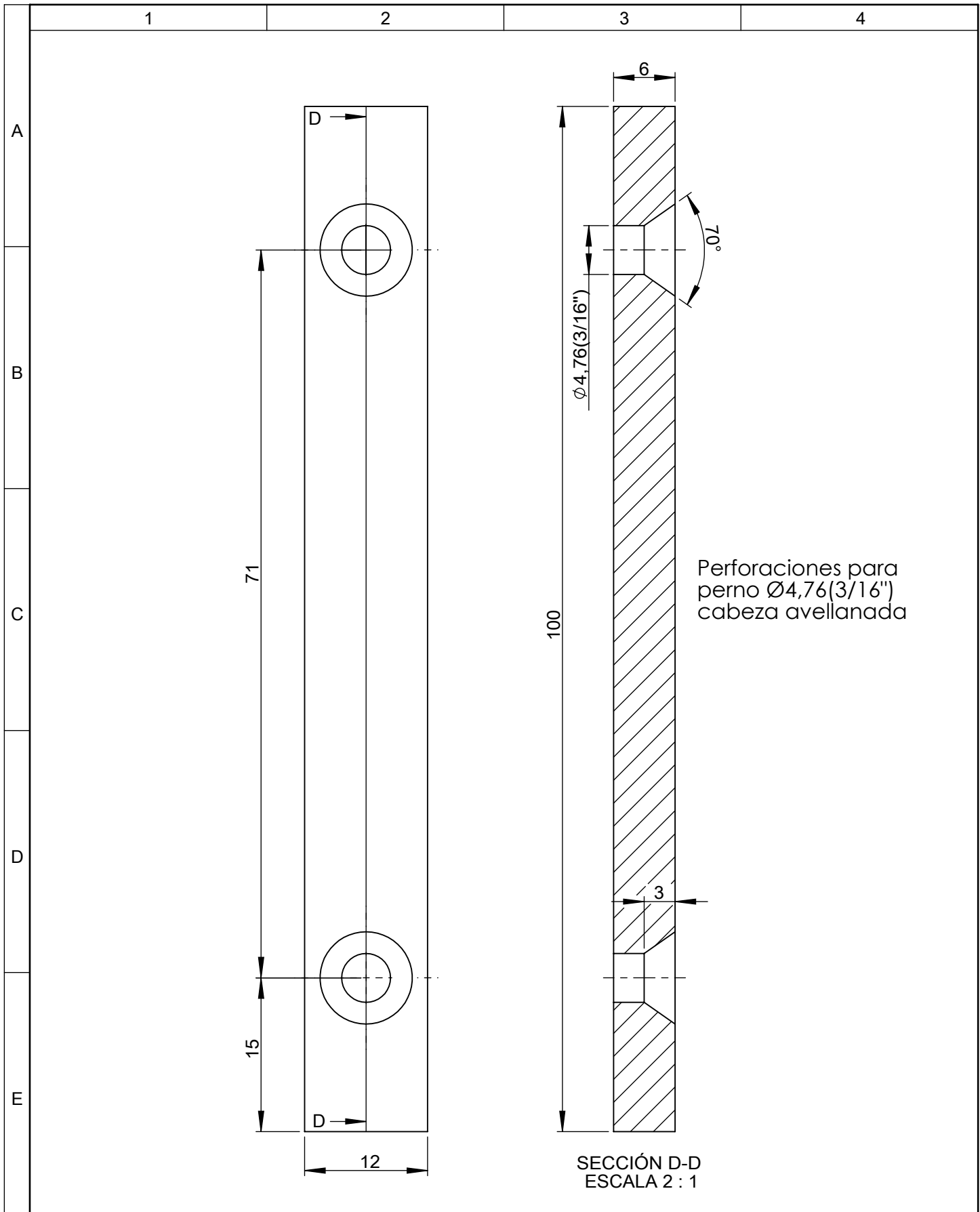


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				$\pm 0,1$	0,09Kg	Denominación:		PASADOR DEL RODAMIENTO ACANALADO
				Fecha	Nombre	Escala:		
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	2:1		
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Número del dibujo:		26 de 51      Elemento N° 48
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				

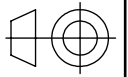




				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,61Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	GUÍA DEL EJE DESPLAZANTE		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 27 de 51		Elemento N° 49
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO AISI tipo A2
				±0,1	0,054Kg	Denominación:		PLACA DE SOPORTE DE LA GUÍA
				Fecha	Nombre	Escala:		
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	2:1		
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Número del dibujo: 28 de 51		Elemento N° 50
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>		Número del dibujo: 28 de 51		Elemento N° 50



1

2

3

4

A

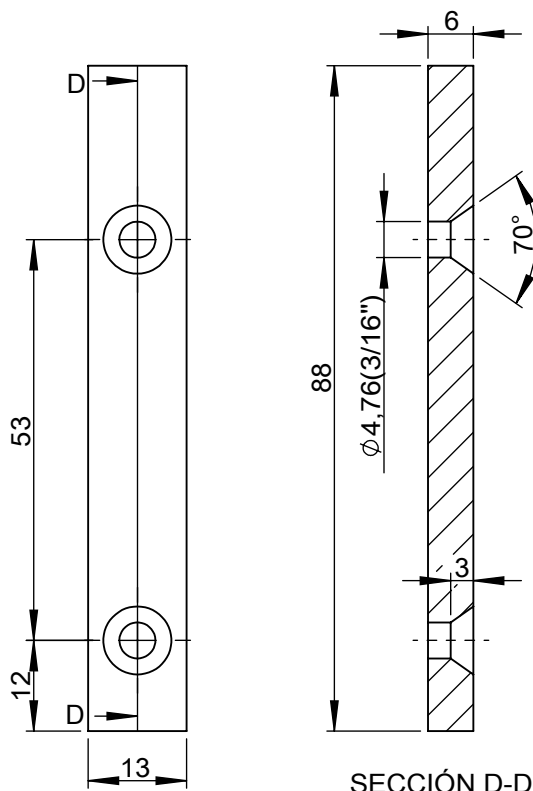
B

C

D

E

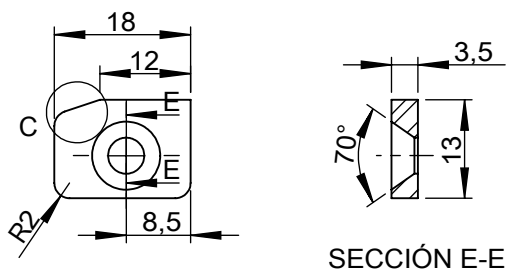
## PLACA SOPORTE



Perforaciones para  
perno  $\varnothing 4,76(3/16'')$   
cabeza avellanada

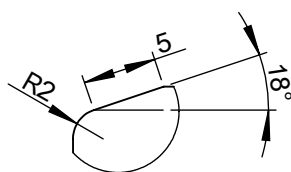
SECCIÓN D-D

## PLACA SEGURO



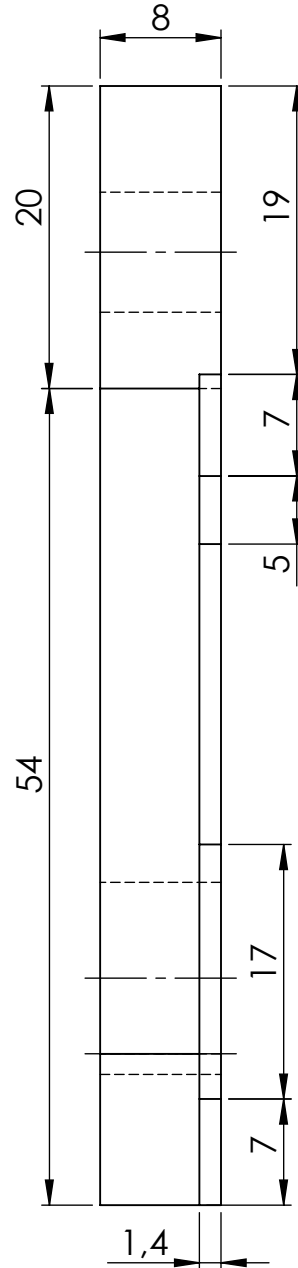
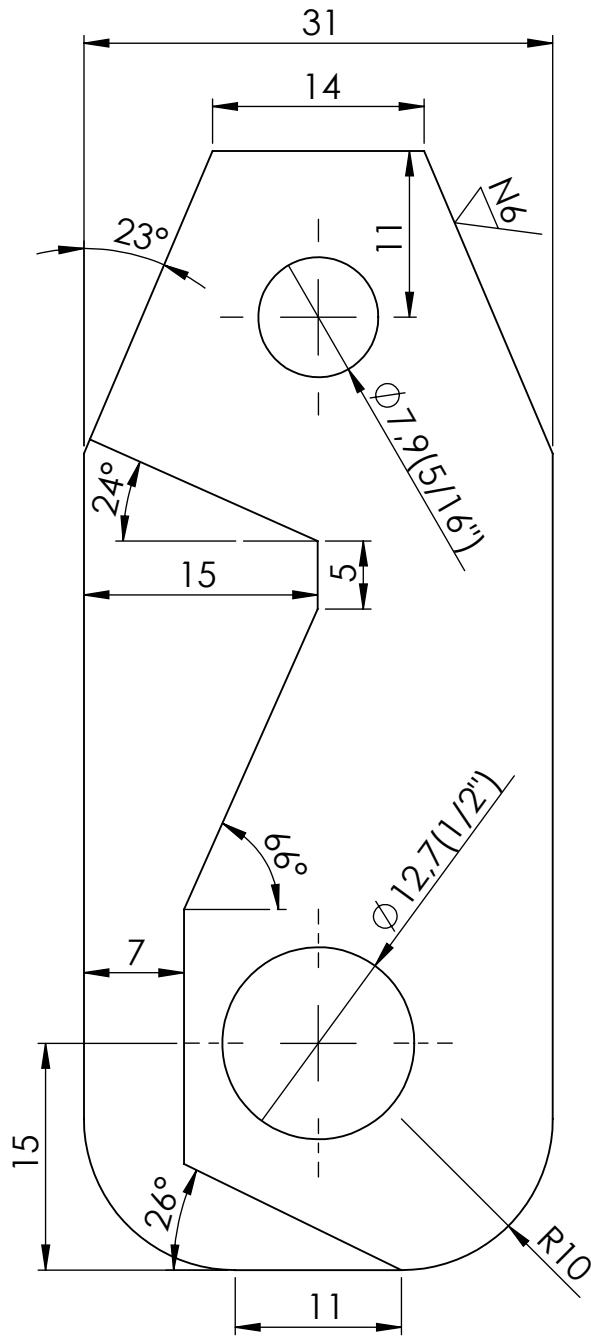
Perforaciones para  
perno  $\varnothing 4,76(3/16'')$   
cabeza avellanada

SECCIÓN E-E

DETALLE C  
ESCALA 2 : 1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO AISI tipo A2
				$\pm 0,1$	0,051Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	PLACAS DE SOPORTE HORIZONTAL		1:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 29 de 51		Elemento N° 51
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

LIMADO  
N6



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,11Kg	Denominación:		PLACA SOPORTE DE LA GUÍA DE DESPLAZAMIENTO
				Fecha	Nombre	Escala:		
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	2:1		
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Número del dibujo: 30 de 51		
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Elemento N° 52		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>		(Sustitución)		

