

**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 un sistema orientador de tapas para determinar tiempos de producción en el proceso de embotellado en el laboratorio de automatización y control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”

---

**AUTOR: Egdo. Israel Ladislao Cuesta Chávez**

**TUTOR: Ing. Mauricio Carrillo**

**Ambato – Ecuador**

**2014**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de director de tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“Estudio de un sistema orientador de tapas para determinar tiempos de producción en el proceso de embotellado en el laboratorio de automatización y control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”**; elaborado por la Sr. Israel Ladislao Cuesta Chávez, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

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

Ambato, Diciembre 2013

.....

Ing. Mauricio Carrillo

Director de Tesis

## **AUTORÍA DE LA TESIS**

En el contenido del presente trabajo sus criterios, así como sus ideas, opiniones, resultados y análisis, son responsabilidad exclusiva de su autor.

Ambato, Diciembre 2013

.....

Israel Ladislao Cuesta Chávez

C.I 180401372-8

## **DEDICATORIA**

Con todo cariño quiero dedicar mi esfuerzo, constancia y dedicación para poder subir un peldaño más de esta vida y seguir mejorando cada día. Ya que con toda la confianza que pusieron en mí no los defraude. Dedico de todo corazón a aquel ángel en mi vida que desde el cielo me dio la fuerza para seguir adelante Papá Carlitos, para mi segunda madre que cada día me dio una boto de confianza para continuar mi camino Mamá Bachita, y para aquella mujer que me dio la vida y dio todo lo mejor de sí para hacerme una persona de bien mi querida madre Catalina Chávez

## **AGRADECIMIENTO**

Debo agradecer de ante mano al director de mi tesis el Ing. Mauricio Carrillo quien supo orientar, ayudado y orientado con paciencia supo dirigirme. A todas las personas que directa o indirectamente me ayudaron para lograr este reto académico

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.....	i
CERTIFICACIÓN .....	v
AUTORÍA DE LA TESIS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii

## CAPÍTULO I

1. Problema de Investigación.....	1
1.1. Tema de Investigación.....	1
1.2. Planteamiento del Problema .....	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.2.2. Análisis Crítico .....	3
1.2.3. Prognosis.....	4
1.2.4. Formulación del Problema .....	4
1.2.5. Preguntas directrices. ....	5
1.2.6. Delimitación del Problema.....	5
1.3. Justificación .....	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. General .....	7
1.4.2. Específicos .....	7

## CAPÍTULO II

2. Marco Teórico.....	8
2.1. Antecedentes Investigativos .....	8
2.2. Fundamentación Filosófica.....	9
2.3. Fundamentación Legal .....	9
2.4. Categorías Fundamentales.....	10
2.4.1. Orientador de Tapas. ....	10
2.4.2. Tipo de Orientadores.....	11

2.4.3.	Tapas .....	15
2.4.4.	Sistema de elementos mecánicos .....	20
2.4.5.	Diseño de Elementos Mecánicos .....	21
2.5.	Hipótesis .....	40
2.6.	Señalamiento de variables de la hipótesis .....	41
2.6.1.	Variable Independiente .....	41
2.6.2.	Variable Dependiente.....	41
2.6.3.	Conector .....	41

### CAPÍTULO III

3.	Metodología .....	42
3.1.	Modalidad básica de la investigación .....	42
3.1.1.	Enfoque .....	42
3.1.2.	Modalidad .....	42
3.2.	Nivel o Tipo de Investigación .....	43
3.2.1.	Investigación Exploratoria .....	43
3.2.2.	Investigación Correlacional .....	43
3.2.3.	Investigación Explicativa .....	43
3.2.4.	Investigación Experimental.....	44
3.3.	Población y Muestra .....	44
3.3.1.	Población.....	44
3.3.2.	Muestra.....	44
3.4.	Operacionalización De Variables .....	45
3.4.1.	Variable Independiente .....	45
3.4.2.	Variable Dependiente.....	46
3.5.	Recolección de la Información .....	47
3.6.	Procesamiento de la Información .....	47

### CAPÍTULO IV

4.	Análisis e Interpretación de Resultados .....	48
----	---	----

4.1.	Análisis de resultados.....	48
4.1.1.	Parámetros de Funcionamiento .....	48
4.2.	Interpretación de los Datos .....	49
4.2.1.	Selección de un Modelo Adecuado de Orientadora.....	49
4.2.2.	Selección del Modelo Adecuado de Orientador de Tapas .....	52
4.3.	Verificación de la Hipótesis .....	65

## CAPÍTULO V

5.	Conclusiones y Recomendaciones .....	66
5.1.	Conclusiones.....	66
5.2.	Recomendaciones.....	67

## CAPÍTULO VI

6.	Propuesta.....	68
6.1.	Datos Informativos .....	68
6.1.1.	Título .....	68
6.1.2.	Institución Ejecutora.....	68
6.1.3.	Beneficiarios .....	68
6.1.4.	Ubicación .....	68
6.1.5.	Tiempo Estimado para la Ejecución .....	68
6.1.6.	Equipo Técnico Responsable .....	68
6.1.7.	Costo .....	69
6.2.	Antecedentes de la Propuesta .....	69
6.3.	Justificación .....	69
6.4.	Objetivos.....	70
6.4.1.	Objetivo General .....	70
6.4.2.	Objetivos Específicos.....	70
6.5.	Análisis de Factibilidad .....	70
6.6.	Fundamentación.....	71
6.6.1.	Dimensiones de la Orientadora de Tapas Cinta Pulmón.....	71
6.6.2.	Potencia Requerida para el Funcionamiento de la Banda.....	72

6.6.3.	Características del Material en la Orientadora.....	72
6.6.4.	Características de las tapas a orientar.....	72
6.6.5.	Costo de la Orientadora.....	73
6.6.6.	Mantenimiento .....	74
6.6.7.	Sistemas que constituyen la Máquina Orientadora de Tapas.....	74
6.6.8.	Cálculos.....	75
6.6.9.	Pruebas del Prototipo de Orientadora de Tapas .....	144
6.6.10.	Interpretación de Datos .....	149
6.7.	Metodología, Modelo Operativo .....	149
6.7.1.	Tolvas .....	149
6.7.2.	Estructura .....	152
6.8.	Administración. ....	153
6.9.	Previsión de la evaluación. ....	158
6.9.1.	Conclusiones. ....	158
6.9.2.	Recomendaciones.....	159

## A. ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura. 2.1:</b>	Red de categorías fundamentales .....	10
<b>Figura. 2.2 :</b>	Orientador de Tapas .....	10
<b>Figura. 2.3:</b>	Orientador vibratorio de Tapas .....	12
<b>Figura. 2.4:</b>	Orientador de Tapas Centrífugo.....	13
<b>Figura. 2.5:</b>	Orientador de tapas con cinta pulmón.....	13
<b>Figura. 2.6:</b>	Orientador de tapas de doble alimentación .....	14
<b>Figura. 2.7:</b>	Alimentadores de tapas con elevador magnéticos.....	14
<b>Figura. 2.8:</b>	Tapas de Aluminio .....	15
<b>Figura. 2.9:</b>	Tapas de plástico .....	16
<b>Figura. 2.10:</b>	Tapas para agua sin gas.....	17
<b>Figura. 2.11:</b>	Tapas para botellas no retornables .....	17

<b>Figura. 2.12:</b> Tapas para lácteos .....	18
<b>Figura. 2.13:</b> Tapones de sidra.....	18
<b>Figura. 2.14:</b> Tapas para sidra.....	19
<b>Figura. 2.15:</b> Brazo Robótico en la industria.....	20
<b>Figura. 2.16:</b> Brazo Mecánico .....	21
<b>Figura. 2.17:</b> Fases del proceso de diseño .....	23
<b>Figura. 2.18:</b> Estructura de los sistemas neumáticos .....	26
<b>Figura. 2.19:</b> Estructura de un PLC .....	34
<b>Figura. 2.20:</b> Ejemplo de un sistema de medición.....	36
<b>Figura. 2.21:</b> Elementos de un Sistema de medición.....	37
<b>Figura. 2.22:</b> Ejemplo de un sistema de control de lazo abierto.....	38
<b>Figura. 2.23:</b> Elementos de un sistema de control de lazo cerrado.....	38
<b>Figura. 4.1:</b> Orientador vibratorio de Tapas .....	49
<b>Figura. 4.2:</b> Orientador centrífugo de Tapas.....	50
<b>Figura. 4.3:</b> Orientador de tapas de doble alimentación .....	51
<b>Figura. 6.1:</b> Tolva de alimentación vista Frontal .....	77
<b>Figura. 6.2:</b> Tolva de alimentación vista isométrica.....	77
<b>Figura. 6.3:</b> Cangilón vista isométrica.....	79
<b>Figura. 6.4:</b> banda transportadora vista isométrica.....	80
<b>Figura. 6.5:</b> rodillo motriz vista isométrica .....	81
<b>Figura. 6.6:</b> Diagramas De Tensión.....	91
<b>Figura. 6.7:</b> Diagramas De Tensión.....	93
<b>Figura. 6.8:</b> Diagramas De Tensión.....	94
<b>Figura. 6.9:</b> Diagramas del Sistema de Transmisión .....	99
<b>Figura. 6.10:</b> Diagrama de Cuerpo Libre del Momento Torsor.....	104
<b>Figura. 6.11:</b> Diagrama de Cuerpo libre de la Descomposición de Tensiones en las Bandas .....	105
<b>Figura. 6.12:</b> Diagrama De Cuerpo libre De Fuerzas .....	105
<b>Figura. 6.13:</b> Diagrama de cuerpo Libre de la Descomposición de Tensiones en las Bandas .....	106
<b>Figura. 6.14:</b> Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector De la Descomposición de Tensiones en las Bandas .....	108

<b>Figura. 6.15:</b> Diagrama de cuerpo libre de la Descomposición de Tensiones en las Bandas .....	108
<b>Figura. 6.16:</b> Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de la Descomposición de Tensiones en las Bandas .....	110
<b>Figura. 6.17:</b> Diagrama de cuerpo Libre del Eje Impulsado.....	116
<b>Figura. 6.18:</b> Diagrama de cuerpo Libre del Eje Impulsado.....	118
<b>Figura. 6.19:</b> Prototipo Neumático .....	123
<b>Figura. 6.20:</b> Sistema de Volteo.....	124
<b>Figura. 6.21:</b> Rieles de Almacenamiento de Tapas .....	124
<b>Figura. 6.22:</b> Estructura de la Máquina Orientadora de Tapas .....	125
<b>Figura. 6.23:</b> Representación de la columna.....	126
<b>Figura. 6.24:</b> Diagrama de Cuerpo Libre para Viga .....	129
<b>Figura. 6.25:</b> Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector para las vigas	130
<b>Figura. 6.26:</b> Diagrama de Potencia.....	133
<b>Figura. 6.27:</b> Diagrama de Control .....	138
<b>Figura. 6.28:</b> Diagrama De Flujo .....	142
<b>Figura. 6.29 :</b> Programación del PLC .....	143
<b>Figura. 6.30:</b> Elevación De Tapas Paso 1 .....	144
<b>Figura. 6.31:</b> Elevación de Tapas Paso 2 .....	144
<b>Figura. 6.32:</b> Alineación de Tapas .....	145
<b>Figura. 6.33:</b> Tapas Alineadas .....	145
<b>Figura. 6.34:</b> Puntos de Control para Toma de Datos.....	147
<b>Figura. 6.35:</b> Tolva 1.....	150
<b>Figura. 6.36:</b> Tolva 2.....	150
<b>Figura. 6.37:</b> Banda.....	150
<b>Figura. 6.38:</b> Impulsado .....	151
<b>Figura. 6.39:</b> Impulsor .....	151
<b>Figura. 6.40:</b> Cangilón .....	152
<b>Figura. 6.41:</b> Estructura .....	153

## B. ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1:</b> Simbología de válvulas distribuidoras neumáticas.....	28
<b>Tabla 3.1:</b> Sistema Orientador de Tapas .....	45
<b>Tabla 3.2:</b> Optimizar Tiempos de Producción .....	46
<b>Tabla 4.1:</b> Valores asignados para la tabulación de ponderaciones.....	53
<b>Tabla 4.2:</b> Evaluación del peso específico de cada criterio .....	54
<b>Tabla 4.3:</b> Base Vibratoria Costo Estimado.....	54
<b>Tabla 4.4:</b> Cuba De Orientación Costo Estimado.....	55
<b>Tabla 4.5:</b> Alimentador Costo Estimado.....	55
<b>Tabla 4.6:</b> Orientador Vibratorio Costo Estimado .....	55
<b>Tabla 4.7:</b> Sistema Centrifugador Costo Estimado.....	56
<b>Tabla 4.8:</b> Alimentador Costo Estimado.....	56
<b>Tabla 4.9:</b> Orientador De Tapas Centrífugo Costo Estimado.....	57
<b>Tabla 4.10:</b> Banda Elevadora Costo Estimado .....	57
<b>Tabla 4.11:</b> Sistema Pulmón Costo Estimado.....	58
<b>Tabla 4.12:</b> Orientador De Tapas Con Cinta Y Pulmón Corto Estimado.....	58
<b>Tabla 4.13:</b> Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Costo.....	58
<b>Tabla 4.14:</b> Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Tecnología.....	59
<b>Tabla 4.15:</b> Orientador Vibratorio Dimensiones Estimadas .....	60
<b>Tabla 4.16:</b> Orientador De Tapas Centrífugo Dimensiones Estimadas .....	60
<b>Tabla 4.17:</b> Orientador De Tapas Con Cinta Y Pulmón Dimensiones Estimadas.....	61
<b>Tabla 4.18:</b> Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Espacio .....	61
<b>Tabla 4.19 :</b> Interpretación De Los Tiempos De Tapados.....	62
<b>Tabla 4.20:</b> Comparación Entre Las Distintas Pruebas De Las Boquillas.....	62
<b>Tabla 4.21:</b> Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Número De Tapas....	63
<b>Tabla 4.22:</b> Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Montaje.....	63
<b>Tabla 4.23:</b> resultado de la ponderación .....	64
<b>Tabla 6.1</b> Propiedades Tapas.....	72
<b>Tabla 6.2:</b> Promedio Propiedad Tapas .....	73
<b>Tabla 6.3: dimension</b> de la tolva .....	76
<b>Tabla 6.4 :</b> Valores de $H_0$ .....	83

<b>Tabla 6.5</b> Valores de k .....	84
<b>Tabla 6.6:</b> Valores del Coeficiente “C” (L, longitud de Transporte, en Metros). .....	88
<b>Tabla 6.7:</b> Coeficientes de Fricción en los Rodillos (f) .....	89
<b>Tabla 6.8 :</b> Tiempos Y Orientación Manual .....	146
<b>Tabla 6.9:</b> Tiempo Promedio.....	147
<b>Tabla 6.10:</b> Tiempo y orientación automática .....	148
<b>Tabla 6.11:</b> Materiales Mecánicos .....	154
<b>Tabla 6.12:</b> Materiales Eléctricos.....	156
<b>Tabla 6.13 :</b> Mecánicos + Eléctricos .....	156
<b>Tabla 6.14 :</b> Costos Varios.....	157
<b>Tabla 6.15:</b> Total Suministros.....	157
<b>Tabla 6.16:</b> Costo Total.....	157

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En el proyecto de Investigación “Estudio de un Sistema Orientador De Tapas para determinar tiempos de producción en el proceso de embotellado en el Laboratorio De Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”, se realizó debido a la importancia de implementar un sistema orientador de tapas para determinar tiempos de producción en el proceso de embotellado y a su vez de implementar con elementos prácticos el Laboratorio de Automatización.

En sus inicios se recopiló información básica acerca del proceso de orientación de tapas, los tipos de máquinas orientadoras existentes y las bases teóricas que ayuda a la comprensión del funcionamiento, comportamiento y número de tapas a orientar en un determinado tiempo.