1

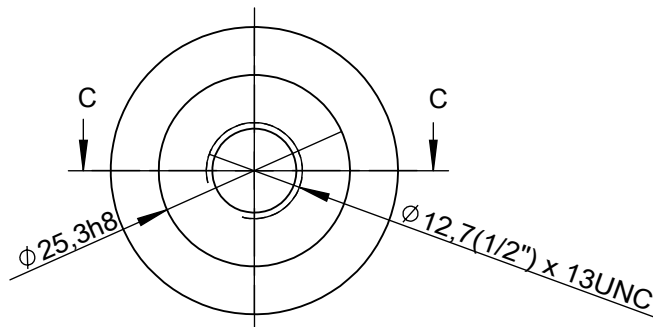
2

3

4

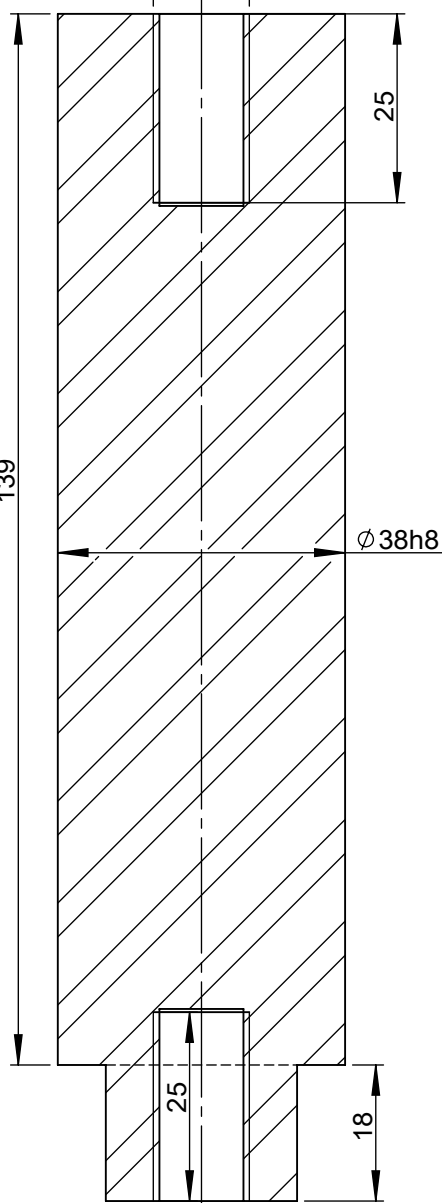
TORNEADO  
N7

A



B

$\phi 12,7(1/2'') \times 13UNC$



C

D

E

SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				$\pm 0,1$	1,27Kg	Denominación:		EJE DESPLAZANTE DE LOS ELEMENTOS
				Fecha	Nombre	Escala:		1:1
				Dib.	05/05/12 Yanchaguano F.	Número del dibujo:		31 de 51 Elemento N° 53
				Rev.	05/05/12 Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
				Apro.	05/05/12 Ing. Mayorga A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				

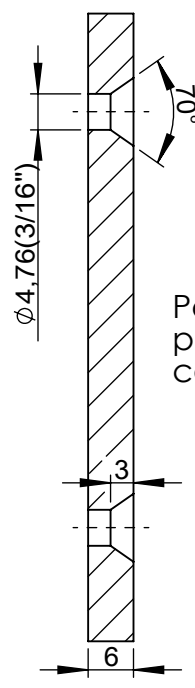
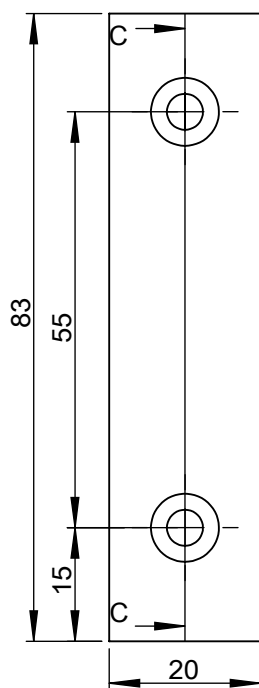
1

2

3

4

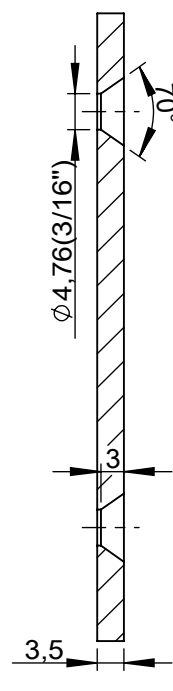
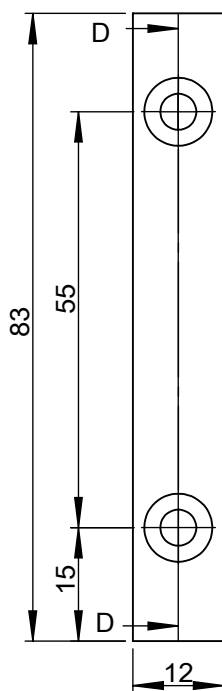
## PLACA DE SOPORTE POSTERIOR



Perforaciones para  
perno  $\varnothing 4,76(3/16")$   
cabeza avellanada

SECCIÓN C-C

## PLACA DE SOPORTE FRONTAL



Perforaciones para  
perno  $\varnothing 4,76(3/16")$   
cabeza avellanada

SECCIÓN D-D

Tolerancia

(Peso)

Materiales:

ACERO AISI tipo A2

 $\pm 0,1$ 

0,05Kg

Fecha

Nombre

Denominación:

Escala:

Dib. 05/05/12 Yanchaguano F.

Rev. 05/05/12 Ing. Mayorga A.

Apro. 05/05/12 Ing. Mayorga A.

PLACAS DE SOPORTE VERTICAL

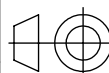
1:1

UTA

Número del dibujo: 32 de 51

Elemento N° 54

(Sustitución)



Edición

Modificación

Fecha

Nombre

1

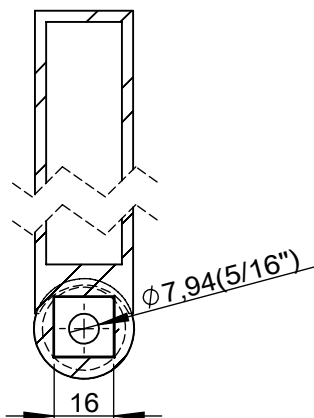
2

3

4

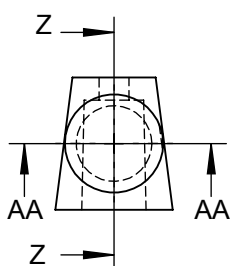
N6  
LIMADO

A

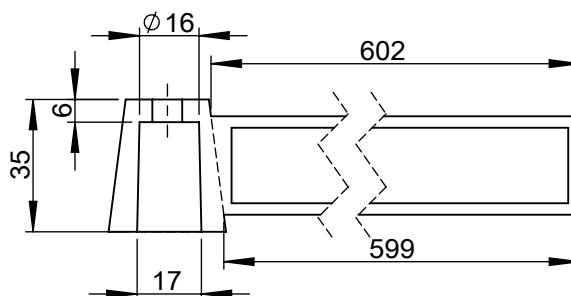


B

SECCIÓN AA-AA  
ESCALA 1 : 2

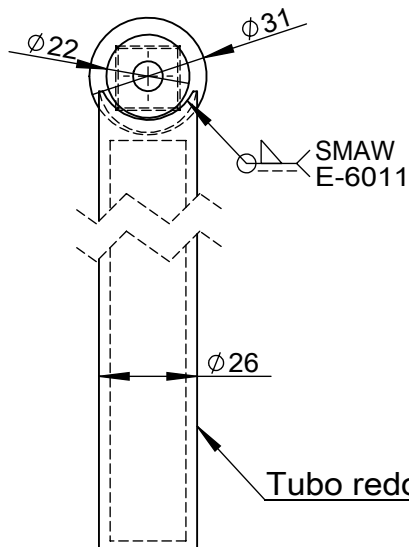


C



SECCIÓN Z-Z  
ESCALA 1 : 2

D



E

Tolerancia

(Peso)

Materiales:

ACERO ASTM A-36

±0,1

1,136Kg

Fecha

Nombre

Denominación:

Escala:

Dib. 05/05/12 Yanchaguano F.

Rev. 05/05/12 Ing. Mayorga A.

Apro. 05/05/12 Ing. Mayorga A.

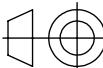
PALANCA SUPERIOR

1:2,5

**UTA**

Número del dibujo: 33 de 51

Elemento N° 55



Edición

Modificación

Fecha

Nombre

(Sustitución)

1

2

3

4

TORNEADO  
N7

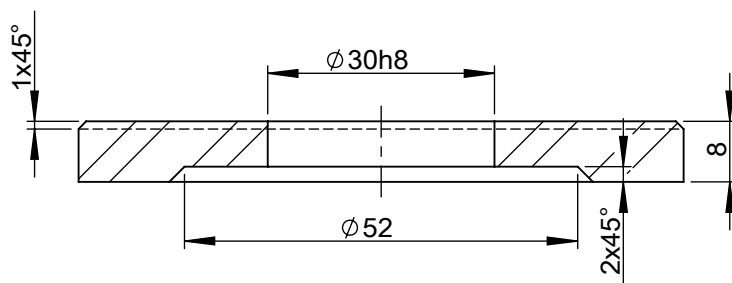
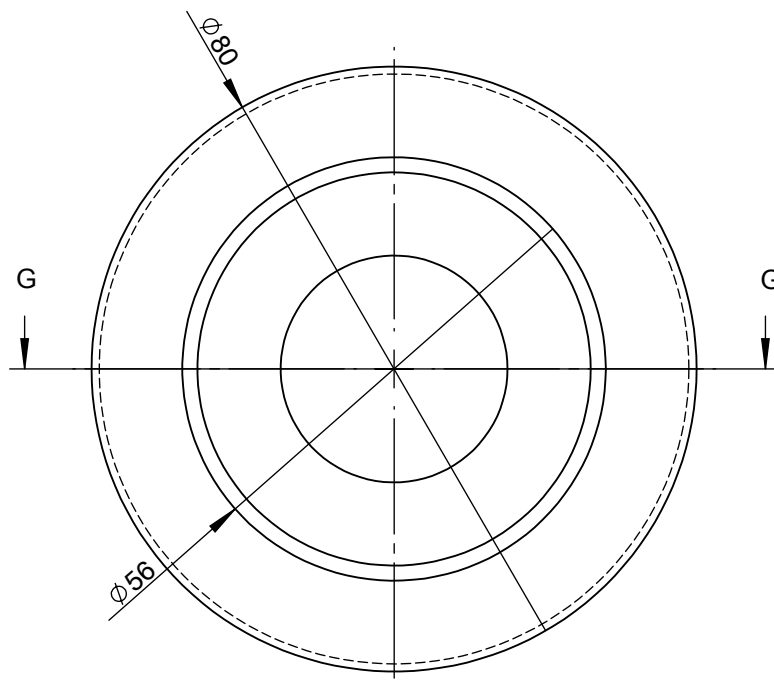
A

B

C

D

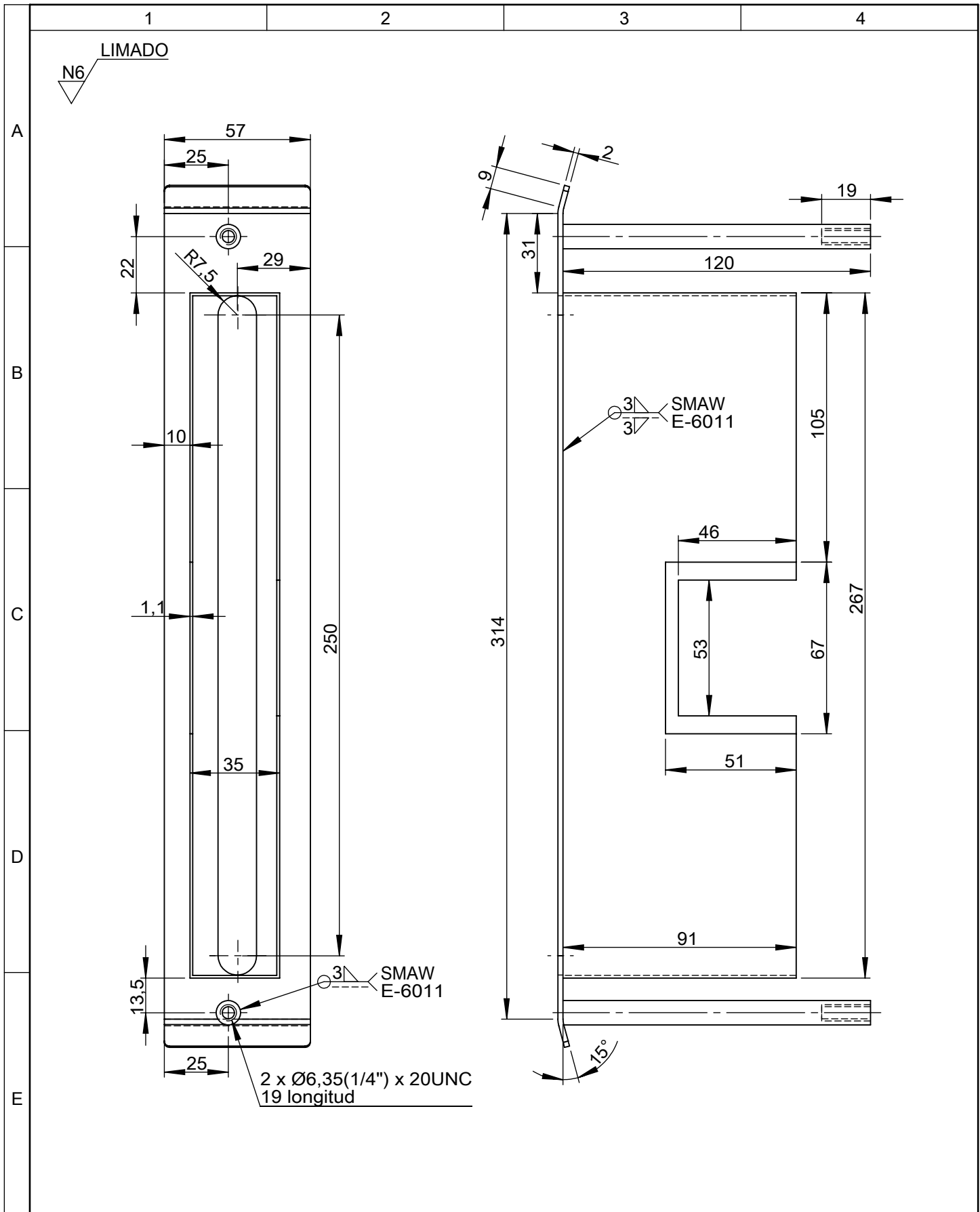
E



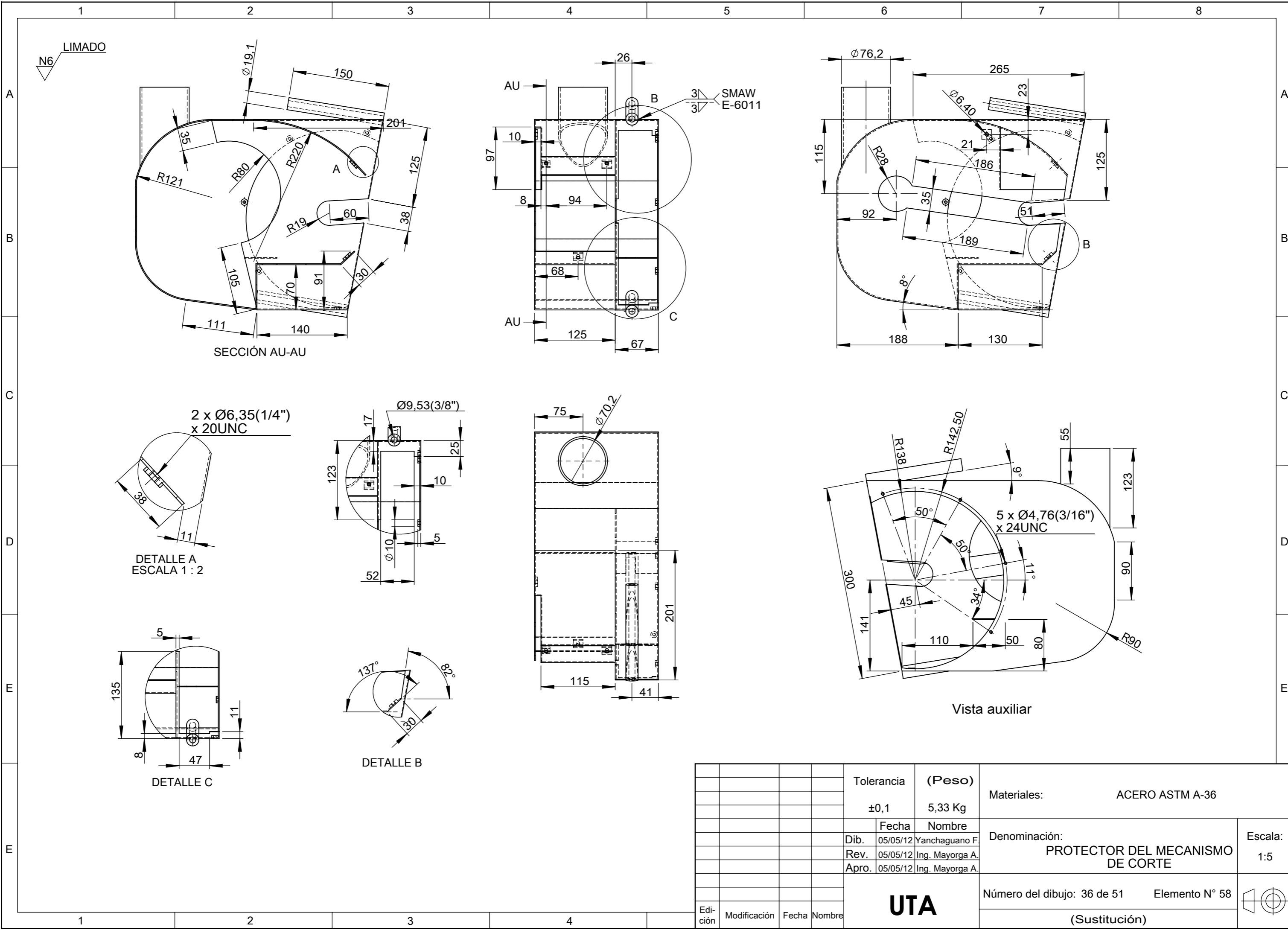
SECCIÓN G-G

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				$\pm 0,1$	0,245Kg	Denominación:		PLATO PORTADISCO
				Fecha	Nombre	Escala:		1:1
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	Número del dibujo:		34 de 51
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Elemento N°		56
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

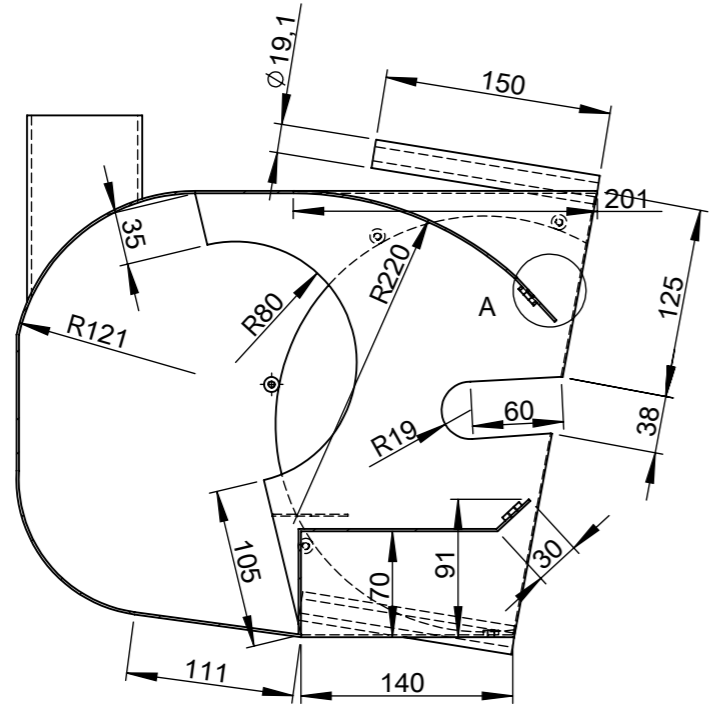




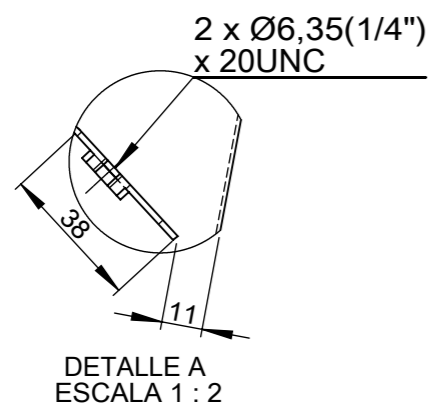
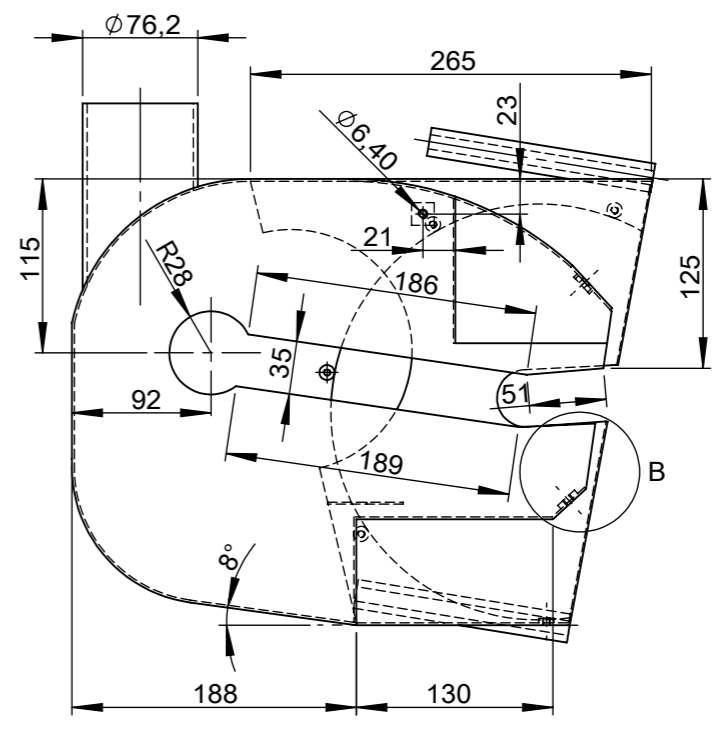
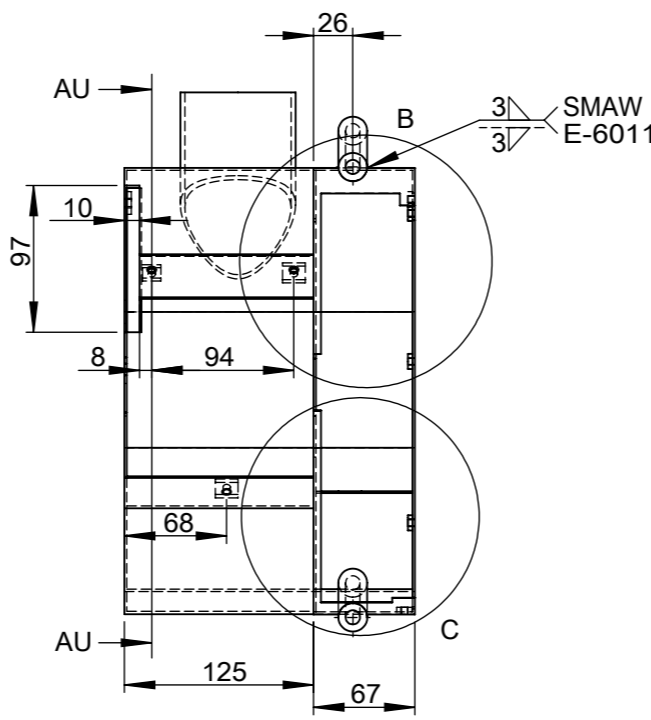
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,789Kg	Denominación:		PROTECTOR DEL DISCO
				Fecha	Nombre	Número del dibujo:		35 de 51
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	Elemento N°		57
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		Escala: 1:2,5
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 35 de 51      Elemento N° 57		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