Para seleccionar la máquina adecuada a las necesidades impuestas se realizó las ponderaciones tomando en cuenta las siguientes características: costo, tecnología, espacio, número de tapas, facilidad de manejo y montaje. Finalmente al haber seleccionado la opción acorde a nuestras necesidades se procede a diseñar y seleccionar los elementos que conforman la máquina Orientadora de Tapas.

Para los elementos que conforman la máquina se realizó un esquema del posicionamiento de cada uno de ellos, también se presenta documentación que facilita el procedimiento y selección de los componentes, accesorios, elementos eléctricos etc.

Para las diversas partes que no son basadas en catálogos, se presenta los planos de cada parte fabricada basándose en las normas INEN de dibujo técnico mecánico.

## SUMMARY

In this investigation project “Study of a Guidance System From flaps to determine production time in the bottling process in the Automation and Control Laboratory, Faculty of Civil Engineering and Mechanics, Technical University of Ambato”, it was realized because, the importance of implement a flaps guidance sistem, for determine production times by the bottled procces, by the other hand implement with practical elments the Automatitation Laboratory.

At the beginning it collected basic information about the procces of flaps guidance, the times of guidance machines existing and the teorical bases wich helps at the funtional understanding, behaeviou and flaps number to guide in a determine time.

For choose the properly machine at the needs put in, it realice the ponderation taken care the next charateristics: the cost, tecnology, space, flaps number, user and mounted facility. Finally getting the opcion accordance to ours needs it becomes to desing and choose the elements wich goes with the flaps guidance machine.

For the elements wich conform the machine it realice an overview about the positioning of each one of the elements from itself, too it present documentation that let the process and choose of the component, accessories, electric elements, etc.

For all the parts wich are based on catalogues, it seems its drawings from each part maded base on the INEN rules of technical mechanic drawing.

# CAPÍTULO I

## 1. Problema de Investigación

### 1.1. Tema de Investigación

“Estudio de un sistema orientador de tapas para determinar tiempos de producción en el proceso de embotellado en el Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”

### 1.2. Planteamiento del Problema

#### 1.2.1. Contextualización

La presente investigación se basó en la mejora continua y la educación de calidad para optimizar los recursos de los talleres que posee la universidad, con la innovación tecnológica; encaminado de la mano lo teórico y para hacerlo práctico en nuestra vida laboral.

**Según:** CSI, Closure Systems International, Web (<http://www.csiclosures.com/>), en su propuesta de valor menciona que:

“En América del Norte existen fábricas constructoras de un sinnúmero de maquinaria, entre las cuales están las dosificadoras de tapas, y hacen su operación en diversos tipos de bebidas para el consumo humano, este es el caso de la empresa **CSI North América (Closure Systems International)** Expertos en sistemas de fabricación, distribución de maquinaria para el proceso de envasado orientado de tapas. CSI participa en tres segmentos o divisiones comerciales integradas:”

- Tapas de plástico y aluminio
- Equipamientos para envases
- Servicio Técnico

### **Precisión**

- Diseño comprobado que orienta correctamente las tapas cuyos diámetros exceden el alto.
- Cubierta del contenedor que protege las tapas.
- Las tapas mal orientadas son eliminadas mediante un sensor de aire.
- Velocidad de placa giratoria controlada por un impulsor de velocidad variable que se adapta a la salida de la tapadora.
- Fococélula que mide el volumen de tapas en el contenedor y se desactiva cuando el depósito alimentador está lleno.
- La clasificadora del depósito alimentador SV-21 tiene un sensor adicional que supervisa y regula el nivel de tapas.
- El impulsor de la cinta transportadora del depósito alimentador SV-21 garantiza una distribución continua de tapas al conducto de tapas.

En el Boletín electrónico: Boletín Industrial.com; Inteclac Enterprises inc (<http://www.inteclac.com.mx/somos.html>) ; en quienes somos; habla que:

“En México existen empresas dedicadas a la venta de maquinaria, equipos y asesoría especializada para las industrias lácteas y de bebidas para el consumo humano, este es el caso de Inteclac Enterprises inc. (Ingeniería y tecnología en lácteos) apoya principalmente a la pequeña y mediana empresa. Esta empresa cuenta con 10 años de experiencia en la fabricación de estos equipos y constantemente están innovando en Tecnología, Diseños Prácticos, Manufactura, siempre con la calidad que los distingue.

Inteclac Enterprises es una empresa que se dedica a la fabricación de máquinas orientadoras de tapas con diferentes tipos de sistemas de funcionamiento brindando soluciones reales, colaborando con las empresas en sus proyectos para

lograr un rápido crecimiento. A continuación se realizará una breve explicación del funcionamiento de una máquina orientadora de tapas que fabrica la empresa.”

### **Orientadores de tapas de plástico tipo centrífugos o vibratorios.**

- Para montaje en llenadoras rotativas o lineales.
- De rosca, presión y de presión-rosca, de diversos diámetros.
- Alcanzan velocidades de hasta 200 rpm.
- Sistema de ajuste de altura.
- Sistema de aproximación con desplazamiento horizontal.
- Pedestal y base principal construidos con acero al carbón con acabado anticorrosivo, o con pedestal construido en acero inoxidable tipo 304.
- Foto celda, arrancador y contactor para que el equipo arranque y pare según la cantidad de tapas almacenadas en su carrillera.

En la provincia de Tungurahua, cantón Ambato son pocas las fábricas que utilizan procesos de producción automatizados, las causas principales que imposibilitan que las empresas ejecuten este tipo de implementación es el costo excesivo que tienen los elementos de este sistema. En la Universidad Técnica de Ambato, observando este tipo de problemática en el Laboratorio de Automatización de la carrera de Ingeniería Mecánica cuyo objetivo es el de implementar ciertos prototipos que ayuda como guías técnicas para resolver dicho problema haciendo que los mismos estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en las aulas en el transcurso de su vida estudiantil; desarrollando proyectos de investigación que permitan implementar máquinas que realicen procesos de forma automática.

#### **1.2.2. Análisis Crítico**

En la Universidad Técnica de Ambato el principal inconveniente para que los laboratorios no tengan un avance considerable, es por la carencia de recursos económicos dirigidos a innovaciones tecnológicas.

Al realizar la investigación del presente proyecto se determinó que el sistema orientador de tapas debe disponer de controladores que mejoren el tiempo de producción para que no exista un deficiente desarrollo en el proceso de manufactura y será de gran aporte para el mejoramiento académico, ya que con ello los estudiantes tendrán la posibilidad de comprender el manejo y funcionamiento del equipamiento usado en la industria real, mejorando sus conocimientos que podrán aplicarlos sin contratiempos como herramientas de trabajo.

Es importante que los estudiantes de Ingeniería Mecánica conozcan este tipo de máquinas con las cuales tendrán que trabajar una vez que ingresen al ámbito laboral, así la adaptación al medio será inmediata.

Cabe recalcar que si los laboratorios no poseen esta maquinaria, los tiempos de embotellado serían mayores porque el proceso sería manual.

### **1.2.3. Prognosis**

Al no realizar el estudio del orientador de tapas se estaría negando la oportunidad de implementar con elementos prácticos para que los estudiantes lleven a la par el conocimiento teórico y lo práctico. Por otro lado, no se daría soluciones a los problemas como los retrasos del sistema de producción en serie, y así no se podría agilizar los tiempos de operación y producción.

### **1.2.4. Formulación del Problema**

¿El sistema orientador de tapas permitirá determinar tiempos de producción dentro del proceso de embotellado en el Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad De Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato?

### **1.2.5. Preguntas directrices.**

- ¿Cuáles son los parámetros idóneos que permitirá orientar las tapas en un mismo sentido en el proceso de embotellado?
- ¿Cuáles serán los métodos posibles que se utilizará para realizar prácticas en procesos de clasificado de tapas en un mismo sentido?
- ¿Cuál será el sistema orientador de tapas que se ajuste a las necesidades de la carrera para realizar prácticas de procesos de embotellado en el Laboratorio de Automatización?

### **1.2.6. Delimitación del Problema**

#### **1.2.6.1. Espacial**

El desarrollo e implementación del proyecto se realizó en el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

#### **1.2.6.2. Temporal**

El desarrollo de esta investigación se realizó en el período Marzo 2012 a Marzo de 2013

#### **1.2.6.3. De Contenido**

Campo

- Ingeniería Mecánica.

Área

- Sistema de Control.

Aspecto

- Interés.
- Originalidad
- Factibilidad
- Importancia

### **1.3. Justificación**

La Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en los Laboratorios de Automatización y Control no se encuentran dotados con estas maquinarias, dejando a los docentes y estudiantes sin la posibilidad de fusionar lo teórico y práctico de los procesos industriales para su vida profesional.

El interés en el estudio de este tipo de máquinas ayudará a comprender, lo que es un proceso industrial ya que en nuestra provincia existen varias empresas embotelladoras.

Es beneficioso conocer, por qué las compañías no cuentan con los instrumentos de este tipo ya sea por condiciones como dinero o desconocimiento, pero sería de gran importancia que éstas empresas cuenten con estas herramientas, que sean accesibles y no se tenga que importar.

La maximización de beneficios tanto monetarios como recurso humano, utilizando, profesionales para el manejo de las máquinas y su ejecución sirve para aumentar los recursos de cualquier empresa.

En la actualidad es importante la competitividad en el plano estudiantil y profesional es una de las armas más valiosas para el desarrollo empresarial.

Con la ayuda de los Laboratorios de Control más la investigación será factible alcanzar el objetivo planteado.

Es necesario estudiar este tipo de maquinaria automática, para realizar ensayos en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, además permitirá

adquirir el conocimiento de los procesos a seguir en una fábrica, esto ayudaría a los estudiantes a tomar decisiones correctas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

- Determinar un sistema orientador de tapas que permita establecer tiempos de producción dentro del proceso de embotellado en el Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato

### **1.4.2. Específicos**

- Determinar parámetros de funcionamiento que se debe tener en cuenta para disponer tapas en un mismo sentido.
- Seleccionar el método adecuado y aplicable para dosificar las tapas en el proceso de clasificado.
- Proponer un sistema orientador de tapas que permita realizar prácticas en el laboratorio.

## **CAPÍTULO II**

### **2. Marco Teórico**

#### **2.1. Antecedentes Investigativos**

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó varias investigaciones para verificar la existencia de proyectos similares y es así que dentro de la información recabada en fuentes de información como el internet se encontró lo siguiente:

Universidad Técnica Del Norte, tesis de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas del 2010: Clasificador automático de tapas rosca de plástico para procesos de producción continua, basado en la inspección de defectos superficiales.

El presente trabajo tiene como objetivo construir un clasificador automático de tapas rosca plásticas, para procesos de producción continua basado en la inspección de defectos superficiales para la empresa ECUAinsetec. En base a la utilización de la visión artificial se propuso la inspección de los defectos superficiales en el logotipo de las tapas y en base a los mecanismos conocidos en la industria de alimentadores de tapas se propuso utilizar uno de esos mecanismos además de una banda transportadora y un sistema electroneumático para la inspección de las tapas.

En el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas el año 2008 el Sr. Rogelio Cruz López y el Sr Oscar Salas: “Dispositivo Orientador – Alimentador Automático de Tapas de Rosca”

Este proyecto pretende lograr el diseño y construcción de un orientador automático de tapas de rosca, cuya función será extraer las tapas de un área de

almacenamiento, orientarlas de manera adecuada y entregarlas a un dispositivo en roscador. Se enfocará el uso del proyecto a la industria farmacéutica veterinaria.

## **2.2. Fundamentación Filosófica**

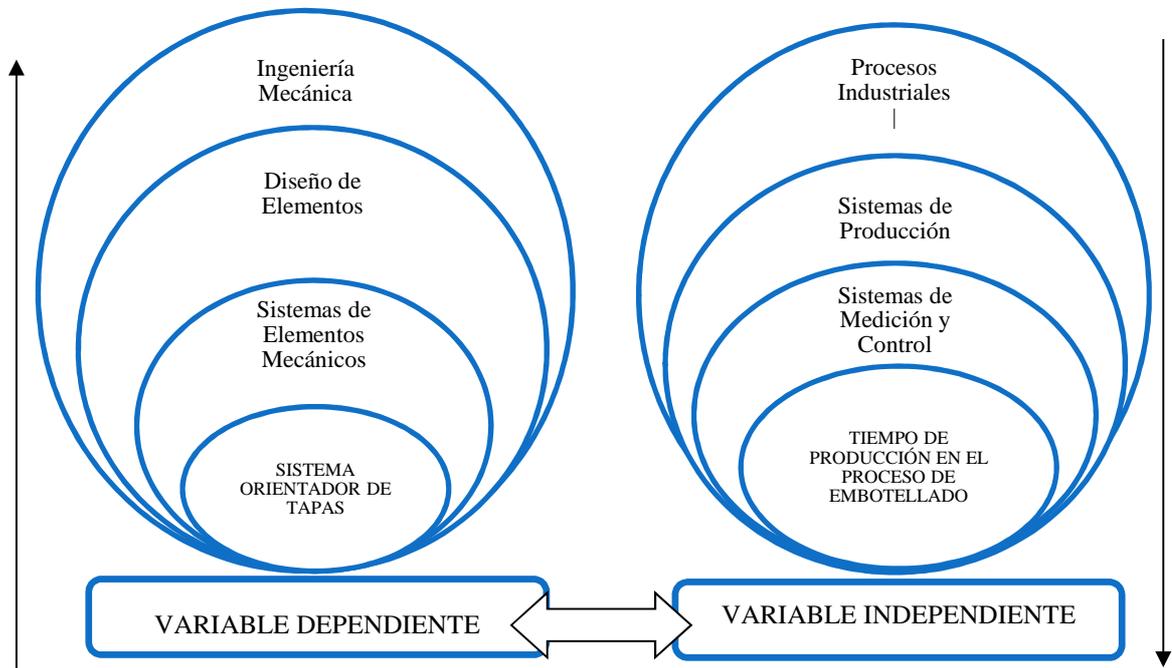
La investigación está guiada bajo el paradigma naturalista, ya que se encuentra orientada hacia el descubrimiento exploratorio, expansionista, descriptivo e inductivo y el análisis de procesos para la resolución del problema, para la selección del sistema adecuado en la orientación de tapas.

## **2.3. Fundamentación Legal**

La investigación que se desarrolló implicó basarse en normas nacionales e internacionales, tales como:

- ISO 6336 VERSUS AGMA 2001 Clasificación de Engranajes.
- American Iron and Steel Institute (AISI). Es una clasificación de aceros y aleaciones de materiales no ferrosos.
- REGLAMENTO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA ALIMENTOS PROCESADOS.  
Art. 5.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN: Literal b
- Norma ISO 286. Para el ajuste de rodamiento
- Norma IEC 61131-3. Estandarización en la programación del Control Industrial.
- Norma NTC 1092. Dispositivos de Control Automático para uso doméstico y análogo. Requisitos particulares para dispositivos de control eléctrico y aparatos electrodomésticos

## 2.4. Categorías Fundamentales



**Figura. 2.1:** Red de categorías fundamentales

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

### 2.4.1. Orientador de Tapas.

Son máquinas utilizadas en las industrias envasadoras de líquidos para colocar las tapas en un mismo sentido y disminuir el tiempo en el envasado de las mismas, sin la utilización de la mano de obra.



**Figura. 2.2 :** Orientador de Tapas

**Fuente:** FOGG, Web (<http://www.foggfiller.com/newspanishsite2/news.html>)

**Modelo:** kkk10/5/07 - Fogg Introduce el Orientador de Tapas Z-24

### 2.4.2. Tipo de Orientadores

Las empresas que fabrican estas máquinas tienen tres formas de orientar tapas como vibratoria, circular y lineal, mecánica, centrífuga o lineal y neumática por soplado. Los diferentes sistemas de las máquinas orientadoras tienen sus ventajas y desventajas

Algo que se debe tomar en cuenta: las dimensiones de las tapas que van a orientar, la forma de las mismas, cantidad de tapas por minuto que se requiere, etc.

Otras cosas que se deben tomar en cuenta para la selección del sistema son:

- Capacidad de la tolva principal.
  - Alimentación de las tapas en el sistema.
  - Peso total de las tapas.
  - Si el sistema será automático o semiautomático.
  - Si podemos combinar dos o más sistemas.
  - Stop de repuestos.
  - Facilidad de mantenimiento.
  - Costo.
- 
- **Orientador Vibratorio de Tapas**

El principio de funcionamiento de un orientador vibratorio es que tiene una base vibrante que mueve una cuba donde las piezas avanzan por pistas con trampas que tienen como objetivo entregar todas las tapas en la misma posición para ser procesadas. El principio de accionamiento es electromagnético.



**Figura. 2.3:** Orientador vibratorio de Tapas

**Fuente:** Lauting Special Automatic Machines. Alimentadores vibratorios.  
Equipos ensambladoras de tapas y productos de packaging para cierre y dispensado  
(<http://www.auting.com/es/transportadores.html>)

- **Orientador de Tapas Centrífugo**

En el sitio Web de Orientech Soluciones en Automatización; Orientadores Centrífugos;(<http://orientech.com/es/nuestros-productos/orientadores-centrifugos/>)  
“Orientadores centrífugos Orientech ha sido diseñada para garantizar una alimentación suave y de alta velocidad de orientación y clasificación de diferentes tipos de piezas.

Los equipos están fabricados sobre un armazón rígido de acero soldado, con un marco recubierto de pintura epóxica y un disco central de polietileno. El tazón, en colado de aluminio, está anodizado para evitar desgaste y tiene una forma curva para permitir diferentes posiciones del disco central maximizando así la eficiencia de alimentación”



**Figura. 2.4:** Orientador de Tapas Centrífugo

**Fuente:** Orientech Soluciones en automatización. Orientadores Centrífugos.

Línea de Producttos(<http://orientech.com/es/nuestros-productos/orientadores-centrifugos/>)

- **Orientador de Tapas con Cinta Pulmón.**

Los pulmones dosificadores se colocan en el inicio de la máquina y es donde se descarga el producto mezclado que se requiere clasificar. Las piezas pueden proceder de una inyección o también puede descargar directamente al pulmón



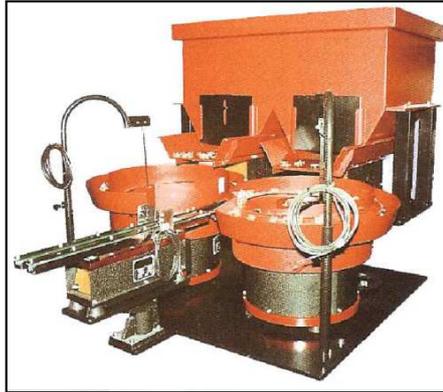
**Figura. 2.5:** Orientador de tapas con cinta pulmón.

**Fuente:** SAPLI Solutions Ingeniería y Procesos industriales, S.L. C/Barcelona,

17-P.I.Mas Aliu 17181 Aiguaviva (Girona), ( <http://www.sapli.com>)

- **Orientador Vibratorio de Doble Alimentación**

Tiene el mismo principio que un vibratorio simple; la diferencia de este Tipo de orientador es que posee doble tolva independiente y se lo ocupa para productos de que tengan dos tapas



**Figura. 2.6:** Orientador de tapas de doble alimentación

**Fuente:** SAPLI Solutions Ingeniería y Procesos industriales

S.L. C/Barcelona, 17-P.I.Mas Aliu 17181 Aiguaviva (Girona),( <http://www.sapli.com>)

- **Alimentadores de Tapas con Elevador Magnéticos**

Estos sistemas de alimentación de tapas son ideales para velocidades de línea de hasta 800 tapas por minuto, solo se ocupan para tapas metálicas.



**Figura. 2.7:** Alimentadores de tapas con elevador magnéticos

**Fuente:** Silgan White Europe/Asia. Alimentador de Tapas.

**Modelo:** Elevador Magnético

Silgan White Cap, tipo MF

([http://www.silganclosures.com/silgan/servlet/pages/silgan/products\\_es/cap\\_feeder\\_mf.html](http://www.silganclosures.com/silgan/servlet/pages/silgan/products_es/cap_feeder_mf.html))

### 2.4.3. Tapas

Las tapas y accesorios para el cierre, hoy en día hacen mucho más que proteger los productos acondicionados. Es una parte esencial en el proceso de envasado de bebidas, las mismas que presentan una gran variedad de modelos y formas.

#### 2.4.3.1. Materiales de las Tapas

Los materiales de las tapas son de dos materiales básicos los cuales son plásticos y aluminio las cuales varían de acuerdo al material de la botella a la que se incorpora la tapa.

- **Aluminio**

Las tapas de aluminio para botellas poseen aluminio de baja densidad que es sólo 1/3 de acero, ligero y fácil de procesar.

Las tapas de aluminio para botellas, pueden fácilmente adoptar diferentes y complejas formas con una gran resistencia de corrosión y oxidación.

Adicionalmente, son productos que se caracterizan por su aislamiento superior, resistencia a la luz, y retención de aroma.

Por otra parte, la impresión es un proceso sencillo, son insípidas, inodoras y reciclables para refundición y no generan polución



**Figura. 2.8:** Tapas de Aluminio

**Fuente:** Roll-on pilfer proof caps, Bangalore

- **Plástico**

En la actualidad, las tapas de plástico para botellas ligeras y delgadas, de apertura fácil son el principal producto empleado en el empaque de bebidas.

No solo proveen facilidades a los clientes, sino también acelera el desarrollo de la industria de producción de bebidas. Actualmente, se emplea tapas de plástico en reemplazo de las tapas de aluminio en el empaque de sus bebidas en botellas PET, lo que ha impulsado el uso y consumo de las tapas de plástico para el empaque de bebidas en botellas.



**Figura. 2.9:** Tapas de plástico

**Fuente:** Adriplast. Fabricación de Embaces y Accesorios Plásticos.

**Tipo:** Tapas, Tapones, Insertos Goteros (<http://www.adriplast.com.ar/page05.htm>)

#### 2.4.3.2. Tipos de Tapas

- **Tapas Roscadas**

Tapa protectora higiénica para botes de bebidas y similares, del tipo constituido por un platillo de plástico flexible dotado de una aleta periférica y que se monta a presión en la boca del envase.

- **Tapas 30/25 para Agua sin Gas**

Para aplicarse sobre golletes de PET. Tienen un sello integrado que es hermético hasta 4 bars. Construcción ultraligera con ó sin grabado. Características organolépticas sobresalientes.



**Figura. 2.10:** Tapas para agua sin gas

**Fuente:** Agrupo alucaps.división Plástica

**Tipo:** TAPAS 30/25 PARA AGUA SIN GAS

[http://alucapsgroup.com/tapa\\_plastica\\_seguridad.php](http://alucapsgroup.com/tapa_plastica_seguridad.php)

- **Tapas para Botellas no Retornables**

Son de PET Gollete PCO. Tienen banda de garantía enteramente desprendible de 360°. Diseño de una sola pieza sin línea para agua no carbonatada con o sin adición de nitrógeno, con sello hermético hasta 3 bars código: M28MTA



**Figura. 2.11:** Tapas para botellas no retornables

**Fuente:** Agrupo alucaps.división Plástica. Recuperada de

**Código:** M28MTA

- **Tapas para Lácteos y Bebidas**

Aplican sobre envases de PAD o PVC. El sello integral permite un resello después de la primera apertura por parte del usuario final. Construcción ligera con o sin grabado.



**Figura. 2.12:** Tapas para lácteos

División Plástica de Seguridad;

([http://alucapsgroup.com/tapa\\_plastica\\_seguridad.php](http://alucapsgroup.com/tapa_plastica_seguridad.php))

- **Tapones de Sidra**

El dispositivo de garantía no es integral, sino sobrepuesto por el embotellador. Construcción muy robusta para contener la fermentación del producto y dar sello hermético.



**Figura. 2.13:** Tapones de sidra

**Fuente:** Agrupo alucaps.división Plástica.

División de Plástica, Tapas plásticas de Seguridad

[http://alucapsgroup.com/tapa\\_plastica\\_seguridad.php](http://alucapsgroup.com/tapa_plastica_seguridad.php)

Las tapas aplicadas sobre el gollete tienen un vertedero dosificador. Una sobre tapa embisagrada sirve de sello. La bisagra permite un número elevado de ciclos de apertura. Se ensamblan en el mismo molde, sin manipulación.



**Figura. 2.14:** Tapas para sidra

**Fuente:** Agrupo alucaps.división Plástica.

Departamento de Inyección, Industria Alimentaria

([http://alucapsgroup.com/tapa\\_plastica\\_seguridad.php](http://alucapsgroup.com/tapa_plastica_seguridad.php))

- **Tapas Plásticas Double-Lok XT para Bebidas Carbonatadas**

Para los embotelladores de gaseosas, tapas plásticas como la XT están específicamente diseñadas para maximizar la retención de CO<sub>2</sub> y la frescura del producto bajo extremas condiciones cíclicas de temperatura.

Condiciones extremas necesitan de un packaging extremo. Es por eso que Alcoa CSI desarrolló la tapa Double-Lok XT. Está específicamente diseñada para botellas de gaseosas PET para maximizar la performance de retención de CO<sub>2</sub> y la frescura del producto bajo cualquier condición climática.

Las investigaciones de Alcoa CSI muestran que botellas PET llenas pueden estar sujetas a ciclos de temperatura extremos desde 4°C hasta 60°C.

Estas condiciones pueden causar contracción del material, lo que puede resultar en una brecha entre el cuello de la botella y la tapa. El resultado: pérdida de carbonatación y frescura del producto.

La tapa Double-Lok XT mejora técnicamente el sello y maximiza la frescura del producto en condiciones en las que altas temperaturas pueden causar pérdidas en el canal de distribución.

La aplicación y los equipos de capsulamiento de Alcoa CSI brindan a los embotelladores la mejor performance de sellado de la industria bajo temperaturas extremas.

#### **2.4.4. Sistema de elementos mecánicos**

Los sistemas mecánicos son aquellos sistemas constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos que tienen como función específica transformar el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.



**Figura. 2.15:** Brazo Robótico en la industria.

**Fuente:** Revista Somos Mecatrónica, Año 1, No. 1, Mayo 2009, Edición Digital

##### **2.4.4.1. Características de los Sistemas Mecánicos**

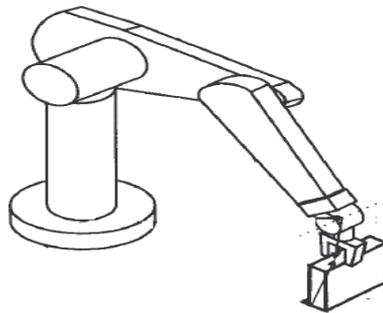
Se caracterizan por presentar elementos sólidos, con el objeto de realizar movimientos por acción de una fuerza. En ocasiones, pueden asociarse con sistemas eléctricos y producir movimiento a partir de un motor accionado por la energía eléctrica.

La mayoría de sistemas mecánicos son propulsados por motores de combustión interna, además utilizan diferentes elementos para transmitir movimiento y dirección. La dirección puede ser circular o lineal, también tienen una intensidad. En algunos casos es necesario cambiar la dirección y aumentar la intensidad para un mejor desarrollo.

#### **2.4.4.2. Mecanismo**

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento en un patrón deseable, y por lo general desarrolla fuerzas muy bajas y transmite poca potencia.

Una máquina, en general, contiene mecanismos que están diseñados para producir y transmitir fuerzas significativas. Un mecanismo es un sistema de elementos acomodados para transmitir el movimiento de una forma predeterminada.



**Figura. 2.16:** Brazo Mecánico

**Fuente:** Barrientos, A. & otros. (2007) Fundamentos de Robótica, McGraw-Hill

#### **2.4.5. Diseño de Elementos Mecánicos**

##### **Diseño**

El diseño es un proceso innovador y altamente iterativo. También es un proceso de toma de decisiones. El diseño es una actividad de intensa comunicación en la cual se usan tanto palabras como imágenes y se emplean las formas escritas y orales.

Los ingenieros deben comunicarse en forma eficaz y trabajar con gente de muchas disciplinas. Éstas son habilidades importantes y el éxito de un ingeniero depende de ella.

#### **2.4.5.1. Diseño en Ingeniería Mecánica**

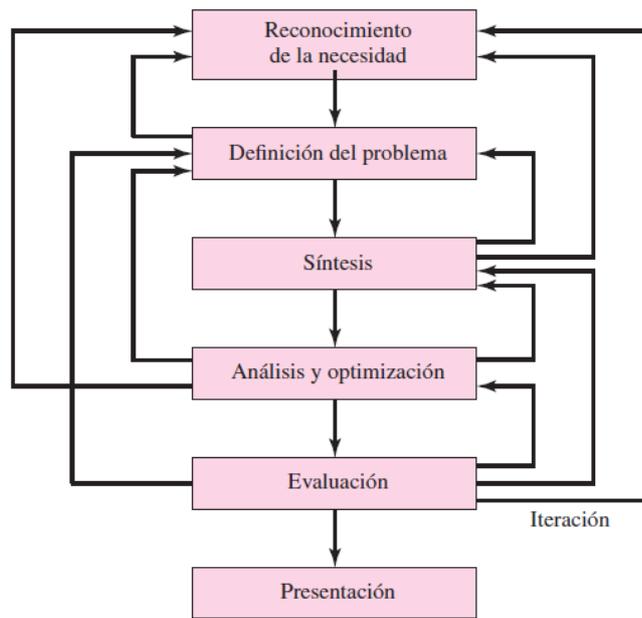
Según: Budynas, R. G. & Nisbett, J. K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, México, Mc Graw Hill: “Se relaciona con la producción y el procesamiento de energía y con el suministro de los medios de producción.

Las bases de su conocimiento son extensas entre las disciplinas se encuentran la mecánica de sólidos, de fluidos, la transferencia de masa y momento, los procesos de manufactura y la teoría eléctrica y de la información.

El diseño en la ingeniería mecánica se involucra en todas las áreas que componen esta disciplina.”

#### **2.4.5.2. Fases e Interacciones del Proceso de Diseño**

¿Qué es el proceso de diseño?, ¿Cómo comienza? El ingeniero simplemente se sienta en la silla de su escritorio con una hoja de papel en blanco y anota algunas ideas: ¿Qué sucede después? ¿Qué factores influyen o controlan las decisiones que deben tomarse? Por último, ¿Cómo termina el Proceso de diseño? El proceso se puede describir como se muestra en la **Figura. 2.17**



**Figura. 2.17:** Fases del proceso de diseño

**Fuente:** Budynas, R. G. & Nisbett, J. K. (2008).

Un proceso de diseño empieza con la identificación de una necesidad y con frecuencia constituye un acto creativo que tal vez sea una vaga inconformidad, de que algo no está bien. A menudo la necesidad no es del todo evidente; el reconocimiento se acciona por una circunstancia adversa particular o por un conjunto de circunstancias aleatorias que se originan casi de manera simultánea.