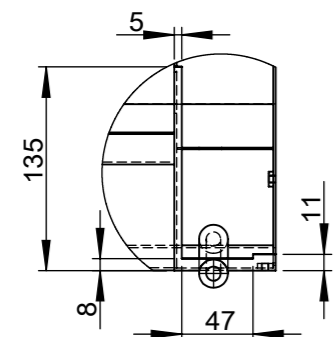
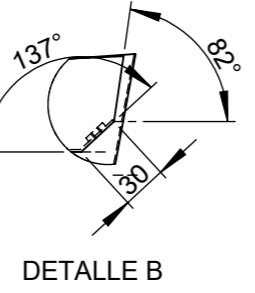
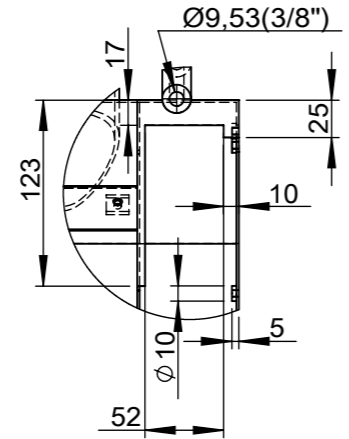
LIMADO  
N6



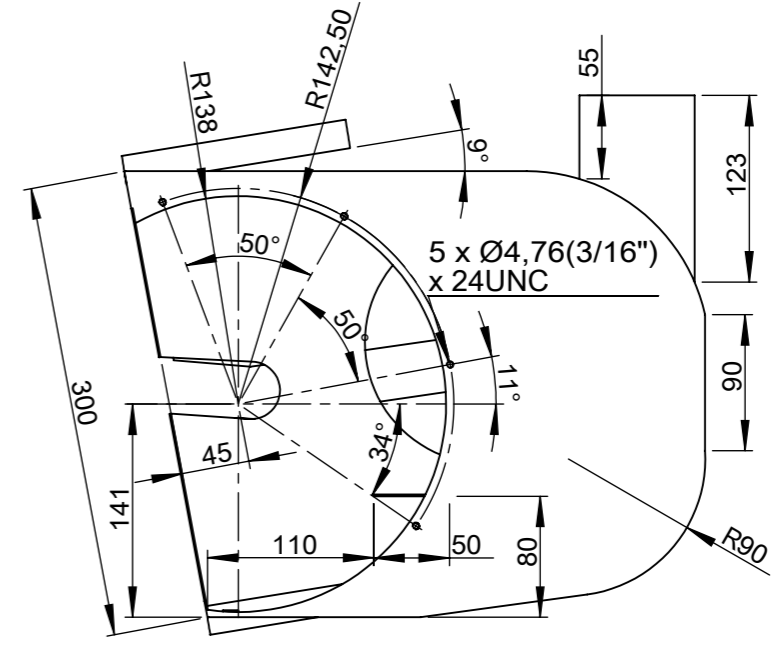
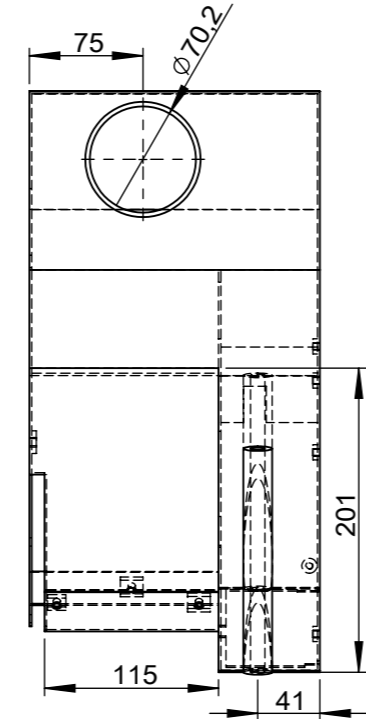
SECCIÓN AU-AU



DETALLE A  
ESCALA 1:2

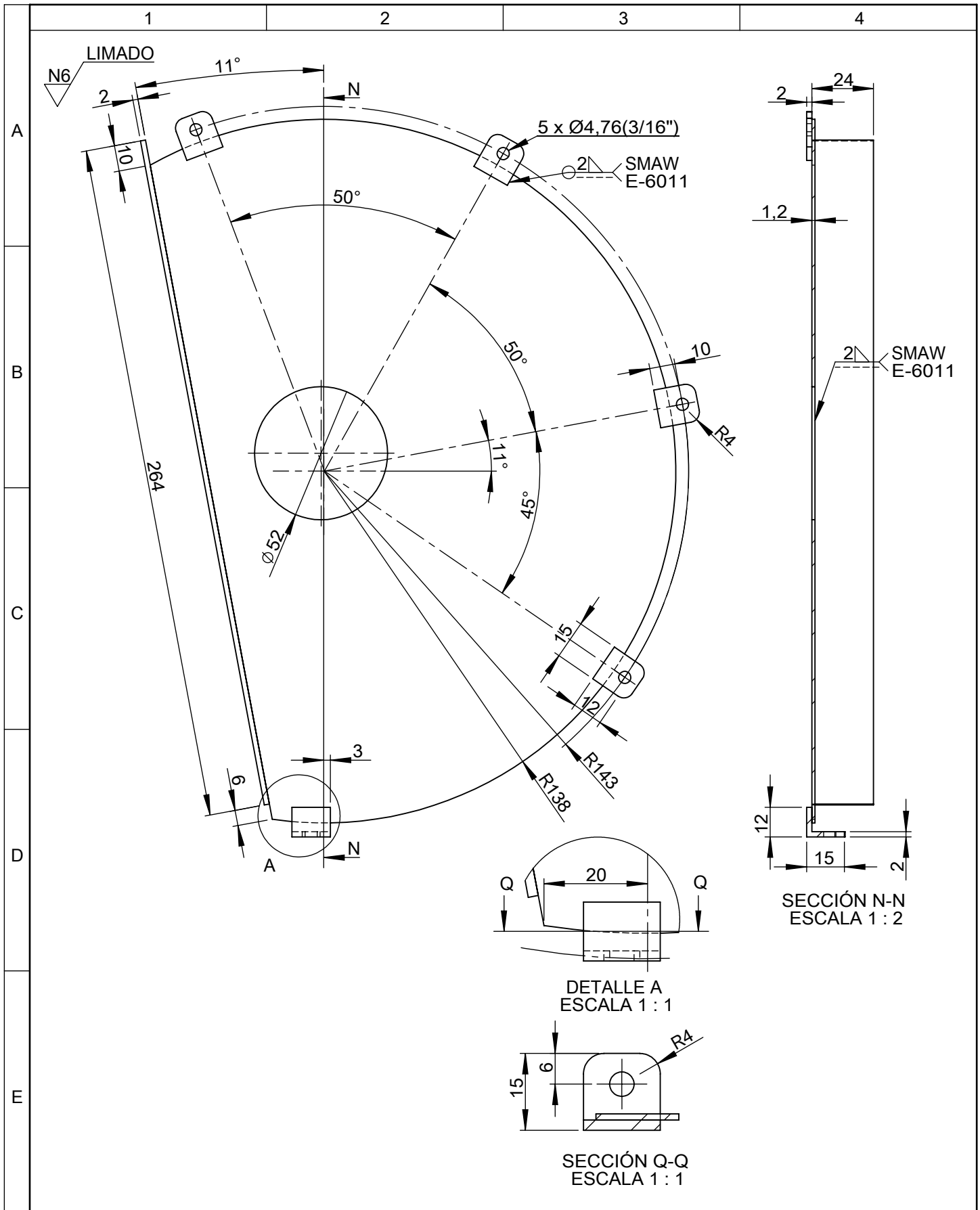


DETALLE C



Vista auxiliar

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	5,33 Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F	PROTECTOR DEL MECANISMO DE CORTE		1:5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 36 de 51		Elemento N° 58
						(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



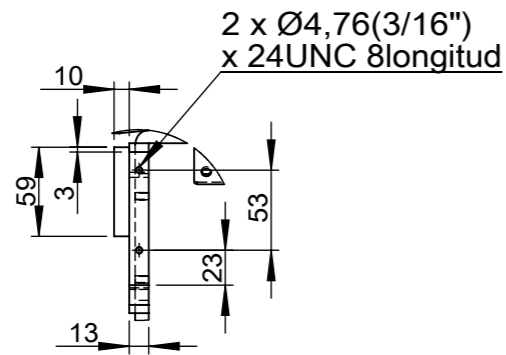
SECCIÓN N-N  
ESCALA 1 : 2

DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

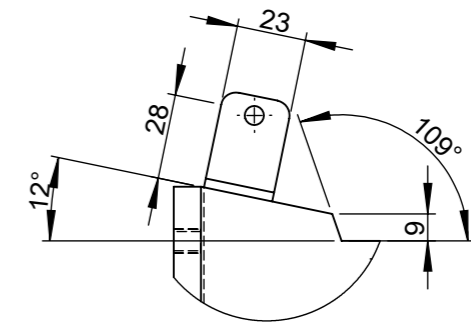
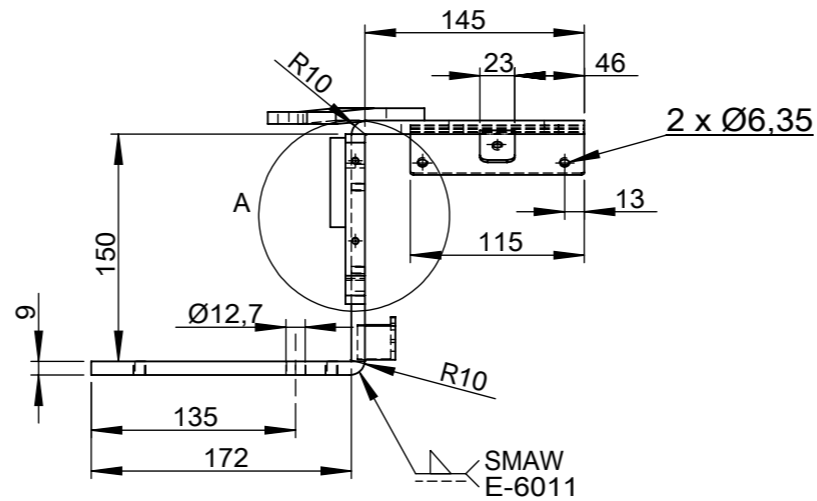
SECCIÓN Q-Q  
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,617Kg	Denominación:		TAPA DEL PROTECTOR
				Fecha	Nombre	Escala:		1:2,5
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	Número del dibujo:		37 de 51
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Elemento N°		59
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