### 2.4.5.3. Consideraciones en el Diseño

Según Mecánica de Shigley, “En un elemento la resistencia es un factor importante para determinar su geometría y dimensiones por esta razón la resistencia es un factor muy importante del diseño. Cuando se va a diseñar algún elemento se debe tener en cuenta muchas características y entre las más importantes se pueden mencionar los siguientes:

- Funcionalidad
- Resistencia/Esfuerzo
- Distorsión/deflexión/rigidez
- Desgaste

- Corrosión
- Seguridad
- Confiabilidad
- Utilidad
- Costo
- Fricción
- Peso
- Mantenimiento
- Volumen
- Tamaño
- Control

#### 2.4.5.4. Producción de Prototipos

Según: Hobart, Washington, EE.UU. (Artículos de la Base) July 16, (2008).

Recuperado de <http://www.articlesbase.com/art-articles/el-prototipo-de-desarrollo-y-diseo-de-prototipos-485632.html>

- **El Diseño:** Es el proceso mediante el cual se diseñó un producto por adelantado antes de la producción real. El diseño ayudará a innovar, cambiar, modificar e inventar. El diseño implica el proceso de generación de la idea, la conceptualización y diseño real de desarrollo.
- **Prototipos:** Es un proceso en el que un trabajo, modelo o prototipo se desarrolla con el fin de probar los diversos aspectos de diseño como las características, las ideas, la viabilidad, funcionalidad, rendimiento y producción.

Los prototipos ayudarán a obtener de una forma rápida los comentarios de los usuarios. El prototipo se considera un elemento esencial del proceso de diseño en un sistema.

Los nuevos prototipos se desarrollan sobre la base del rendimiento de diseños anteriores. Las deficiencias o problemas en los diseños anteriores pueden ser detectados y corregidos. El prototipo es rediseñado después del perfeccionamiento con éxito y cumple con los objetivos de diseño como la funcionalidad, fabricación, rendimiento y robustez. Después de esto, el producto se puede elaborar fácilmente”.

#### **2.4.5.5. Neumática**

La neumática es la ciencia que estudia el aire comprimido sus diversas aplicaciones. Hoy en día se la utiliza en la industria en diferentes actividades como pueden ser ensamblado de piezas, empaquetado, elaboración de piezas, etc.

#### **2.4.5.6. Aire Neumático.**

El aire neumático que se utiliza para las diferentes aplicaciones en la industria tiene las siguientes características:

- Debe ser seco y sin contaminantes.
- Debe ser limpio lo que se consigue con filtro de hasta 40 micras.
- El aire comprimido para su utilización no sobrepasa los 10 bar y en uso general entre 6 a 8 bar

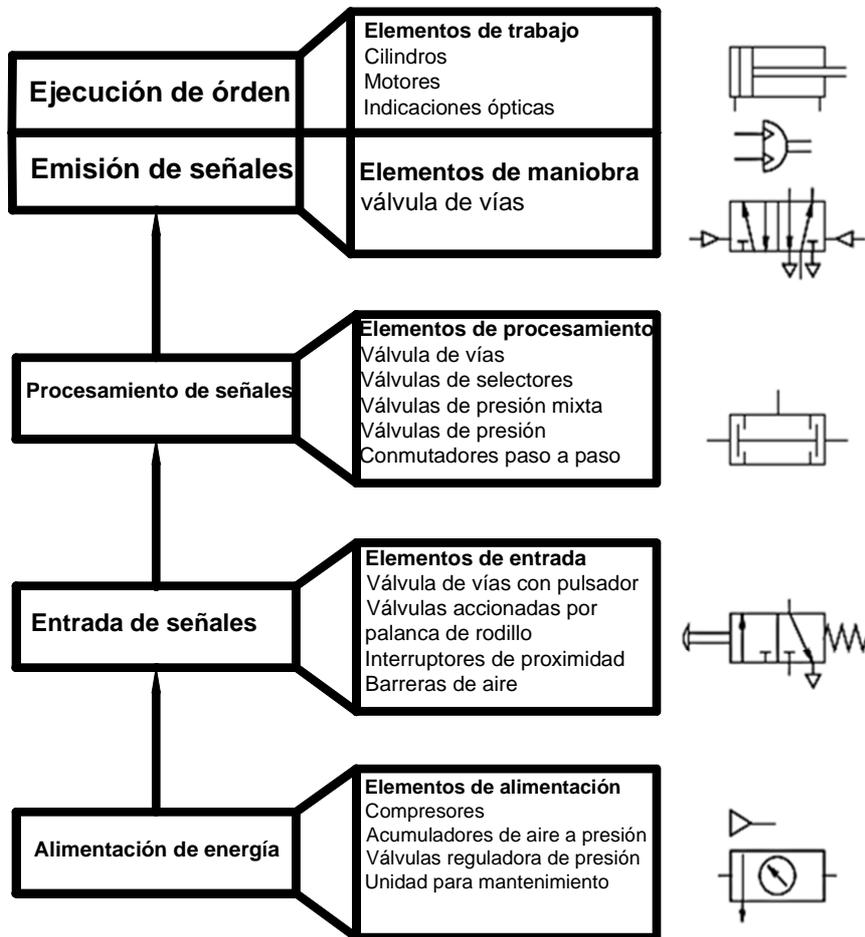
El uso en la industria y la tecnología son diversos:

- Maquinaria para industria: plástica, alimentos, petrolera, textil, bebidas, agrícola, etc.
- Equipamiento para robótica y manipulación automatizada.
- Accionamiento de válvulas y control de compuertas.
- Equipo para montaje industrial.

### 2.4.5.7. Sistema Neumáticos.

Según: ROLDAN, J. (2001). “Prontuario de neumática industrial” Paraninfo S.A.  
 “Consideramos a un sistema como neumático cuando su funcionamiento es en base a aire comprimido es decir a presión superior a la atmosférica”.

El circuito neumático está compuesto por una fuente de alimentación llamada compresor del cual se obtiene el aire comprimido, el cual se almacena en un receptor, del cual se conduce por medio de válvulas a los actuadores como pueden ser cilindros.”



**Figura. 2.18:** Estructura de los sistemas neumáticos

**Fuente:** FESTO. Fundamentos de Neumática.

#### **2.4.5.8. Actuadores.**

Según: BOLTON W. Mecatrónica: Sistemas de Control electrónico en la Ingeniería Mecánica y Electrónica. Alfaomega Segunda Edición. México 2006. “Son elementos de sistemas de control que transforman la salida de un microcontrolador en una acción de control para una máquina o dispositivo. Por ejemplo algunas aplicaciones de los actuadores se ven si es necesario transformar la salida eléctrica del controlador en un movimiento lineal que realiza el desplazamiento de una carga o en la acción que controle líquido que entra y circula en una tubería.”

- **Actuadores y Neumáticos**

Según: CREUS A. Neumática e hidráulica. Alfaomega. Primera Edición. México 2007. Pág. 10.

“Los sistemas neumáticos se complementan con los electrónicos para obtener un alto grado de sofisticación y flexibilidad. Utilizan válvula de control, señales de realimentación finales de carrera, etc. PLC (Programmable Logic Controller) les permite programar la lógica de funcionamiento de un cilindro o un conjunto para realizar una tarea específica”.

#### **2.4.5.9. Elementos Neumáticos de Movimiento Rectilíneo.**

Tenemos los cilindros neumáticos que generan movimiento rectilíneo con elementos mecánicos combinados con accionamientos eléctricos supone un gasto considerable.

#### **2.4.5.10. Válvulas Neumáticas.**

Las válvulas neumáticas o distribuidoras cumplen con la función de distribuir el aire comprimido hacia varias vías en el arranque, la parada y el cambio de sentido del movimiento del pistón dentro del cilindro.

En cuanto a la simbología de estas válvulas se ocupa la norma DÍN-ISO 1219 (International Standard Organization) y CETOP (Comité Europeo de Transmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas).

#### 2.4.5.11. Tipificación Según Vías/ Posiciones: Válvulas X/Y

X: Significa el número de vías o tomas de interconexión hacia la alimentación de la presión, salidas y escapes, así como: 2, 3, 4 o 5.

Y: Representa la cantidad de posiciones del distribuidor, así: 2 o 3

**Tabla 2.1:** Simbología de válvulas distribuidoras neumáticas.

ISO 1219 Alfabética	CETOP Numérica	Función
P	1	Conexión del aire comprimido (alimentación)
A, B, C	2, 4, 6	Tuberías o vías de trabajo
R, S, T	3, 5, 7	Orificios de purga o escape
X, Y, Z	12, 14, 16	Tuberías de control, pilotaje o accionamiento
L	9	Fuga

**Fuente:** CABRERA Santiago, Guía de módulo Neumática y Oleo hidráulica. 2010

**VÁLVULA NORMAL CERRADA:** No permite el paso del aire en posición de reposo. Si se excita (acciona), permite circular el aire comprimido.

**VÁLVULA NORMAL ABIERTA:** En reposo el paso del aire está libre y al excitarla (accionarla) se cierra.

**POSICIÓN DE PARTIDA:**

Según: CREUS A. Neumática e Hidráulica, Alfaomega. Primera Edición, México. Pág. 52. “Movimiento de las partes móviles de una válvula al estar montada en un equipo y alimentarla a la presión de la red neumática.”

## **Selección de Válvulas.**

Para seleccionar una válvula se toma en cuenta los siguientes factores:

- Número de vías, en función del dispositivo actuador demandado:
  - Cilindro simple efecto (Válvula 3/2)
  - Cilindro doble efecto (Válvula 4/2, 5/3, 5/2)
  
- Número de posiciones, en función de las condiciones operativas del circuito
  - Cilindro doble efecto con parada intermedia (Válvula 2/2)
  - Cilindro doble efecto sin parada intermedia (Válvula 5/2)
  - Cilindro doble efecto con parada intermedia (Válvula 5/3)
  
- Tipo de mando, según la naturaleza de la señal que entra :
  - Musculares (De pie o mano)
  - Mecánico
  - Neumáticos y eléctricos
  
- Tamaño de la válvula, según el caudal de aire comprimido :
  - Velocidad de actuadores
  - Presión de trabajo.

## **Automatización**

La historia de la automatización industrial está caracterizada por períodos de constantes innovaciones tecnológicas. Esto se debe a que las técnicas de automatización están muy ligadas a los sucesos económicos mundiales.

El uso de robots industriales junto con los sistemas de diseño asistidos por computadora. (CAD), y los sistemas de fabricación asistidos por computadora (CAM), son la última tendencia. Estas tecnologías conducen a la automatización industrial a otra transición, de alcances aún desconocidos.

Aunque el crecimiento del mercado de la industria robotizada ha sido lento en comparación con los primeros años de la década de los 80's, de acuerdo a algunas predicciones, esta industria está en su infancia. Ya sea que éstas predicciones se realicen completamente, o no, es claro que esta rama de la automatización, en una forma o en otra, permanecerá.

En la actualidad el uso de los robots industriales está concentrado en operaciones muy simples, como tareas repetitivas que requieren de precisión. Se refleja el hecho de que en los 80's las tareas relativamente simples como las máquinas de transferencia de materiales, pintado automatizado y soldadura son económicamente viables para ser robotizadas.

Los análisis de mercado en cuanto a fabricación predicen que en ésta década y en las posteriores los robots industriales incrementarán su campo de aplicación, esto debido a los avances tecnológicos en sensores, los cuales permitirán realizar tareas más sofisticadas como el ensamble de materiales.

La automatización y la robótica son dos tecnologías estrechamente relacionadas. En un contexto industrial se puede definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos-eléctricos basados en computadoras para la operación y control de la producción. En consecuencia la robótica es una forma de automatización industrial.

Hay tres clases muy amplias de automatización industrial: automatización fija, automatización programable, y automatización flexible.

La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

Por su parte la automatización flexible es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada.

Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

- **Tipos de Automatización**

Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema más adecuado.

Los tipos de automatización son:

- ❖ Control Automático de Procesos
- ❖ El Procesamiento Electrónico de Datos
- ❖ La Automatización Fija
- ❖ El Control Numérico Computarizado
- ❖ La Automatización Flexible.

Según: Universidad Nacional Abierta a Distancia, Control Numérico Computarizado, Tipos de Automatización:

“El Control Automático de Procesos, se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un ejemplo de esto podría ser el proceso de refinación de petróleo.

El Proceso Electrónico de Datos frecuentemente es relacionado con los sistemas de información, centros de cómputo, etc. Sin embargo en la actualidad también se considera dentro de esto la obtención, análisis y registros de datos a través de interfaces y computadores.

La Automatización Fija, es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación, tal es el caso de los Controladores Lógicos Programables (PLC's)”

#### **2.4.5.12. Controladores Lógicos Programables (PLC's)**

Según: IEE Paraguay Rama estudiantil de la UCSA, Concepto PLC (Controlador Lógico Programable), (<http://ramaucsa.wordpress.com/2011/01/31/concepto-plc-controlador-logico-programable/>). “Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales

Los PLC's sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento, y con un microprocesador integrado, corre el programa, se tiene que saber que hay infinitudes de tipos de PLC. Los cuales tienen diferentes propiedades, que ayudan a facilitar ciertas tareas para las cuales se los diseñan.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere

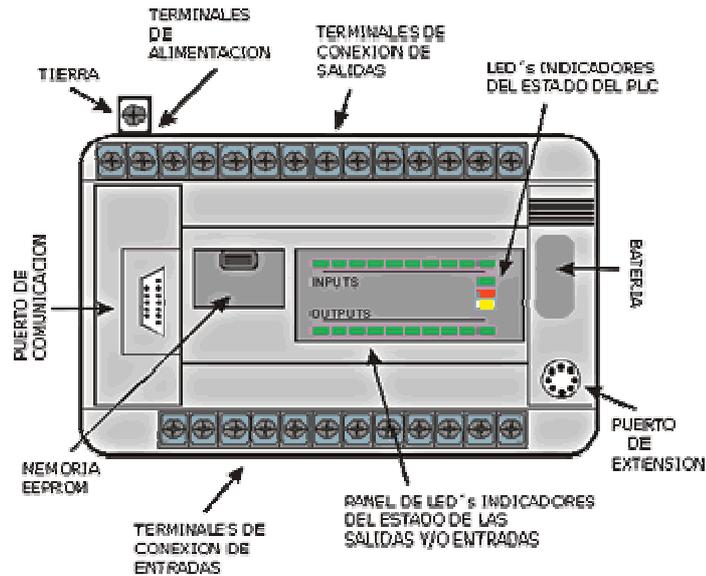
secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación.

Un PLC es un equipo comúnmente utilizado en maquinarias industriales de fabricación de plástico, en máquinas de embalajes, entre otras; en fin, son posibles de encontrar en todas aquellas maquinarias que necesitan controlar procesos secuenciales, así como también, en aquellas que realizan maniobras de instalación, señalización y control.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los pre-accionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo.

Sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLC's, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y adiestrados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento.”



**Figura. 2.19:** Estructura de un PLC

**Fuente:** “Estudio Del Proceso De Inyección De Plástico En Moldes Pequeños Para Mejorar El Tiempo De Operación En La Empresa Halley Corporación Ubicada En La Parroquia Montalvo Cantón Ambato” Año 2011

#### 2.4.5.13. Sistemas de Producción

Según: Universidad Técnica de Oruro, Lección 8, El Sistema de Producción, Mar 08,2011(<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:V-pbVgcUbEYJ:www.docentes.fcefa.edu.bo/joviedob/wp-content/uploads/sites/53/13/09/LECC.-8-EL-SISTEMA-DE-PRODUCCION-2677.doc+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>):

“Se define como la administración de operaciones, como la administración de los sistemas productivos o sistemas de transformación, que son los que convierten los insumos en bienes o servicios. Los insumos para el sistema son: energía, materiales, mano de obra, capital e información.

Estos se convierten en bienes o servicios mediante la tecnología del proceso. Las operaciones de cada tipo de industria varían dependiendo del ramo, al igual que sus insumos.

De esta definición se desprenden algunas conclusiones o consecuencias:

Para conocer un sistema de producción, se debería partir de la observación de sus componentes: las actividades que allí se realizan, los medios y recursos con que cuenta, las cantidades y características de las personas que en él viven o trabajan etc. Como en el sistema hay organización y hay relaciones, se debería además tratar de entender las propiedades o proporciones en que estos componentes están presentes; el rol o función que cada uno cumple y las interacciones que suceden entre los componentes.

Por ejemplo, cómo se distribuye la mano de obra entre los diferentes rubros y actividades del predio; cómo se distribuyen los ingresos entre consumo, producción y ahorro; cómo la producción de un rubro contribuye a la generación de productos para el autoconsumo y para la venta, etc.

Finalmente, se necesitará comprender la dinámica del sistema de producción, es decir, su comportamiento a través del tiempo. Por ejemplo, cómo se distribuye la mano de obra a través del año; cuáles son los meses de mayor actividad y cuáles los de mayor escasez.

Un sistema de producción proporciona una estructura que facilita la descripción y la ejecución de un proceso de búsqueda.

Un sistema de producción consiste de: un conjunto de facilidades para la definición de reglas. Mecanismos para acceder a una o más bases de conocimientos y datos. Una estrategia de control que especifica el orden en el que las reglas son procesadas, y la forma de resolver los conflictos que pueden aparecer cuando varias reglas coinciden simultáneamente. Un mecanismo que se encarga de ir aplicando las reglas. Antecedentes y evolución histórica de la teoría de la producción.”

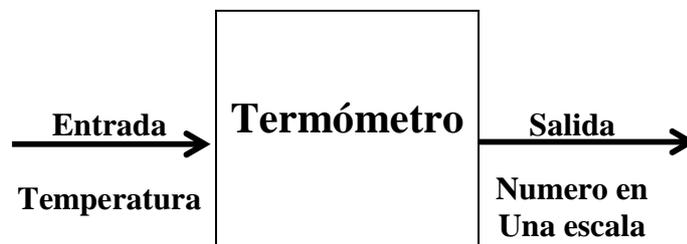
#### 2.4.5.14. Sistemas de Medición y Control

W. Bolton, ISBN: 8426713157, Editorial Alfaomega, 2da Edición, 2001, 538 Páginas 90:

Desde el punto de vista de la teoría de control, un sistema o proceso está formado por un conjunto de elementos relacionados entre sí que ofrecen señales de salida en función de señales o datos de entrada. Es importante resaltar el hecho de que no es necesario conocer el funcionamiento interno, o cómo actúan entre sí los diversos elementos, para caracterizar el sistema. Para ello, sólo se precisa conocer la relación que existe entre la entrada y la salida del proceso que realiza el mismo (principio de caja negra). El aspecto más importante de un sistema es el conocimiento de su dinámica, es decir, cómo se comporta la señal de salida frente a una variación de la señal de entrada. Un conocimiento preciso de la relación entrada/salida permite predecir la respuesta del sistema y seleccionar la acción de control adecuada para mejorarla. De esta manera, el diseñador, conociendo cuál es la dinámica deseada, ajustará la acción de control para conseguir el objetivo final.

En vista de todo lo expuesto, se puede definir un sistema de control como el conjunto de elementos que interactúan para conseguir que la salida de un proceso se comporte tal y como se desea, mediante una acción de control.

Un sistema de medición se podría considerar como una caja negra que se utiliza para medir. Su magnitud es la entrada que se desea medir y su salida es el valor correspondiente a dicha magnitud.

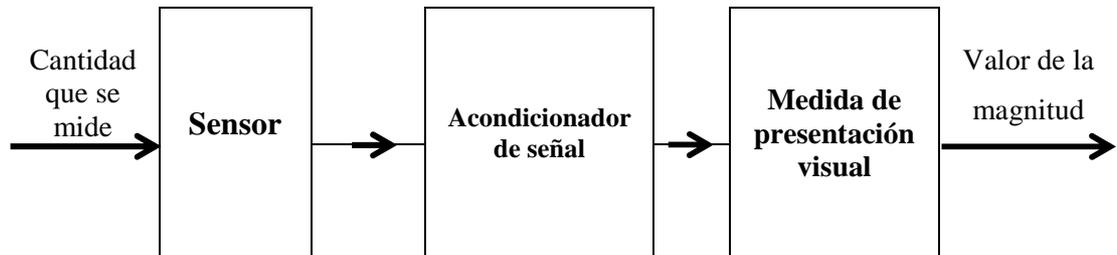


**Figura. 2.20:** Ejemplo de un sistema de medición

**Fuente:** W. Bolton, ISBN: 8426713157, Editorial Alfaomega, 2da Edición, 2001.

- **Elementos de un Sistema de Medición**

En general se puede decirse que los sistemas de medición están conformados por tres elementos como se puede visualizar en la **Figura. 2.21**



**Figura. 2.21:** Elementos de un Sistema de medición

**Fuente:** W. Bolton, ISBN: 8426713157, Editorial Alfaomega, 2da Edición, 2001.

Un sensor, el cual responde a la cantidad que se mide, dando como salida una señal relacionada con dicha cantidad. Un termopar es un ejemplo de sensor de temperatura. Su entrada es una temperatura y su salida es una f.e.m. (fuerza electromotriz), el cual se relaciona con el valor de la temperatura respectiva.

Un acondicionador de señal, el cual toma la señal del sensor y la manipula para convertirla a una forma adecuada para su presentación visual o, como en el caso de un sistema de control, para que ejerza una acción de control. Por ejemplo, la salida que produce un termopar es una f.e.m. tan pequeña, que debe alimentarse a través de un amplificador para obtener una señal mayor. El amplificador es el acondicionador de la señal.

Un sistema de presentación visual (pantalla o display), es donde se despliega la salida producida por el acondicionador de señal. Por ejemplo, una aguja que se mueve a través de una escala, o bien una lectura digital.

- **Sistemas de Control Lazo Abierto**

Los sistemas en lazo abierto tienen la ventaja de ser relativamente sencillos, por lo que su costo es bajo y en general su confiabilidad es buena. Sin embargo, con frecuencia son imprecisos ya que no hay corrección de errores.



**Figura. 2.22:** Ejemplo de un sistema de control de lazo abierto

**Fuente:** W. BOLTON, Mecatrónica, Editorial Alfaomega, 2da. Edición

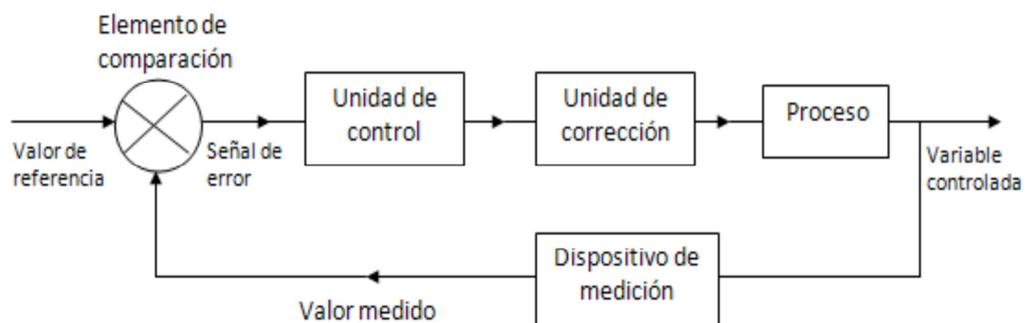
### Sistemas de Control Lazo Cerrado

Los Sistemas de control de lazo cerrado tienen la ventaja de ser precisos para igualar el valor real y deseado. Pero, son más complejos, por lo tanto, más costosos y con mayor probabilidad de daños debido a la mayor cantidad de componentes.

- **Elementos Básicos de un Sistema de Control en Lazo Cerrado**

En la

**Figura. 2.23** se presenta una configuración general de un sistema básico en lazo cerrado



**Figura. 2.23:** Elementos de un sistema de control de lazo cerrado

**Fuente:** W. BOLTON, Mecatrónica, Editorial Alfa omega, 2da. Edición

- **Elemento de Comparación**

Según W. BOLTON “Compara el valor deseado o de referencia de la condición variable que se controla con el valor medido de lo que se produce y genera una señal de error. Se le puede considerar como un sumador que añade la señal de referencia, positiva, a la señal del valor medido, que en este caso es negativa:

Señal de error = señal del valor de referencia - señal del valor medido

En general, el símbolo utilizado para representar un elemento en el que se suman las señales es un círculo dividido; cada entrada va a un segmento. Como todas las entradas se suman, la entrada de la retroalimentación se indica como negativa y la señal de referencia como positiva, de manera que la suma da la diferencia entre las señales.

Un ciclo cerrado es el medio por el cual una señal relacionada con la condición real producida se retroalimenta para modificar la señal de entrada de un proceso. Se dice que la retroalimentación es una retroalimentación negativa cuando la señal que se retroalimenta se resta al valor de entrada. Para controlar un sistema se requiere la retroalimentación negativa. La retroalimentación positiva se presenta cuando la retroalimentación de la señal se suma a la señal de entrada.”

- **Elemento de Control**

Según: W. BOLTON. ”En cuanto recibe una señal de error, el elemento de control decide qué acción llevar a cabo. Podría tratarse, por ejemplo, de una señal para accionar un interruptor o abrir una válvula.

El plan de control que aplica el elemento podría consistir en entregar una señal que encienda o apague un dispositivo al producirse un error, como en el caso del termostato de una habitación; o quizá una señal que abra o cierre proporcionalmente una válvula, de acuerdo con la magnitud del error.

Las acciones de control pueden ser alambrados, en cuyo lapso la acción de control se define de manera permanente por la conexión entre los elementos; o bien, pueden ser sistemas programables, donde el algoritmo de control se almacena en una unidad de memoria y se puede modificar con una reprogramación.

- **Elemento de Corrección**

Según W. BOLTON “El elemento de corrección produce un cambio en el proceso a fin de corregir o modificar la condición controlada. Puede ser un interruptor que enciende un calentador para aumentar la temperatura de un proceso, o una válvula que al abrirse permite la entrada de un mayor volumen de líquido al proceso.

El término actuador designa al elemento de una unidad de corrección que proporciona la energía para realizar la acción de control.”

- **Elemento de Proceso**

El elemento de proceso es aquello que se está controlando. Puede tratarse de la habitación de una casa cuya temperatura se controla, o bien de un tanque con agua cuyo nivel se controla.

- **Elemento de Medición**

Según W. BOLTON. “El elemento de medición produce una señal relacionada con el estado de la variable del proceso que se controla. Podría tratarse de un interruptor que se enciende cuando se alcanza determinada posición, o bien de un termopar que produce una f.e.m. relacionada con la temperatura. ”

## **2.5. Hipótesis**

¿Un prototipo orientador de tapas plásticas mejorará el proceso de envasado en el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica?

## **2.6. Señalamiento de variables de la hipótesis**

### **2.6.1. Variable Independiente**

Prototipo orientador de tapas

### **2.6.2. Variable Dependiente**

Proceso de envasado.

### **2.6.3. Conector**

Mejorá

## **CAPÍTULO III**

### **3. Metodología**

#### **3.1. Modalidad básica de la investigación**

##### **3.1.1. Enfoque**

El enfoque de la investigación será cualitativo y cuantitativo porque se realizó comparaciones con los diferentes sistemas orientadores ya existentes en el mercado y también se guiará la investigación en catálogos verificando su buen funcionamiento, para saber cuál es el más idóneo en la investigación.

Y cuantitativo porque se va a tabular tiempos en el que se va a orientar un número determinado de tapas mejorando así la producción dentro del proceso de embotellado.

##### **3.1.2. Modalidad**

Para el presente proyecto se utilizó la investigación aplicada ya que con sus resultados se logró resolver la problemática existente con el proceso de embotellado, mejorando así tiempos de sellado.

###### **3.1.2.1. Investigación Bibliográfica**

Profundizar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre la aplicación en orientadores de tapas (modelos) basándose en documentos (fuentes primarias), o en libros, revistas y otras publicaciones (fuentes secundarias).

### **3.1.2.2. Investigación de Campo**

Es importante porque se obtuvo información de los procesos en prototipos de orientadores de tapas en los cuales se realizó la identificación la eficiencia de cada uno de los procesos

## **3.2. Nivel o Tipo de Investigación**

Para el presente trabajo de investigación, se ha referido a los siguientes:

### **3.2.1. Investigación Exploratoria**

Permitió el planteamiento del problema, a fin de tener una idea precisa de lo que se estudió, por tanto vino a constituirse en un soporte para el cabal conocimiento del problema y al diseño de la propuesta.

Se la utilizó porque permitió un contacto y familiarización con la realidad estudiada, con los datos y elementos de juicio obtenidos, se pudo plantear problemas o formular la hipótesis de investigación además de planificarlas con un mayor rigor científico ajustado a la realidad imperante.

### **3.2.2. Investigación Correlacional**

Por medio de esta se midió el grado de relación que existe entre dos o más variables, examinando asociaciones, donde el cambio en una variable influye directamente en el cambio de la otra.

### **3.2.3. Investigación Explicativa**

Esta investigación permitió dar capacidad de análisis, síntesis e interpretación, en este problema específico orientado a identificar el modelo más viable para la implementación de un orientador de tapas.

### **3.2.4. Investigación Experimental**

Es indispensable puesto que en el desarrollo del trabajo se analizó y evaluó los datos experimentales como (velocidad, número de tapas, capacidad de la tolva, etc.), de los distintos prototipos para la selección del modelo más adecuado.

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

Para la población se tomó en consideración el número de botellas etiquetadas ya que ese sistema es el de mayor producción en el prototipo de embotellado del Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

#### **3.3.2. Muestra**

Mediante una guía de observación se tomará el tiempo aproximado en que se demora en colocar las tapas en la posición adecuada, en un minuto, en una hora y en un día de trabajo (8 horas).

### 3.4. Operacionalización De Variables

#### 3.4.1. Variable Independiente

Tabla 3.1: Sistema Orientador de Tapas

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS BASICOS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>ORIENTADOR DE TAPAS :</b> Es un sistema destinado a ubicar las tapas de manera adecuada , es decir en un mismo sentido de tal forma que facilite el taponado o sellado de botellas y el proceso sea más rápido y seguro</p>	<p>Sistema de tapas</p>	<p>¿Dimensión de la tapa en el proceso de embotellado?</p> <p>¿Producción necesaria en el proceso de embotellado?</p>	<p>diámetro de base diámetro de cabeza altura peso</p> <p>número de tapas por minuto</p>	<p>Observación Directa</p> <p>Bibliografía Observación Directa</p>
	<p>Sistema de Orientación de tapas</p>	<p>¿Qué tipos de orientador se puede utilizar en el proceso de embotellado?</p>	<p>Mecánico Neumático Manual</p>	<p>Bibliografía Observación directa</p>

Fuente: El Autor (Israel Cuesta)

### 3.4.2. Variable Dependiente

**Tabla 3.2:** Optimizar Tiempos de Producción

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
DETERMINAR TIEMPOS DE PRODUCCIÓN: Es establecer el tiempo en una actividad, analizando el proceso de producción máximo que puede alcanzarse, para mejorar se vale del tipo de control, maquinaria, personal , etc.	Tiempo de actividad  Control de producción	¿Tiempo de orientación manual?  ¿Tiempo de orientación Automática?	Qué Procesos es el adecuado en el sistema de clasificación de tapas	Bibliografía Observación  Guía de Observación.  Guía de Observación Entrevistas
		Manuales Automático	Tipo de control para la producción	

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

### **3.5. Recolección de la Información**

Debido a que el presente proyecto de investigación se basa en el mejor sistema de orientación de tapas y mejorar tiempos de producción la investigación se fundamenta en la utilización de libros como: Ingeniería de control moderno, Diseño en Ingeniería Mecánica, libros de Mecatrónica, la utilización de catálogos, basándose también en la utilización de páginas web. Cabe recalcar que se realizó la observación directa por medio de videos del funcionamiento en las empresas embotelladoras que ocupa este tipo de máquinas orientadoras de tapas.