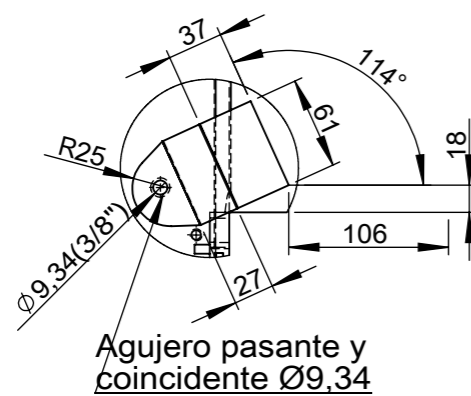
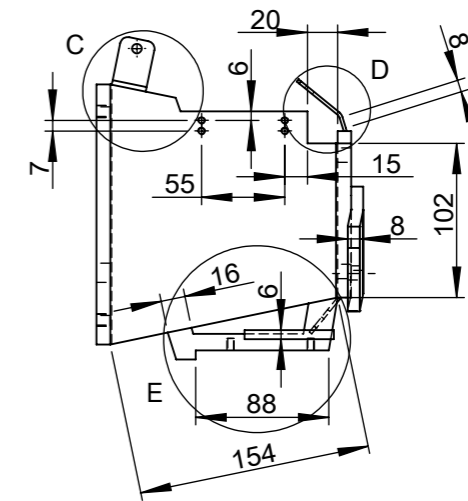
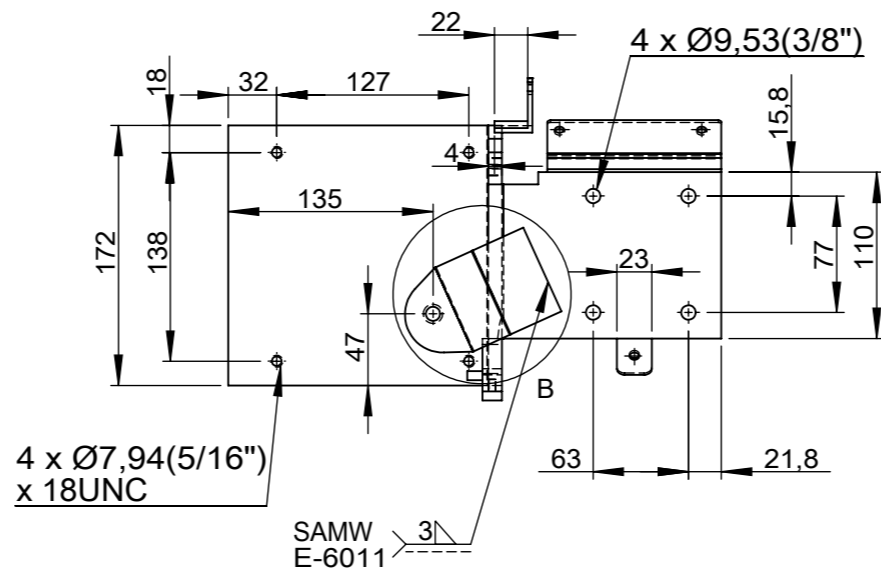
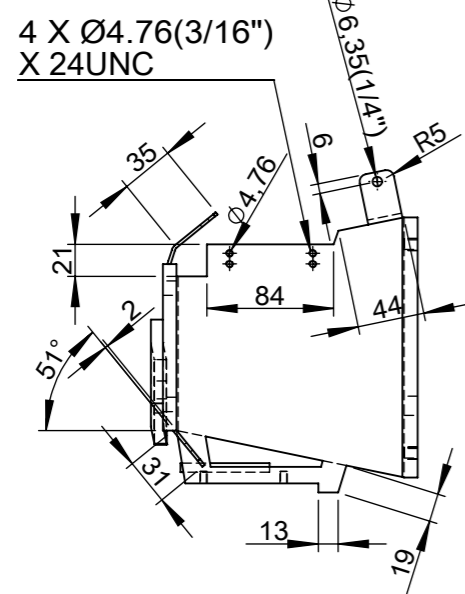
N6 LIMADO



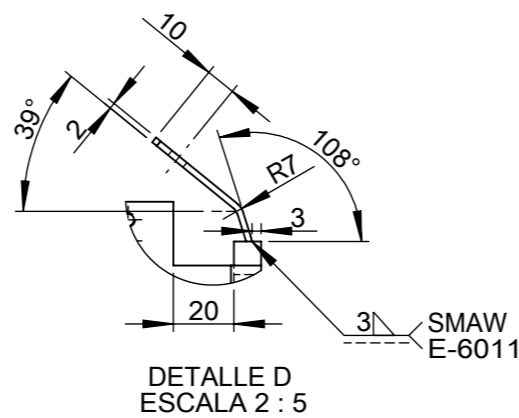
DETALLE A



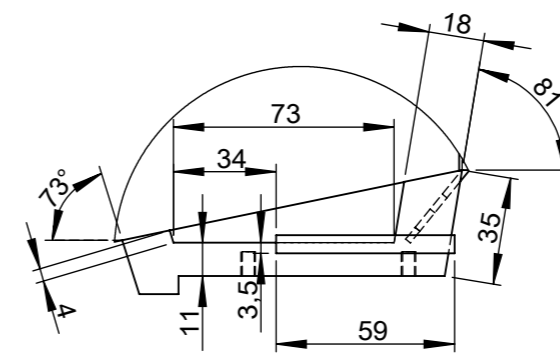
DETALLE C  
ESCALA 2 : 5



DETALLE B



DETALLE D  
ESCALA 2 : 5



DETALLE E  
ESCALA 2 : 5

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	5,43Kg	Denominación:		BASE DEL MOTOR
				Fecha	Nombre	Escala:		1:5
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	Número del dibujo:		38 de 51
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Elemento N°		60
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				



1

2

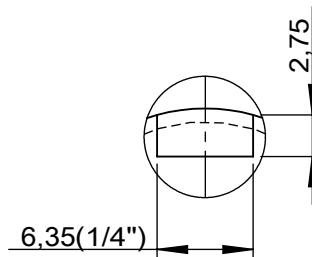
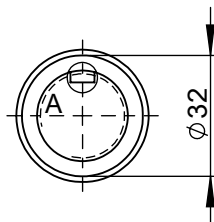
3

4

A

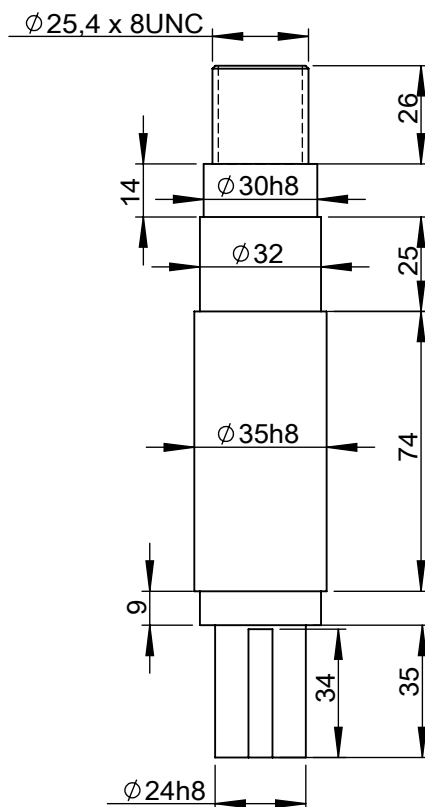
N7 TORNEADO

B



DETALLE A  
ESCALA 2 : 1

C



D

E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				±0,1	1,07Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	EJE PRINCIPAL		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 39 de 51      Elemento N° 61		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

N6

N7

TORNEADO

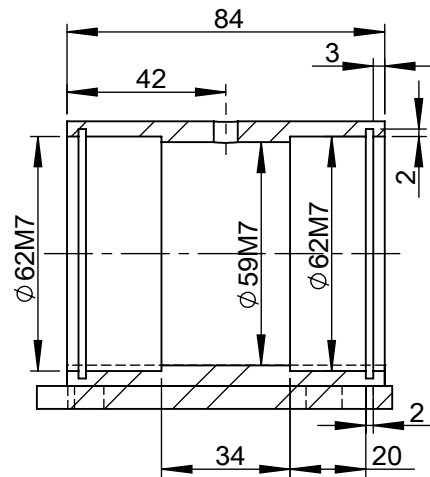
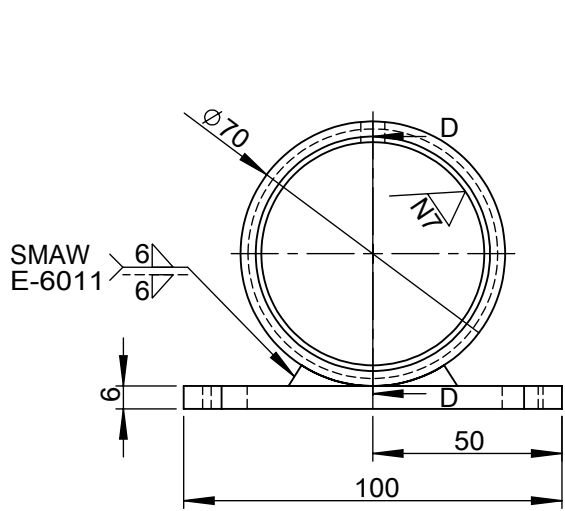
A

B

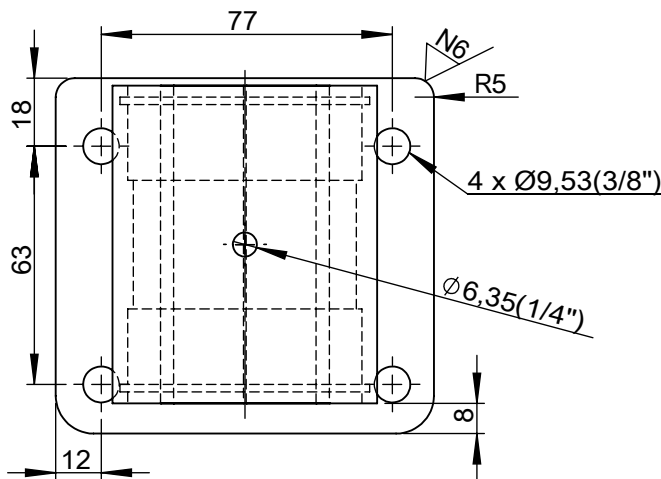
C

D

E



SECCIÓN D-D



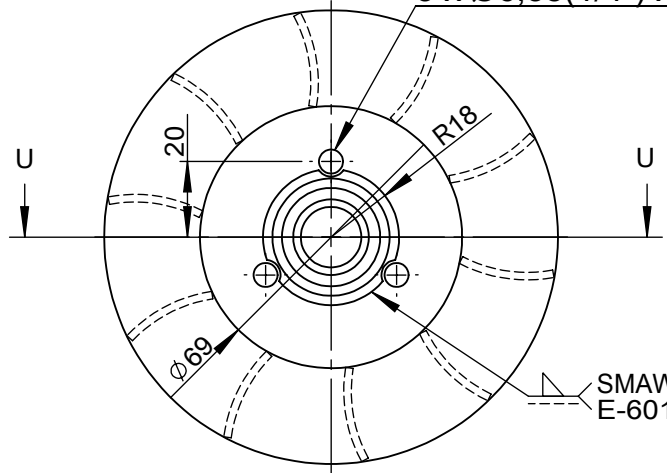
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	1,09Kg	Denominación:		BASE DEL EJE PRINCIPAL
				Fecha	Nombre	Escala:		1:2,5
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	Número del dibujo: 40 de 51		Elemento N° 62
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				

N6  
N7

TORNEADO

3 x Ø6,35(1/4") x 120°

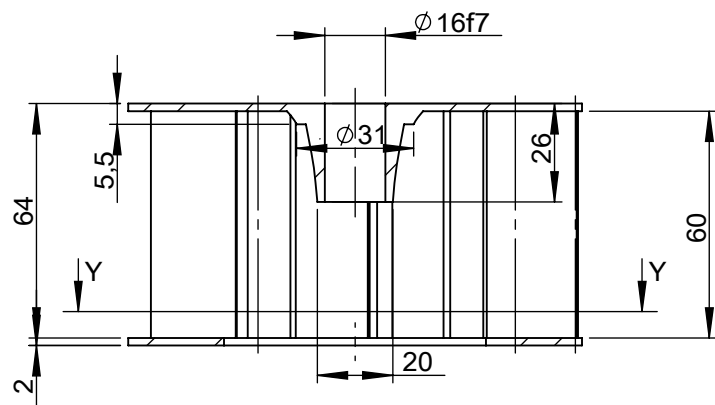
A



B

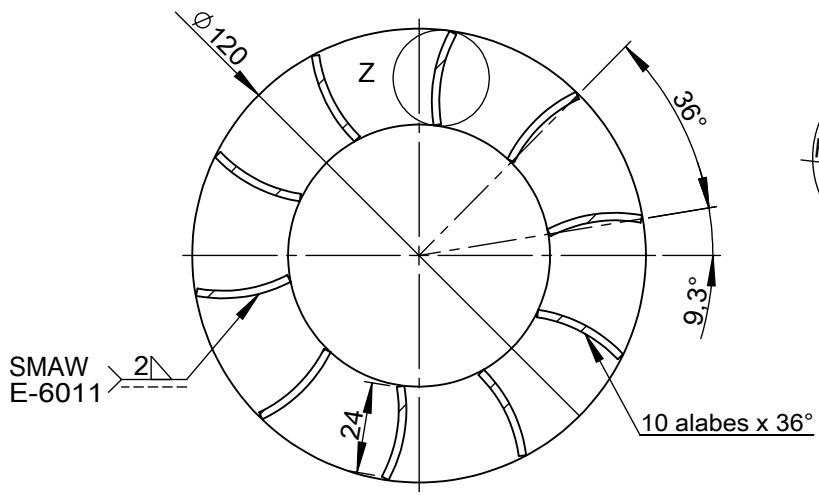
SMAW  
E-6011

C

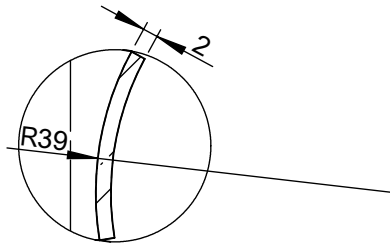


SECCIÓN U-U

D



SECCIÓN Y-Y



DETALLE Z  
ESCALA 1 : 1

E

SMAW  
E-6011

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,578Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	EXTRACTOR DE VIRUTA		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 41 de 51 Elemento N° 63		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

1

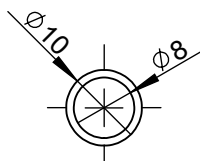
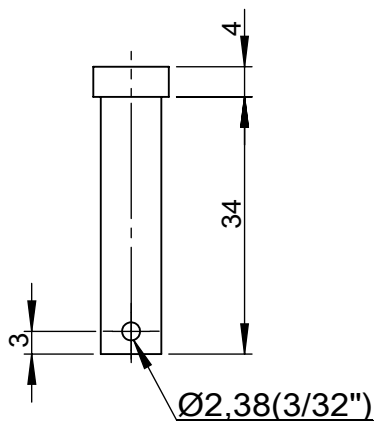
2

3

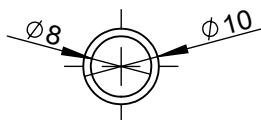
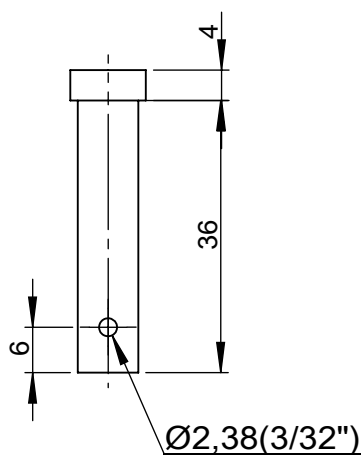
4

N7

## PASADOR DE LA BASE REGULABLE HORIZONTAL



## PASADOR DE LA BASE REGULABLE VERTICAL



Tolerancia (Peso)

±0,1

0,015Kg

Materiales:

ACERO SAE-1018

Fecha

Nombre

Dib. 05/05/12 Yanchaguano F.

Rev. 05/05/12 Ing. Mayorga A.

Apro. 05/05/12 Ing. Mayorga A.

Denominación:

PASADOR DE LA BASE REGULABLE  
HORIZONTAL Y VERTICAL

Escala:

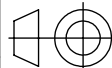
1:1

UTA

Número del dibujo: 42 de 51

Elemento N° 64

(Sustitución)

Edi-  
ción

Modificación

Fecha

Nombre



1

2

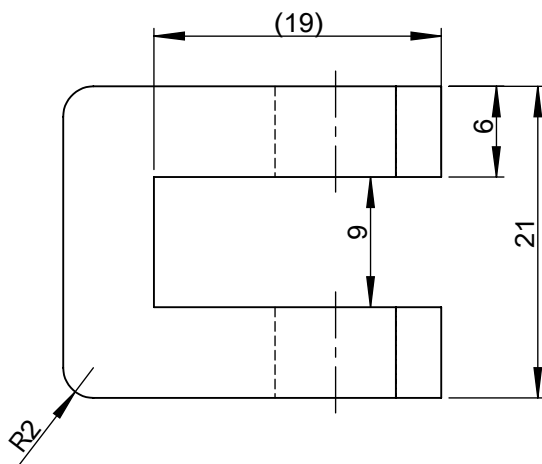
3

4

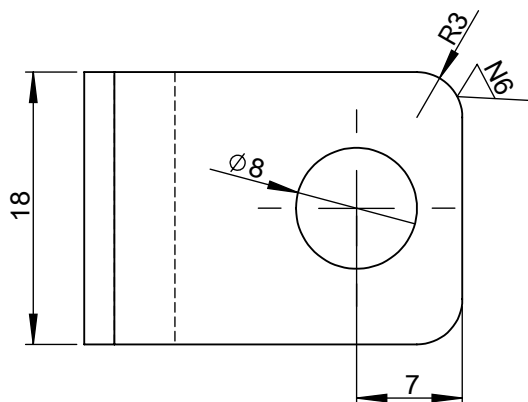
A

LIMADO  
N6

B



C

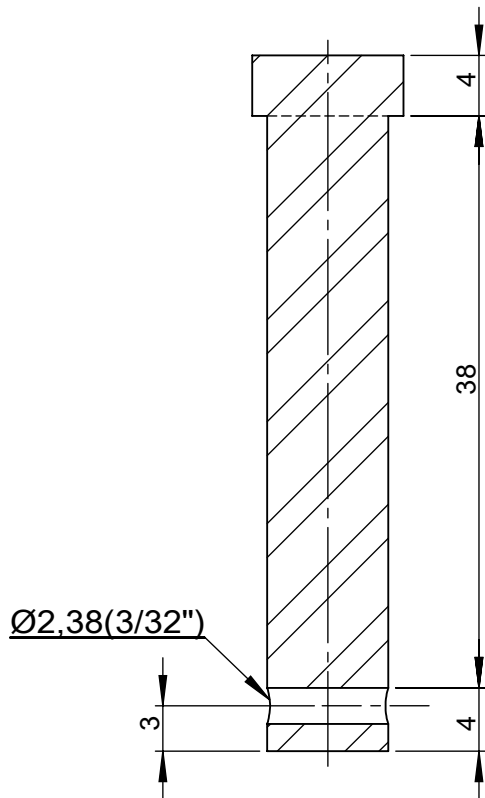
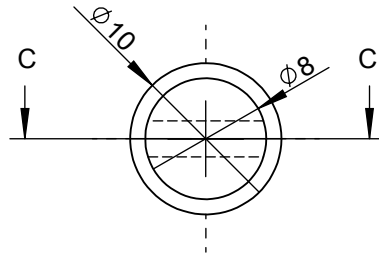


D

E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,044Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	BASE DEL RODAMIENTO REGULABLE DE LA GUÍA		2:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 43 de 51      Elemento N° 65		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

N7



SECCIÓN C-C

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				$\pm 0,1$	0,019Kg	Denominación:		PASADOR DEL RODAMIENTO DE LA GUÍA DEL EJE
				Fecha	Nombre	Escala:		
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	2:1		
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Número del dibujo:		44 de 51
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Elemento N°		66
				<b>UTA</b>		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

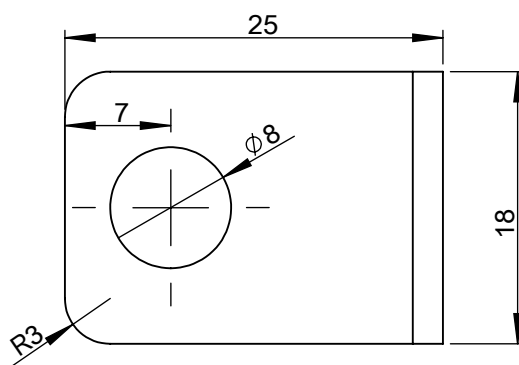
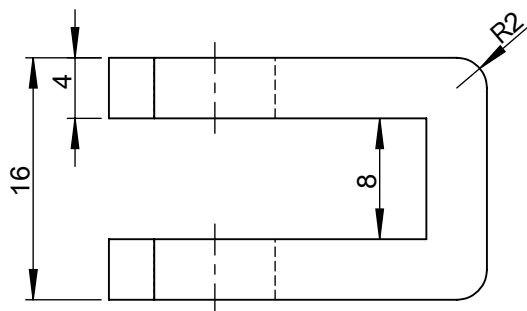
2

3

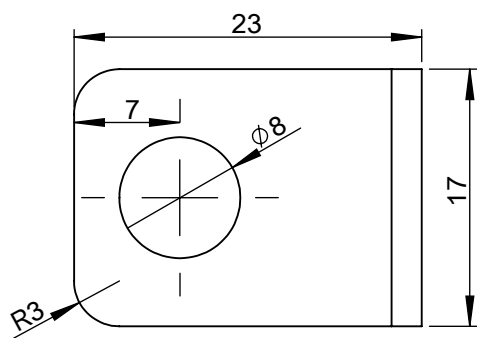
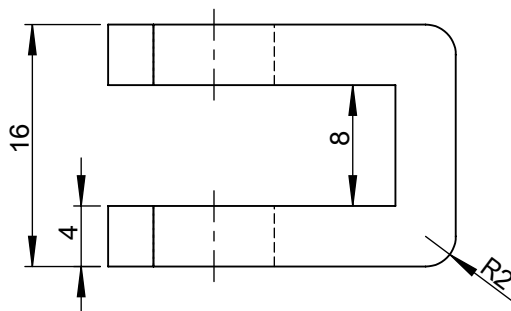
4