La información se recolectó mediante diferentes fuentes aplicadas a determinar parámetros de funcionamiento.

1. Tamaño de la tolva.- Se tomó del catálogo “Alimentadores Vibratorios”
2. Velocidad.- Se tomó del catálogo “Alimentadores y Posicionadores de piezas”
3. Selección del sistema.- Se lo realizó en base a videos ilustrativos y ejemplificados.

### **3.6. Procesamiento de la Información**

- Análisis de la información seleccionada.
- Presentación de los parámetros requeridos para determinar la orientación de las tapas.
- Describir los datos obtenidos para tabular con las especificaciones correspondientes.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. Análisis e Interpretación de Resultados**

#### **4.1. Análisis de resultados.**

Para tener una visión de la realidad de la máquina orientadora de tapas, se realizó un análisis de la información de la investigación bibliográfica la cual permitió llegar a tres alternativas principales las cuales se analizaron de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Costo
- Tecnología
- Espacio
- Cantidad de tapas
- Manejo

##### **4.1.1. Parámetros de Funcionamiento**

La orientadora de tapas que se seleccionó debe cumplir con los requerimientos del prototipo y los parámetros necesarios para cumplir con el proceso de embotellado para obtener un producto de calidad, a la vez ajustándose a los parámetros de diseño y funcionales.

###### **4.1.1.1. Parámetros de Diseño**

Este parámetro parte de las especificaciones y de los requerimientos necesarios por parte del prototipo de embotelladora del Laboratorio de Automatización. La máquina seleccionada debe manejarse bajo los siguientes parámetros:

- Tener una capacidad de producción de aproximadamente: 20 botellas/min.

- La máquina debe orientar tapas plásticas para envases de medio litro.

## **Parámetros Funcionales**

La Orientadora de tapas que se escogió debe cumplir con los requerimientos establecidos como; trabajo continuo, velocidad acorde con los equipos previos a la orientadora; Comprensible en su manejo y mantenimiento.

## **4.2. Interpretación de los Datos**

### **4.2.1. Selección de un Modelo Adecuado de Orientadora**

#### **4.2.1.1. Alternativas para una Orientadora de Tapas**

En una primera selección hemos determinado los principales orientadores de tapas para el problema, los cuales son:

#### **A. Orientador Vibratorio de Tapas**



**Figura. 4.1:** Orientador vibratorio de Tapas

**Fuente:** Orientech Automation Solutions.

Alimentadores Vibratorios, Vibratory Feeders, Applications, (<http://orientech.com/our-products/vibratory-feeders/>)

## Ventajas

- Alta eficiencia
- De fácil manejo, puede ser controlado por una sola persona.
- Puede orientar distintos tipos de objetos.
- Alimentación continua de las tapas.
- Posee trabas que orientan correctamente el sentido de las tapas

## Desventajas

- Requiere de gran espacio para su montaje.
- Posee un mecanismo interno muy complejo.
- Costo elevado debido al mecanismo que posee.
- Requiere de un alimentador
- Genera un ruido constante
- Mantenimiento realizado solo por expertos

## B. Orientador de Tapas Centrífugo



**Figura. 4.2:** Orientador centrífugo de Tapas

**Fuente:** Orientech Soluciones en automatización. Orientadores Centrifugos. Velocidad y Flexibilidad Máxima

(<http://orientech.com/es/nuestros-productos/orientadores-centrifugos/>)

## Ventajas

- ✓ Orienta con una velocidad elevada
- ✓ Se puede controlar los niveles de velocidad en el disco giratorio
- ✓ El operador no requiere de mucha experiencia
- ✓ Costo no muy elevado
- ✓ La vida útil del mecanismo es alto debido a que no está sujeto a golpes.
- ✓ No causa demasiado ruido

## Desventajas

- ✓ Requiere de gran espacio
- ✓ Requiere de un alimentador para elevar las tapas hacia la tolva
- ✓ Para el montaje y mantenimiento se necesita de personal capacitado
- ✓ Necesita de dispositivos adicionales para la orientación de tapas

## C. Orientador de tapas con cinta pulmón



**Figura. 4.3:** Orientador de tapas de doble alimentación

**Fuente:** SAPLI SOLUTIONS, S.L. 2013, Maquinaria y Equipos, Alimentadores y Orientadores (<http://www.sapli.com/ES/1684/máquinaria-y-equipos/alimentadores/-orientadores.html>)

## **Ventajas**

- Costo bajo
- Posee un mecanismo interno simple
- Espacio acorde con el material a orientar, en este caso al tratarse de tapas es pequeño
- Posibilidad de regular la velocidad de orientación
- De fácil manejo.

## **Desventajas**

- La alimentación de las tapas no es constante.
- Necesita de dispositivos adicionales para la orientación de tapas.
- Montaje y mantenimiento requiere de personal calificado.

### **4.2.2. Selección del Modelo Adecuado de Orientador de Tapas**

RIBA R. CARLES (2002), Diseño Concurrente, Univ. Politèc. de Catalunya, (226 páginas); Para seleccionar el modelo adecuado hemos tomado el método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados.

#### **Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados**

Este método ayuda a encontrar una posible solución en base a tablas que sin la necesidad de evaluar los parámetros de cada propiedad, y sin tener que estimar numéricamente el peso de cada criterio, permite obtener resultados globales suficientemente significativos.

Los criterios seleccionados se confortan entre ellos, para realizar las tablas se asignan la siguiente escala de valores.

**Tabla 4.1:** Valores asignados para la tabulación de ponderaciones

- 1 Si el criterio de las filas es superior que el de las columnas.
- 0,5 Si el criterio de las filas es equivalente al de las columnas
- 0 si el criterio de las filas es inferior que el de las columnas

**Fuente:** RIBA R. CARLES (2002), Diseño Concurrente.

Luego, para cada criterio, se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios al que se le añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio.

Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio.

### **Características**

Tomamos en cuenta para la evaluación los criterios más representativos que son los siguientes:

- ❖ **Costo:** puesto que la máquina a diseñarse debe tener un costo moderado e inferior al costo de adquisición de la misma por importación.
- ❖ **Tecnología:** la máquina a seleccionar debe tener componentes tecnológicos ya que la misma va a ser usada por los estudiantes en el laboratorio de automatización y control
- ❖ **Espacio:** debe ser manejable ya que dicha máquina estará ubicada en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
- ❖ **Número de tapas:** el número de tapas que oriente por minuto debe ser igual o mayor al requerido en el prototipo de embotelladora ya que de esto dependerá el funcionamiento de la máquina

- ❖ **Manejo:** Debe ser de fácil manejo y didáctica ya que va a ser usada por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

**Tabla 4.2:** Evaluación del peso específico de cada criterio

Costo > Tecnología > Espacio = Número de tapas > Manejo							
Criterio	Costo	Tecnología	Espacio	Número de tapas	Manejo	$\Sigma + 1$	Ponderado
Costo		1	1	1	1	5	0,33
Tecnología	0		1	1	1	4	0,27
Espacio	0	0		0,5	1	2,5	0,17
Número de tapas	0	0	0,5		1	2,5	0,17
Manejo	0	0	0	0		1	0,07
<b>SUMA TOTAL</b>						<b>15</b>	<b>1,00</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Costo:** el costo dependerá de los equipos y mecanismos que tenga cada uno de los orientadores

**Mod. A (Orientador vibratorio de tapas)** los equipos y mecanismos que forman parte de este modelo son los siguientes base vibratoria, cuba de orientación y alimentador

**Base vibratoria:** de los elementos que se indican en el anexo **A.1** los más importantes son:

**Tabla 4.3:** Base Vibratoria Costo Estimado

Elemento	Elaboración	Costo (\$)	Cantidad (u)	Total (\$)
Cruceta	Maquinado	300	1	300
Electro imán	Compra	60	2	120
resorte de acero	compra	10	8	80
base	fundida	90	1	90
<b>suma total</b>				<b>590</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Cuba de Orientación:** está conformada por rieles de orientación y obstáculos mecánicos como se muestra en el Anexo A 2

**Tabla 4.4:** Cuba De Orientación Costo Estimado

Elemento	Elaboración	Costo (\$)	Cantidad (u)	Total (\$)
tolva	Repujado	100	1	100
rieles	Maquinadas	50	1	50
trabas	Maquinadas	10	4	40
			<b>suma total</b>	<b>190</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Alimentador:** Está conformado por una tolva.

**Tabla 4.5:** Alimentador Costo Estimado

Elemento	Elaboración	Costo (\$)	Cantidad (u)	Total (\$)
tolva	Repujado	100	1	100
pedestal	máquinadas	150	1	150
			<b>suma total</b>	<b>250</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Total:** para obtener el precio estimado del costo sumamos los totales de todas las partes de la máquina

**Tabla 4.6:** Orientador Vibratorio Costo Estimado

	Valor \$
Base Vibratoria	590
Cuba De Orientación	190
Alimentador	250
<b>Total</b>	<b>1030</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Mod. B (Orientador de tapas centrífugo):** los equipos y mecanismos que forman parte de este modelo son los siguientes; sistemas centrifugadores y alimentador:

**Sistema centrifugador:** Consta de los elementos que se indican en el Anexo A 3

**Tabla 4.7:** Sistema Centrifugador Costo Estimado

Elemento	Elaboración	Costo (\$)	Cantidad (u)	Total (\$)
Motor	Compra	200	2	400
Moto reductor	Compra	150	2	300
Base	Máquinada	50	1	50
Soportes laterales	Máquinada	30	3	90
Eje perforado	Máquinada	50	1	50
Base giratoria	Máquinada	60	1	60
Soporte disco	Máquinada	50	1	50
Disco giratorio	Máquinada	50	1	50
Cono	Máquinada	60	1	60
Carcasa	Máquinada	80	1	80
Anillo de soporte	Máquinada	50	2	100
Apoyo carcasa	Máquinada	60	1	60
Ejes	Máquinada	30	3	90
			suma total	1440

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Alimentador:** Está conformado por una tolva

**Tabla 4.8:** Alimentador Costo Estimado

Elemento	Elaboración	Costo (\$)	Cantidad (u)	Total (\$)
tolva	repujado	100	1	100
pedestal	Maquinadas	150	1	150
			suma total	250

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Total:** Para obtener el precio estimado sumamos los totales de todas las partes de la máquina.

**Tabla 4.9:** Orientador De Tapas Centrífugo Costo Estimado

	Valor \$
Sistema centrifugador	1460
Alimentador	250
<b>Total</b>	<b>1710</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Mod. C (Orientador de Tapas con Cinta y Pulmón)** los equipos y mecanismos que forman parte de este modelo son los siguientes: banda elevadora, sistema pulmón.

**Banda Elevadora:** los elementos de se indican en el Anexo A 4 los más importantes son:

**Tabla 4.10:** Banda Elevadora Costo Estimado

Elemento	Elaboración	Costo (\$)	Cantidad (u)	Total (\$)
Tolva	Repujado	100	1	100
Banda trasportadora	Compra	200	1	200
Cangilones	Maquinadas	1	50	50
Base banda	Maquinadas	100	1	100
Rodillos banda	Maquinadas	60	2	120
Motor	Compra	200	1	200
			<b>suma total</b>	<b>770</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Sistema Pulmón:** Está conformado por los siguientes componentes:

**Tabla 4.11:** Sistema Pulmón Costo Estimado

Elemento	Elaboración	Costo (\$)	Cantidad (u)	Total (\$)
Mangueras	Compra	5	20	100
Unidad de mantenimiento	Compra	50	1	50
Electroválvula	Compra	150	1	150
			suma total	300

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Total:** Para obtener el precio estimado sumamos los totales de todas las partes de la máquina.

**Tabla 4.12:** Orientador De Tapas Con Cinta Y Pulmón Corto Estimado

	Valor \$
Banda elevadora	800
Sistema pulmón	300
<b>Total</b>	<b>1100</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Tabla 4.13:** Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Costo

Mod. A =Mod. C > Mod. B					
Costo	Mod. A	Mod. B	Mod. C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Mod. A		1	0,5	2,5	0,42
Mod. B	0		0	1	0,17
Mod. C	0,5	1		2,5	0,42
<b>SUMA TOTAL</b>				6	1

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Tecnología:** La tecnología de cada uno de los sistemas dependerá de los equipos que forman parte de los mismos:

**Mod. A (Orientador Vibratorio de Tapas)** Este modelo para orientar la tapa usa obstáculos mecánicos. Por lo que no necesita sensores para determinar la posición de las tapas. La tecnología usada para esta máquina es el sistema de encendido y un variador de amperaje para los electroimanes.

**Mod. B (Orientador de Tapas Centrífugo):** En este tipo de máquinas las tapas pasan de la tolva a las rieles de almacenamiento por fuerza centrífuga, para verificar que estén en la posición correcta el sistema necesita de un sensor de posición. Para que la velocidad de los motores sea constante se necesita variadores de frecuencia, la tecnología usada para esta máquina está en el encendido y en el censado de posición de las tapas.

**Mod. C (Orientador de Tapas con Cinta y Pulmón)** La tecnología para el funcionamiento de este sistema está en el encendido, en la variación de la velocidad del motor con variador de frecuencia. La orientación depende del pulmón por lo que usa sensores de proximidad para las tapas y electroválvulas para el accionamiento del pulmón.

**Tabla 4.14:** Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Tecnología

Mod. C = Mod. B > Mod. A					
Tecnología	Mod. A	Mod. B	Mod. C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Mod. A		0	0	1	0,17
Mod. B	1		0,5	2,5	0,42
Mod. C	1	0,5		2,5	0,42
<b>SUMA TOTAL</b>				6	1

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Espacio:** El espacio que ocupa cada sistema depende del número de tapas y de las dimensiones del mecanismo.

**Mod. A (Orientador Vibratorio de Tapas)** las dimensiones corresponden al Anexo A.5 Considerando las dimensiones del alimentador tenemos:

**Tabla 4.15:** Orientador Vibratorio Dimensiones Estimadas

Elementos	Diámetro (mm)	Altura (mm)
Base vibratoria	492	300
Cuba de Orientación	900	265
Alimentador	1000	1000
<b>Total</b>	<b>1900</b>	<b>1565</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Mod. B (Orientador de Tapas Centrífugo):** Para las dimensiones de este sistema nos basamos en el Anexo A.6 y también consideramos las dimensiones del alimentador.

**Tabla 4.16:** Orientador De Tapas Centrífugo Dimensiones Estimadas

Elementos	Diámetro (mm)	Altura (mm)
Sistema centrifugador	1021	638
Alimentador	1000	1000
<b>Total</b>	<b>2021</b>	<b>1638</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Mod. C (Orientador de Tapas con Cinta y Pulmón)** las dimensiones se tomaron del Anexo A.7

**Tabla 4.17:** Orientador De Tapas Con Cinta Y Pulmón Dimensiones Estimadas

Elementos	Ancho (mm)	Altura (mm)	Profundidad (mm)
Banda Elevadora	220	2000	1500
Sistema Pulmón	40	60	30
<b>Total</b>	<b>260</b>	<b>2060</b>	<b>1530</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Tabla 4.18:** Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Espacio

Mod. C > Mod. B = Mod. A					
Espacio	Mod. A	Mod. B	Mod. C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Mod. A		0,5	0	1,5	0,25
Mod. B	0,5		0	1,5	0,25
Mod. C	1	1		3	0,50
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>6</b>	<b>1</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Número de Tapas:** el número de tapas depende de la producción de la selladora y sistema de dosificación.