N6

## BASE DEL RODAMIENTO REGULABLE HORIZONTAL



## BASE DEL RODAMIENTO REGULABLE VERTICAL



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,027Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	BASE DEL RODAMIENTO REGULABLE HORIZONTAL Y VERTICAL		2:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 45 de 51	Elemento N° 67	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

1

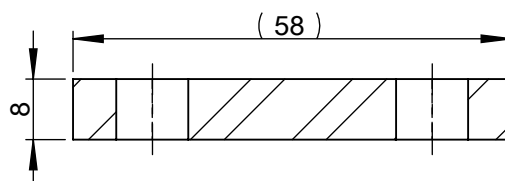
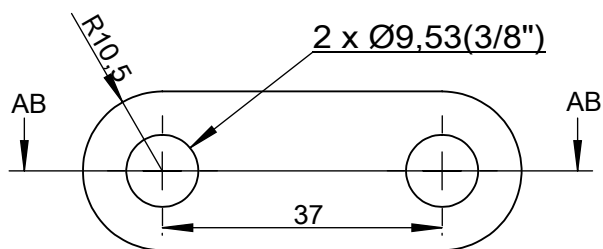
2

3

4

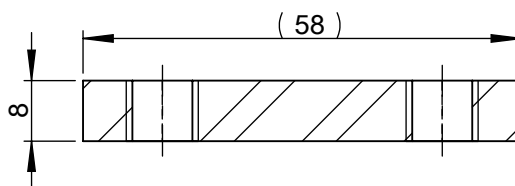
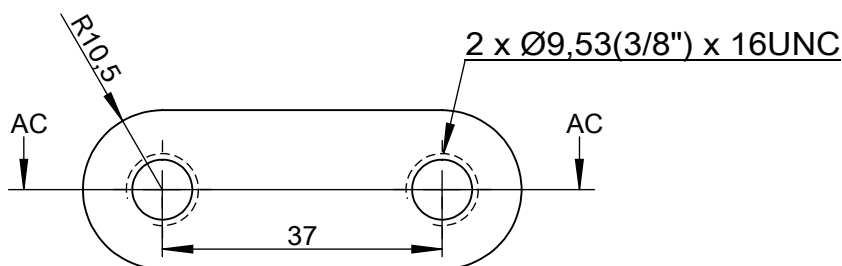
LIMADO  
N6

## ESLABÓN SUPERIOR



SECCIÓN AB-AB

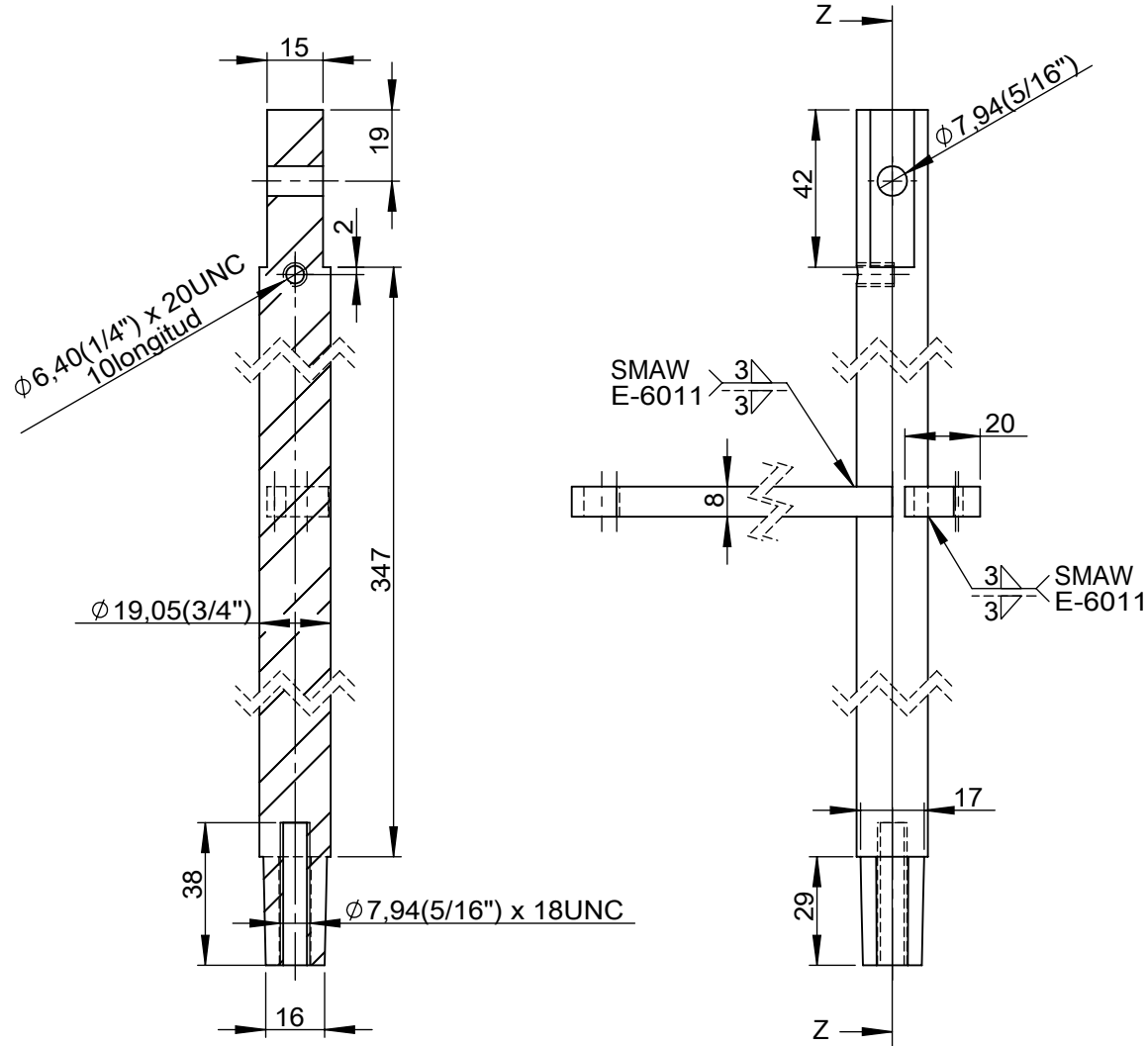
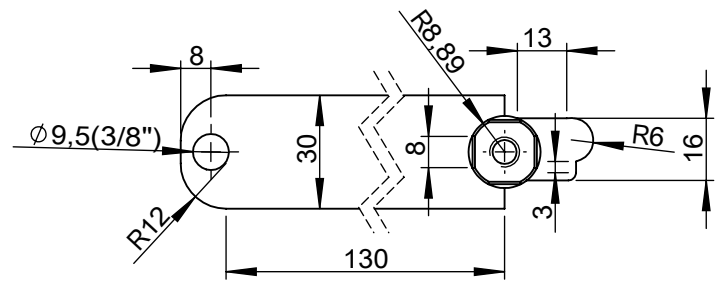
## ESLABÓN INFERIOR



SECCIÓN AC-AC

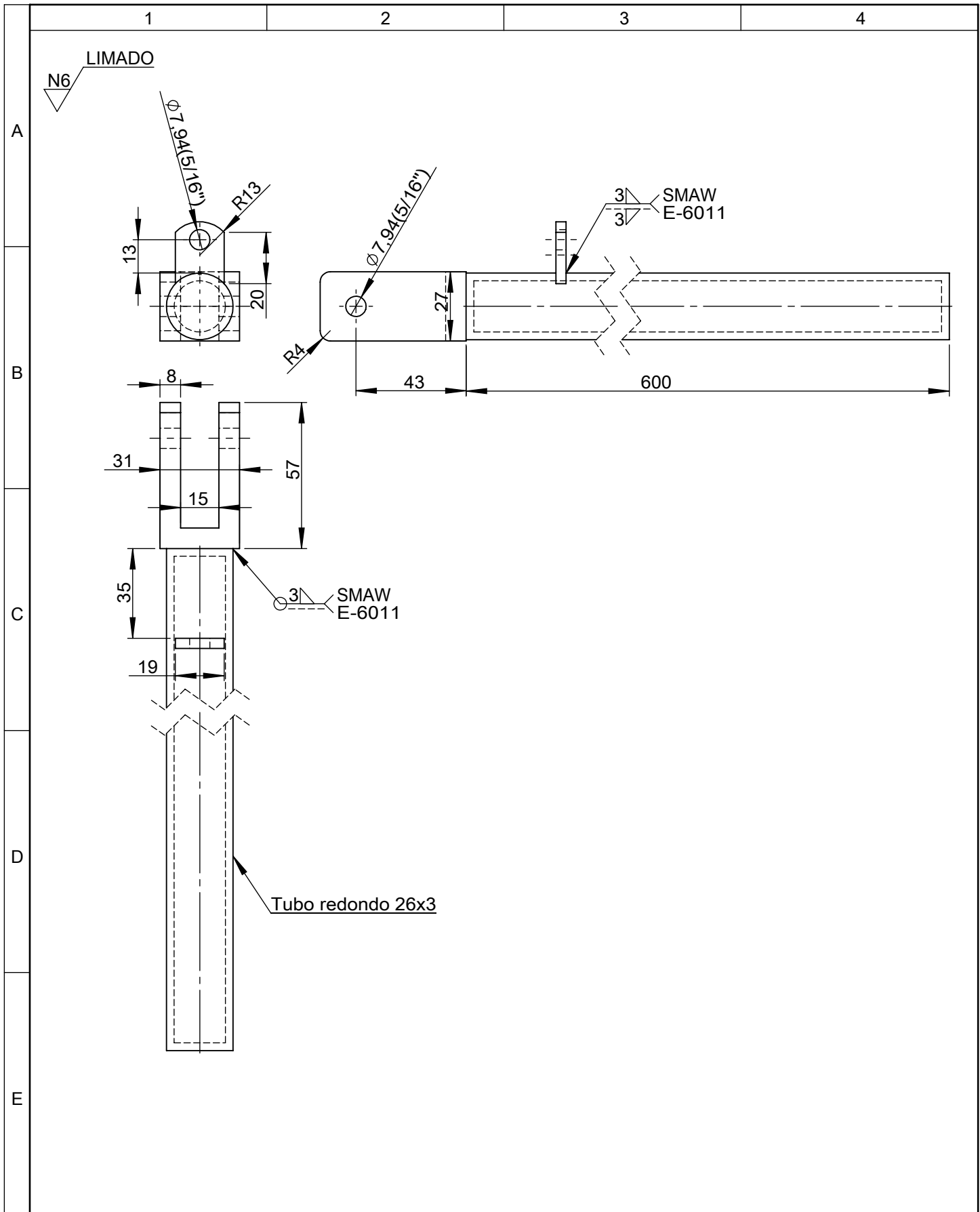
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	0,063Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	ESLABÓN SUPERIOR Y INFERIOR		1:1
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 46 de 51      Elemento N° 68		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

N6 LIMADO

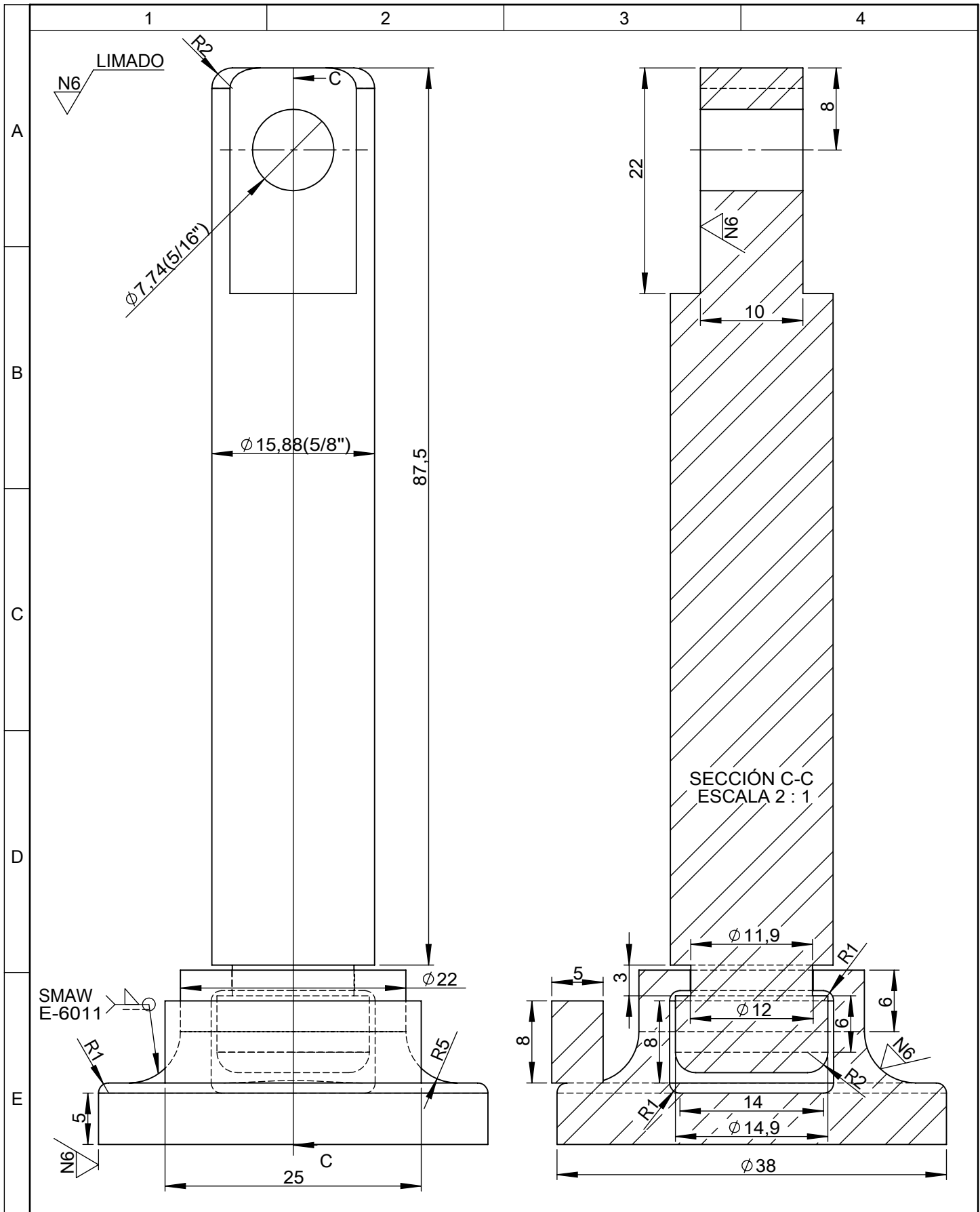


SECCIÓN Z-Z  
ESCALA 1 : 2

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				±0,1	1,16Kg	Denominación:		EJE IMPULSOR
				Fecha	Nombre	Escala:		1:2,5
				Dib.	05/05/12 Yanchaguano F.	Número del dibujo:		47 de 51 Elemento N° 69
				Rev.	05/05/12 Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
				Apro.	05/05/12 Ing. Mayorga A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	1,257Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	PALANCA INFERIOR		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 48 de 51    Elemento N° 70		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				±0,1	0,22Kg	Denominación:		PERNO DE APRIETE DEL CORTE HORIZONTAL
				Fecha	Nombre	Escala:		
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	2:1		
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Número del dibujo: 49 de 51		
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.	Elemento N° 71		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>		(Sustitución)		

1

2

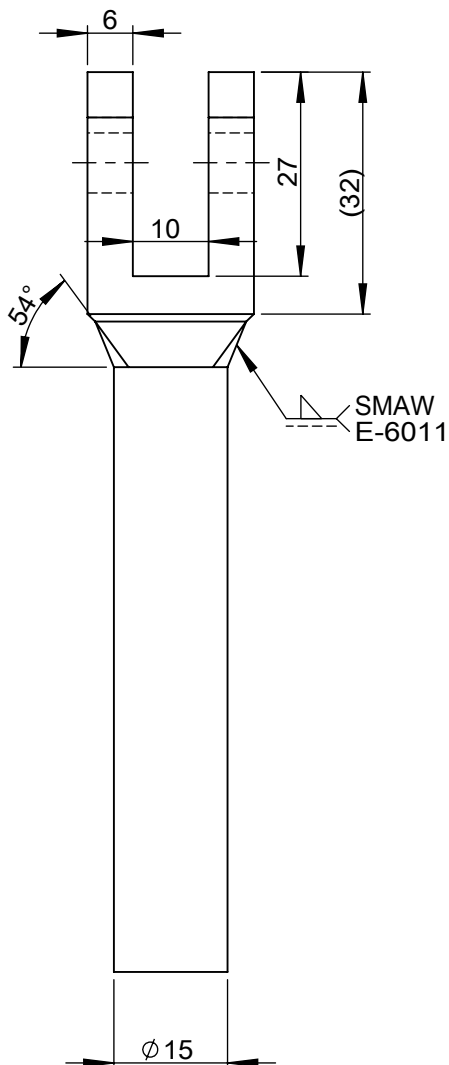
3

4

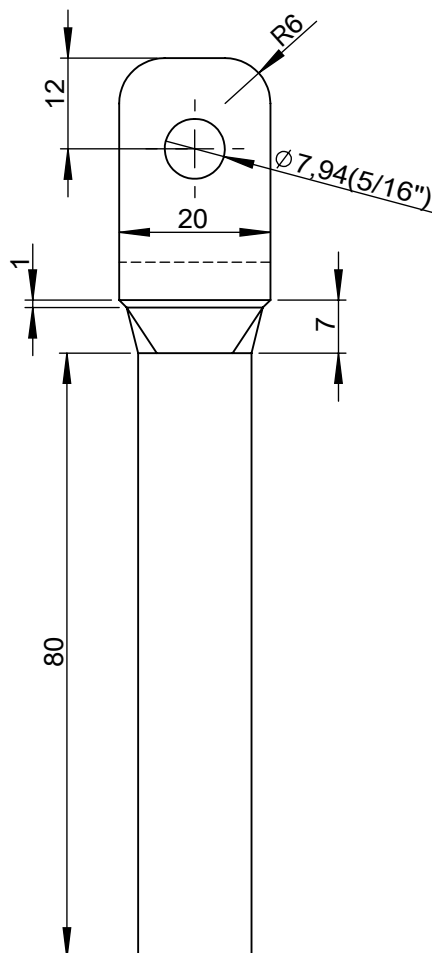
A

LIMADO  
N6

B



C

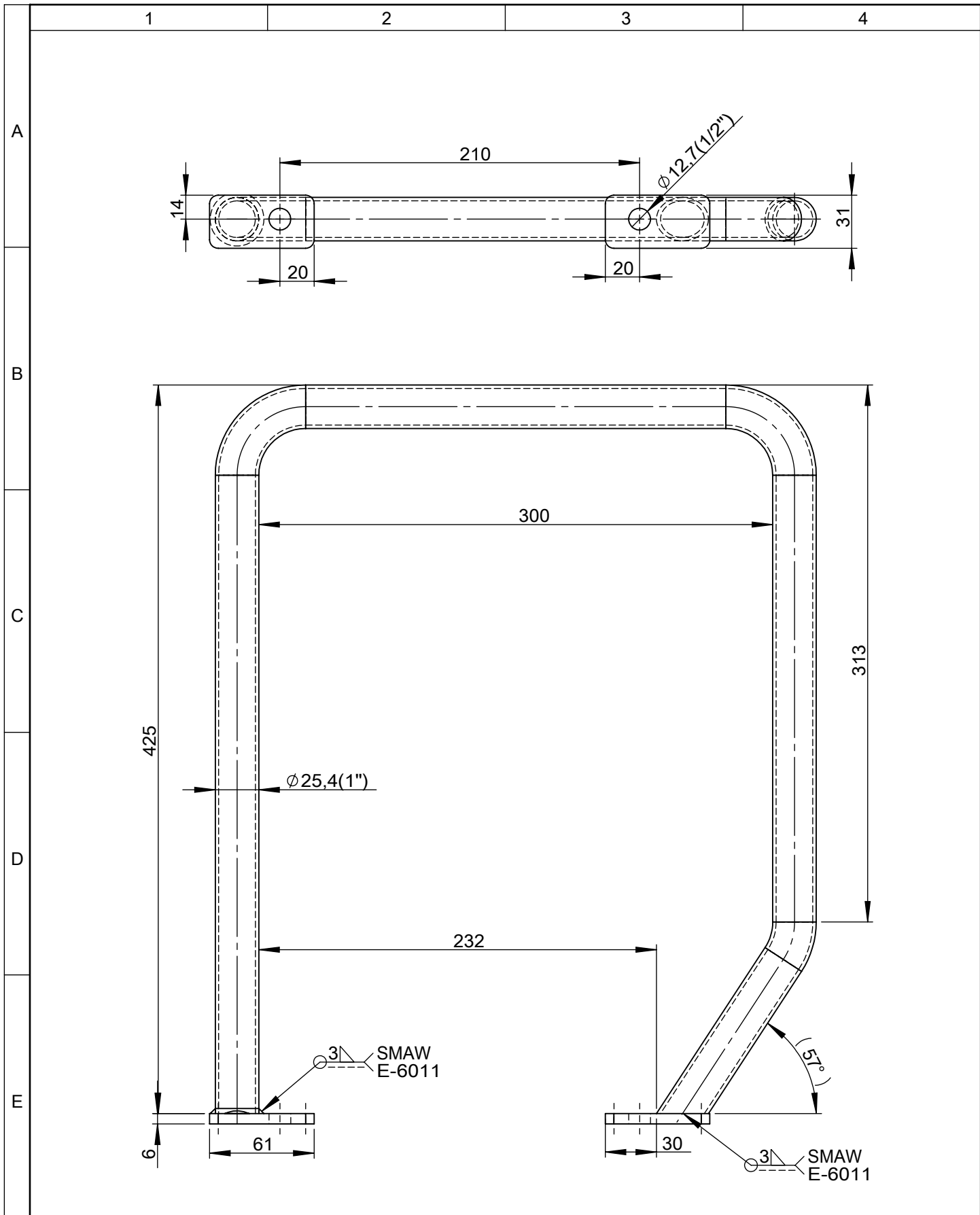


D

E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO SAE-1018
				±0,1	0,26Kg	Denominación:		PALANCA DE APRIETE
				Fecha	Nombre	Escala:		1:1
				Dib.	05/05/12 Yanchaguano F.	Número del dibujo:		50 de 51 Elemento N° 72
				Rev.	05/05/12 Ing. Mayorga A.	(Sustitución)		
				Apro.	05/05/12 Ing. Mayorga A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UTA</b>				





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A-36
				±0,1	1,477Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib. 05/05/12	Yanchaguano F.	PALANCA DE SOPORTE		1:2,5
				Rev. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				Apro. 05/05/12	Ing. Mayorga A.			
				<b>UTA</b>		Número del dibujo: 51 de 51    Elemento N° 73		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		