**Sistema de Sellado:** EL tiempo en sellar dos botellas es 6.81 seg.

**Tabla 4.19 :** Interpretación De Los Tiempos De Tapados.

INTERPRETACIÓN DE LOS TIEMPOS DE TAPADOS					
Métodos de sellado	Tiempo de llenado en segundos	Tiempo de manipulación	Tiempo total de proceso	Número de botellas	Producción Botellas/h
Manual	8.38	4	12.38	1	290
Sistema Programado	1.81	5	6.81	2	1057

**Fuente:** Sailema Sailema, E. (2013) “La lógica de control industrial y su influencia en la productividad del proceso de sellado de botellas aplicable en los laboratorios de la facultad de ingeniería civil y mecánica” (Tesis de tercer nivel) Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador.

Por lo que en un minuto se podría llenar 18 botellas aproximadamente.

**Sistema de Dosificación:** tiempo en el dosificado es 9.84 seg en dos botellas.

**Tabla 4.20:** Comparación Entre Las Distintas Pruebas De Las Boquillas

COMPARACIÓN ENTRE LAS DISTINTAS PRUEBAS DE LAS BOQUILLAS							
Tipo de Boquilla	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Tiempo de Llenado (s)	Tiempo de manipulación	Tiempo Total del Proceso (s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Producción botellas/h	
Surtidores de agua	500	22.68	5	27.68	0.000022	130	
Llave de agua	500	2.77	8	10.77	0.000181	334	
Sistema hidroneumático boquilla de 6.35mm	Apertura: 1/4	500x2	8.87	5	13.87	0.000113	519
	Apertura: 1/2	500x2	4.84	5	9.84	0.000207	731

**Fuente:** Sarzosa Viera, P .E.( 2013) “Estudio de un sistema de dosificación de líquidos aplicable en el laboratorio de sistemas de medición y control industrial para controlar el proceso de llenado de botellas” (Tesis de tercer nivel). Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador.

El número de botellas por minuto es de 12.

Al comparar la producción de los dos sistemas tomamos la mayor que es de 18 botellas por minuto.

Las tres alternativas orientan entre 80 y 120 tapas por minuto por lo que todas superan lo requerido.

**Tabla 4.21:** Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Número De Tapas

Mod. A = Mod. B = Mod. C					
Número de tapas	Mod. A	Mod. B	Mod. C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Mod. A		0,5	0,5	2	0,33
Mod. B	0,5		0,5	2	0,33
Mod. C	0,5	0,5		2	0,33
<b>SUMA TOTAL</b>				6	1

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Manejo: en cada sistema existe una botonera con su respectiva señalética de funcionamiento

**Tabla 4.22:** Evaluación Del Peso Específico Del Criterio Montaje

Mod. A = Mod. B = Mod. C					
Manejo	Mod. A	Mod. B	Mod. C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Mod. A		0,5	0,5	2	0,33
Mod. B	0,5		0,5	2	0,33
Mod. C	0,5	0,5		2	0,33
<b>SUMA TOTAL</b>				6	1

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Con los valores obtenidos en las tablas anteriores se realiza el análisis para encontrar el sistema acorde a las necesidades.

**Tabla 4.23:** resultado de la ponderación

Alternativas	Costo	Tecnología	Espacio	Número de tapas	Manejo	$\Sigma$	Perspectivas
Mod. A	0,14	0,04	0,04	0,06	0,02	0,30	2
Mod. B	0,06	0,11	0,04	0,06	0,02	0,29	3
Mod. C	0,14	0,11	0,08	0,06	0,02	0,41	1

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Realizando el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados, tenemos que la solución más viable para el presente estudio es la alternativa C, por tener el valor más alto.

- **Descripción de la Alternativa Seleccionada.**

Banda elevadora y Sistema Pulmón. La banda debe elevar tapas a cualquier altura y además levantar el número requerido de tapas en los cangilones, el ángulo de inclinación de la banda puede variar según las indicaciones de la persona que lo maneje.

La tolva posee una gran cantidad de almacenamiento esto ayuda al trabajo continuo sin que el operario tenga que llenar la tolva periódicamente

El tamaño y forma de la tolva permite almacenar objetos de diferente configuración.

Las dimensiones de la tolva van acorde a los requerimientos de trabajo que se explica en las tablas 4.19 y 4.20.

La tolva está ubicada en un lugar específico y estratégico a la altura del suelo para poder colocar las tapas de una forma más adecuada.

El pulmón es muy versátil en su ubicación ya que se puede colocar a continuación de la tolva, detrás de la banda perforada o en el lugar más apto para realizar el trabajo.

El desempeño del pulmón es eliminar las tapas que no se encuentran en la posición correcta para su almacenamiento, por lo cual es adecuado ubicarlo en un lugar que permita que las tapas que no se encuentran en la posición correcta regresen a la tolva.

Para el montaje del pulmón se requiere una instalación neumática.

Los materiales de fabricación deben ser resistentes a la corrosión para que no contaminen las tapas al contacto con ellas.

#### **4.3. Verificación de la Hipótesis**

La verificación de la hipótesis se basa en la selección que se realizaba mediante ponderaciones lo cual dio como resultado el modelo C (Orientador de Tapas con Cinta y Pulmón) debido a que se ajusta a las necesidades requeridas.

Mediante el prototipo de orientador de tapas plásticas se disminuirá el tiempo de manipulación en el proceso sellado. Lo cual reduciría el tiempo total de envasado acercándose al tiempo de etiquetado.

## CAPÍTULO V

### 5. Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- Mediante los parámetros establecidos en el capítulo 4: subíndice 4.2.1.1. se pudo seleccionar el Modelo de orientadora de tapas la misma que sirvió para fabricar el prototipo.
- Al realizar el análisis mediante ponderaciones se seleccionó la orientadora de tapas C (Orientador de Tapas con Cinta y Pulmón) la cual cumple con todos los parámetros exigidos: fácil fabricación, costo accesible, parámetros de trabajo, tecnología, manejo y ocupación de poco espacio físico.
- Para la selección de la orientadora de tapas uno de los aspectos importantes fue el material y las dimensiones de las que están hechas las tapas ya que esto nos direcciona a los parámetros de diseño del orientador, los mismos que deben cumplir con lo establecido en los ponderados.
- Para el sistema eléctrico, de potencia y de control se seleccionó equipos que se disponen en el laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

## 5.2. Recomendaciones.

- Al seleccionar la alternativa se debe tener en cuenta varios aspectos importantes entre ellos la velocidad con la que trabaja el resto de elementos que intervienen en el proceso de embotellado.
- Para los materiales que intervienen en la fabricación del prototipo se debe tener en cuenta los existentes en el mercado nacional, ya que esto facilita la construcción de nuestro prototipo de orientadora de tapas cinta pulmón; para el prototipo de embotelladora que se implementa en el Laboratorio de Automatización y Control de la Universidad Técnica de Ambato.
- Tener en cuenta el tipo de material y dimensiones de las cuales están hechas las tapas que se colocarán en la máquina orientadora de tapas ya que si no son las correctas podría generar daños en la máquina y pérdida de producción y lectura errónea de datos.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. Propuesta**

#### **6.1. Datos Informativos**

##### **6.1.1. Título**

Diseño y construcción de un sistema orientador de tapas automatizado para el proceso de embotellado en el laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

##### **6.1.2. Institución Ejecutora.**

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

##### **6.1.3. Beneficiarios**

Laboratorio de Automatización de la Carrera de Ingeniería Mecánica.  
Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

##### **6.1.4. Ubicación**

Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato.

##### **6.1.5. Tiempo Estimado para la Ejecución**

Inicio: Marzo del 2012

Fin: Marzo del 2014

##### **6.1.6. Equipo Técnico Responsable**

Cuesta Chávez Israel Ladislao, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

### **6.1.7. Costo**

El diseño y construcción de la máquina orientadora tiene un costo de 1100 dólares.

## **6.2. Antecedentes de la Propuesta**

Para complementar el prototipo de embotelladora que funcionará en el laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, y de acuerdo a la investigación realizada se establece la necesidad de implementar un sistema orientador de tapas debidamente automatizado, que colaborará en la eficiencia del proceso de embotellado.

Al carecer de una investigación previa y de la construcción de una máquina orientadora de tapas en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, se realizó el análisis de ponderados, obteniendo la mejor opción entre diversos modelos de sistemas orientadores de tapas existentes en el mercado, se seleccionó el sistema orientador con Cinta Pulmón, tomando en cuenta los criterios más representativos de la orientadora como son: Costo, Tecnología Espacio, Número de tapas y Manejo.

## **6.3. Justificación**

En la producción de bebidas para el consumo humano, es de vital importancia mantener la higiene y el menor contacto posible entre las personas que trabajan en las diferentes fábricas embotelladoras y el producto final, garantizando su calidad y prestigio.

Al construir una orientadora de tapas cuyo funcionamiento neumático permite colocar las tapas de forma establecida sobre una banda que las transportar hacia el proceso de sellado, garantiza el mínimo contacto entre el operario y las tapas.

Al tener los mejores resultados en la ponderación realizada, y relacionando el sistema orientador de tapas con cinta pulmón con la máquina selladora existente

en el Laboratorio de Automatización y Control, se justifica que la máquina orientadora de tapas abastece al número de botellas a ser selladas.

## **6.4. Objetivos**

### **6.4.1. Objetivo General**

Diseñar y construir una Orientadora de tapas Cinta Pulmón, para complementar el proceso de sellado en el prototipo de embotelladora en el laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

### **6.4.2. Objetivos Específicos**

- ❖ Establecer dimensiones y material de cada una de las partes que conforman la máquina orientadora de tapas Cinta Pulmón.
- ❖ Seleccionar los elementos que forman parte de los diagramas de control y de potencia que permiten el buen funcionamiento de la máquina orientadora de tapas.
- ❖ Determinar el tipo de motor y electroválvulas que cumplan con los requerimientos para el diseño de la orientadora de tapas Cinta Pulmón.
- ❖ Determinar los parámetros de funcionamiento en la Orientadora de tapas Cinta Pulmón

## **6.5. Análisis de Factibilidad**

La máquina Orientadora de tapas Cinta Pulmón para el prototipo de embotelladora, presenta dimensiones que permiten el fácil uso del espacio del taller mecánico perteneciente a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, para su construcción física.

Para la automatización de la máquina se usó las instalaciones del Laboratorio de Automatización y Control, sin tener contratiempos debido a que se cuenta con el espacio físico y los equipos tecnológicos necesarios para la culminación del presente proyecto de tesis.

El material usado en la elaboración de la máquina es de fácil obtención en los diferentes distribuidores de acero de la zona central, por lo que la realización del proyecto de tesis es factible.

## **6.6. Fundamentación**

La presente propuesta es el resultado del análisis de la información recopilada a lo largo del capítulo II y IV, siguiendo los parámetros de diseños fundamentales para la construcción y funcionamiento de la orientadora de tapas Cinta Pulmón.

### **6.6.1. Dimensiones de la Orientadora de Tapas Cinta Pulmón.**

Para la dimensión del ancho de la banda en la orientadora de tapas se tomó en cuenta el número de tapas necesarias para complementar el proceso de sellado, el ancho de la tolva se estableció mediante el volumen de tapas a ingresar para ser orientadas.

Para el alto de la estructura que sujeta la banda se determinó el ángulo de inclinación ideal, la capacidad de almacenamiento de tapas orientadas. El largo de la máquina se estableció en base al ángulo de inclinación seleccionado que es  $60^\circ$  leído en ANEXO B 1.

Obteniendo las siguientes dimensiones finales:

Espesor del prototipo seleccionado	400 mm.
Altura del prototipo seleccionado	2050 mm.
Base del prototipo seleccionado	1020 mm.
Ángulo de inclinación del prototipo seleccionado	$60^\circ$

### 6.6.2. Potencia Requerida para el Funcionamiento de la Banda.

La potencia requerida del motor es la necesaria para vencer el peso total que producen las tapas en el interior de la tolva, el número de tapas que se encuentran en los cangilones y el peso propio de la banda incluido los cangilones de madera.

### 6.6.3. Características del Material en la Orientadora.

El material que se utiliza en la construcción de la máquina orientadora debe cumplir con las características físicas y mecánicas, necesarias para que su funcionamiento sea garantizado, sin producir contratiempos ni retrasos en el proceso del prototipo de embotelladora, además se selecciona el material capaz de brindar las características para el maquinado y de duración en la vida útil de la orientadora.

### 6.6.4. Características de las tapas a orientar.

El prototipo de embotelladora del laboratorio está destinado a un solo tipo de envase determinado por lo que la orientadora está destinada a trabajar con tapas plásticas que tienen las siguientes características. Para determinar las características de las tapas se tomó de 100 tapas 20 al azar se obtuvo los siguientes datos sacando un promedio

**Tabla 6.1** Propiedades Tapas

<b>TAPAS</b>	<b>PESO (p): gr</b>	<b>ALTURA (h): mm</b>	<b>DIÁMETRO BASE (d1):mm</b>	<b>DIÁMETRO CABEZA (d2) :mm</b>
1	30	20	30	31
2	31	20	30	31,3
3	30	20	30	31,5
4	31	20	30	31,4
5	31	20	30	31,4
6	30	20	30	31,2
7	30	20	30	31,6

Continuación **Tabla 6.1**

8	30	20	30	31,4
9	30	19,9	30	31,6
10	31	20	30	31,4
11	31	20	30	32
12	31	20	30	32
13	30	20	30	31,5
14	31	20	30	31,4
15	31	20	30	31,5
16	30	20	30	31
17	31	20	30	31,4
18	30	20	30	31,3
19	31	20	30	31,3
20	30	20	30	31,6

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Tabla 6.2:** Promedio Propiedad Tapas

PESO (Promedio) gr.	ALTURA (Promedio) mm.	DIÁMETRO DE BASE (Promedio) mm.	DIÁMETRO DE CABEZA. (Promedio) mm.
30.5	20.0	30.0	32.0

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

#### **6.6.5. Costo de la Orientadora.**

El precio de los materiales seleccionados para la construcción de la orientadora juega un papel importante en el diseño de la máquina ya que influyen directamente en su elaboración y en el presupuesto establecido por el constructor.

### **6.6.6. Mantenimiento**

El mantenimiento es uno de los parámetros que hay que tomar en cuenta en el aspecto económico, debe ser rápido y no muy frecuente para evitar retrasos en la producción durante proceso de embotellado.

### **6.6.7. Sistemas que constituyen la Máquina Orientadora de Tapas**

La máquina orientadora de tapas cinta pulmón consta de varios sistemas que trabajan de forma conjunta con el objetivo de disminuir el tiempo en el proceso de sellado del prototipo de embotelladora.

#### **❖ Sistema de Acopio de Tapas**

Está conformado por dos tolvas una de alimentación y otra de clasificación, en las que se colocan las tapas que alimentan el sistema para ser orientadas.

#### **❖ Sistema de Elevación**

Constituido por la banda, cangilones y rodillos que cumplen con la función de transportar las tapas con la orientación determinada a un nivel superior para ser almacenadas y distribuidas en la selladora.

#### **❖ Sistema Neumático Pulmón.**

Sistema compuesto por una electroválvula, mangueras y soplador capaz de expulsar a las tapas que no se encuentran en la posición adecuada para ser transportadas.

### ❖ Sistema de Rieles y de Volteo

Dirige las tapas orientadas y de forma ordenada a un punto de recolección para mejorar el tiempo de sellado.

### ❖ Sistema Eléctrico: Fuerza y Control

Es el encargado de accionar cada uno de los sistemas, controlando el correcto funcionamiento para un trabajo continuo de la orientadora de tapas

$$Nt = 750$$

## 6.6.8. Cálculos

### 6.6.8.1. Cálculo del volumen de la tapa

Para el cálculo del volumen de la tapa se tomó en cuenta las dimensiones de la misma Tabla 6.2.

#### Dónde:

$h_t$	: Altura de la tapa	(20 mm)
$D_t$	: Diámetro tapa	(32 mm)
$V_t$	: Volumen total	( $mm^3$ )
$Nt$	: Número de tapas	(u)

Tomando los valores de la tabla 6.2

#### • Volumen de tapa

$$V_t = \frac{\pi d^2}{4} * h_{tapa} \quad \text{Ecuación ( 6-1)}$$

$$V_t = 16080.93 \text{ mm}^3$$

- **Volumen de total de las tapas**

$$V_T = V_t * N_t \quad \text{Ecuación ( 6-2)}$$

$$V_T = 16080.93 \text{ mm}^3 * 750$$

$$V_T = 12.063 * 10^6 \text{ mm}^3$$

Nos asumimos una altura de 240 mm y el ancho debe ser dos veces el ancho de la banda, para determinar el ancho de la banda tomamos en consideración el ingreso de 6 tapas por canjilón en forma horizontal.

$$6 * 32\text{mm} = 192 \text{ mm} \cong 200 \text{ mm}$$

$$L_2 = 2 \text{ veces el valor de } L_1$$

$$L_2 = 2 * L_1$$

$$L_2 = 400\text{mm}$$

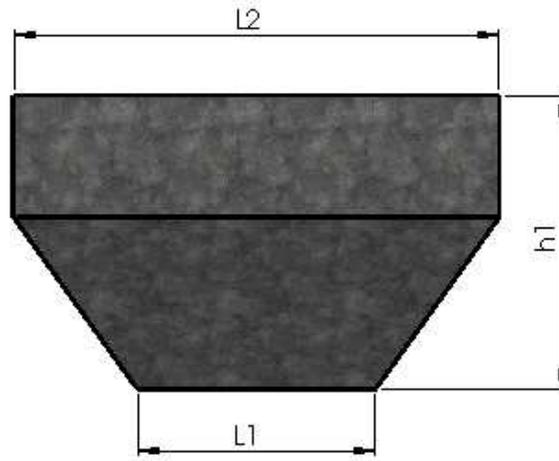
Con los valores obtenidos procedemos a realizar una tabla de datos para determinar las medidas ideales de la tolva a construir.

**Tabla 6.3: dimension** de la tolva

LONGITUD PROMEDIA	HALTURA	VOLUMEN
300	240	197,107843
	235	201,301627
	230	205,677749
	225	210,248366
	220	215,026738

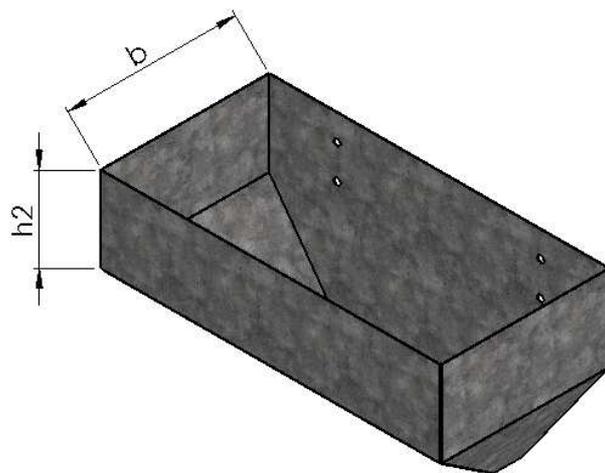
**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Según la tabla 6.3 se escogen las medidas acorde a nuestras necesidades.



**Figura. 6.1:** Tolva de alimentación vista Frontal

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)



**Figura. 6.2:** Tolva de alimentación vista isométrica

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Dónde:**

L1: 192 mm

L2: 395 mm

h1: 240 mm

h2: 100 mm

b: 195 mm

### 6.6.8.2. Sistema de Elevación

- **Banda Transportadora.**

La banda transportadora es de tipo plana de cangilones, en la que se determina el ángulo de inclinación, carga a vencer, diámetro de rodillos, distancia entre centros.

- **Ángulo de Inclinación:**

Se tomó en base al tipo de banda, distancia entre centro velocidad de funcionamiento y se ha tomado 60° (ver valor ANEXO B 1)

- **Pesos a Vencer:**

La banda tiene que ser capaz de superar el peso de las tapas en la tolva, el peso de los cangilones y el del material de la banda.

- **Peso de las Tapas:**

**Dónde:**

P<sub>t</sub> : Peso de cada tapa (gr)

P<sub>T<sub>t</sub></sub> : Peso total de tapas (Kg)

P<sub>t</sub> leído en la

**Tabla 6.2:** Promedio Propiedad Tapas

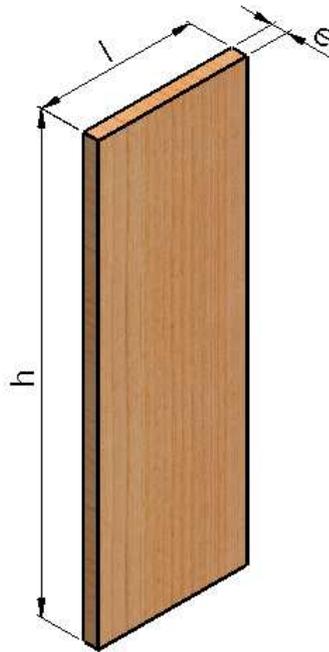
$$P_{T_t} = N_T * P_T \quad \text{Ecuación ( 6-3)}$$

$$P_{T_t} = 22.20 \text{ Kg.}$$

- **Peso de los Cangilones:**

**Dónde:**

$\delta_m$	: Densidad de la madera	( 470 kg/mm <sup>3</sup> )
l	: Longitud	( 60 mm)
h	: Alturas	(180 mm)
e	: Espesor	(6 mm)
N <sub>c</sub>	: Número de cangilones	(41 u)
V <sub>c</sub>	: Volumen del cangilón	(mm <sup>3</sup> )
P <sub>c</sub>	: Peso de cada cangilón	(gr)
PT <sub>c</sub>	: Peso total cangilones	(Kg)



**Figura. 6.3:** Cangilón vista isométrica

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

$$V_c = h * l * e \quad \text{Ecuación ( 6-4)}$$

$$V_c = 54000\text{mm}^3$$

$$P_c = \delta_m * V_c \quad \text{Ecuación ( 6-5)}$$

$$P_c = 0.03\text{kg}$$

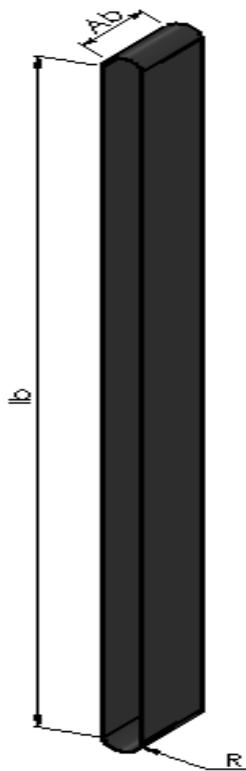
$$PT_c = P_{c/cang} * N_{cangilo} \quad \text{Ecuación ( 6-6)}$$

$$PT_c = 1.24 \text{ kg.}$$

- **Peso del Material de la Banda:**

El peso de la banda se toma en base al catálogo del Anexo B 2

La Longitud entre centros de la banda. Es una distancia asumida por el investigador de ( $l_b = 2.00 \text{ m.}$ )



**Figura. 6.4:** banda transportadora vista isométrica

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Dónde:**

$LT_b$	: Longitud total de la banda	(m)
$l_b$	: Longitud entre centros de la banda	(2 m)
R	: Radio	(31.83 mm)
Ab	: Ancho banda	(192 mm)
Pm	: Peso bando por área frontal	(1.8 kg/m <sup>2</sup> )

$P_b$  : Peso material de la bando (kg)

$$LT_b = 2 * l_b + 2 * \pi * r \quad \text{Ecuación ( 6-7)}$$

$$LT_b = 4.20 \text{ m}$$

$$P_b = LT_b * A_b * P_m \quad \text{Ecuación ( 6-8)}$$

$$P_b = 1.45 \text{ kg}$$

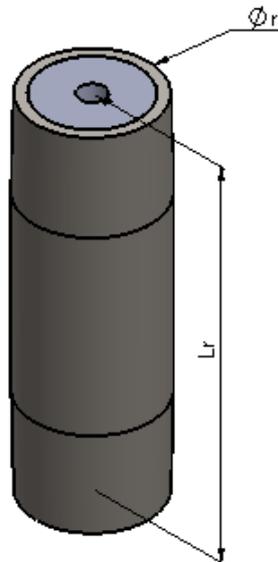
Peso total a vencer por la banda

$$P_{total} = PT_t + PT_c + P_b \quad \text{Ecuación ( 6-9)}$$

$$P_{total} = 27.208 \text{ kg.}$$

### Diámetros de Rodillos:

Se realizó la selección en función de la banda seleccionada según el ANEXO B2, donde para una banda DEL/FLEX mayor a los 100mm de ancho el diámetro mínimo es de 20mm, por lo tanto para un buen desempeño de la banda transportadora y según la separación entre cangilones se determinó:



**Figura. 6.5:** rodillo motriz vista isométrica

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Dónde:**

- Pr : Perímetro del rodillo ( 200 mm)  
S : Separación entre cangilones ( 100 mm)  
Ør : Diámetro del rodillo ( mm)  
Lr : Longitud del rodillo ( 200 mm)

$$D_r = Pr / \pi \quad \text{Ecuación ( 6-10)}$$

$$D_r = 63.67 \text{ mm} \cong 2.5 \text{ pulg.}$$

• **Cálculo de la Banda.**

Peso a transportar ( $P_{tr}$ ), es la suma del peso de un cangilón ( $P_{c/cang}$ ) y el peso de las 6 tapas que cada uno transporta en la banda ( $P_{tap/cang}$ ).

**Dónde:**

- $P_{tr}$  : Peso a transportar por cangilón ( kg)  
Ntc : Número de tapas por cangilón ( u)  
 $P_{tc}$  : Peso tapas por cangilón ( u)

$$P_{T_c} = N_{tc} * P_t \quad \text{Ecuación ( 6-11)}$$

$$P_{t_c} = 0.183 \text{ kg.}$$

$$P_{tr} = P_{t_c} + P_c$$

$$P_{tr} = 0.213 \text{ kg.}$$

El caudal a transportar ( $Q_t$ ) en Tm/h, se realiza tomando en cuenta las especificaciones del catálogo de Kauman.

$$Q_t = \frac{3,6 * P_{tr} * v}{d} \quad \text{Ecuación ( 6-12)}$$

**Dónde:**

- $Q_t$ : Capacidad real de transporte (Tm/h)  
 $P_{tr}$ : Peso a transportar (kg.)  
 $v$ : Velocidad del transportador (0.167 m/seg)  
 $d$ : Distancia entre cangilones (0.1 m)

$$Q_t = 1.278 \text{ Tm/h}$$

Fuerza de accionamiento del tambor motriz, determina el movimiento de la banda transportadora:

$$H = \text{sen } 60^\circ * L_b \quad \text{Ecuación ( 6-13)}$$

$$H = 1.732m.$$

Cálculo de la fuerza de accionamiento

$$F = \frac{Q_t(H + H_0)}{3,6 * v} \quad \text{Ecuación ( 6-14)}$$

$$F = 10.12 \text{ kg.}$$

**Tabla 6.4** : Valores de  $H_0$

Valores de "H <sub>0</sub> "		
Sistema de carga	Tamaño del material	Valor de H <sub>0</sub> (m)
A) Por tolva	-	3.8
B) Por inmersión	Pequeño	7.6
	Mediano	11.4
	Grande	15.3

**Fuente:** catálogo de Kauman

**Dónde:**

- H: Altura vertical del transporte (m)
- H<sub>o</sub>: Altura ficticia añadida (m)
- L<sub>c</sub>: Distancia entre centros (2 m)
- Qt: Capacidad real de transporte (Tm/h)
- P<sub>tr</sub>: Peso a transportar (kg.)
- v: Velocidad del transportador (0.167 m/seg)

La potencia de accionamiento ( $N_a$ ) motriz es calculada en base a la fuerza de accionamiento y la velocidad de transporte:

$$N_a = \frac{F * v}{75} \quad \text{Ecuación ( 6-15)}$$

$$N_a = 0.022497 CV$$

• **Calculo de Tensión Máxima de la Banda (T) :**

**Dónde:**

- T: Tensión máxima de la banda (kg)
- k: Coeficiente de funcionamiento del tambor motriz (m)

$$T = F * k \quad \text{Ecuación ( 6-16)}$$

**Tabla 6.5** Valores de k

Valores de "k"	
Condiciones del tambor	Valor de k
Liso húmedo	3.2
Liso seco	1.64
Recubierto húmedo	1.73
Recubierto seco	1.49

**Fuente:** catálogo de Kauman

$$T = 16,6028 \text{ kg}$$

Para determinar el peso de los elementos móviles tenemos que tener en cuenta: el peso de la banda, el peso de los rodillos y el de los ejes.

- **Peso de los Rodillos.**

$$v = \pi * \frac{\emptyset r^2}{4} * Lr$$

$$m = \delta * v$$

$$Pr = m/h$$

Ecuación ( 6-17)

**Dónde:**

$m$ : Masa (kg)

$\delta$ : Densidad del nylon (1150 kg/m<sup>3</sup>)

$v$ : Volumen del rodillo (m<sup>3</sup>)

Pr: Peso por cada metro (kg/m)

$$v = 6.017 * 10^{-4} m^3$$

$$m = 0.692 \text{ kg}$$

$$Pr = 3.64 \text{ kg/m}$$

- **Peso de los ejes.**

**Eje motriz**

$$v = \pi * r^2 * h$$

$$m = \delta * v$$

$$T = F * k$$

Ecuación ( 6-18)

**Dónde:**

$m$ : Masa	(kg)
$\delta$ : Densidad del acero	(7850 kg/m <sup>3</sup> )
$v$ : Volumen del eje motriz	(m <sup>3</sup> )
$r$ : Radio del eje motriz	(0.00635m)
$h$ : Altura del eje motriz	(0.0327m)

• **Peso por cada metro (Pem)**

$$v = 4.142 * 10^{-5} m^3$$

$$m = 0.3251 \text{ kg}$$

$$Pem = 0.994 \text{ kg/m}$$

• **Eje Impulsado**

$$v = \pi * r^2 * h$$

$$m = \delta * v$$

$$Peim = m/h$$

**Dónde:**

$m$ : Masa	(kg)
$\delta$ : Densidad del acero	(7850 kg/m <sup>3</sup> )
$v$ : Volumen del eje impulsado	(m <sup>3</sup> )
$r$ : Radio del eje impulsado	(0.00635m)
$h$ : Altura del eje impulsado	(0.0292m)
$Peim$ : Peso por cada metro	(kg/m)

$$v = 3.6989 * 10^{-5} m^3$$

$$m = 0.29 \text{ kg}$$

$$Peim = 0.993$$

• **Peso por cada metro lineal de banda.**

$$Gg = B * (1,15 + e + P_m + z)$$

**Dónde:**

$Gg$	: Peso por metro lineal de banda	(kg/m)
$B$	: Ancho de la banda	(0.192 m)
$e$	: Espesor de la banda	(1.5 mm)
$P_m$	: Peso del material	(1.8 kg/m <sup>2</sup> )
$Z$	: Número de capas	(2 u)
$Gg$	: Peso de la banda	1.24 kg/m.
$Pa$	: Peso de arrastre	(kg/m)
$Pt$	: Peso de tapas en la tolva	(11.105 kg)
$Lc$	: Longitud cangilón	(180 mm)
$Pca$	: Peso de cangilón	(kg/m)
$P_{tc}$	: Peso total cangilones	(2.378 kg)

- **Peso de Arrastre.**

$$Pa = \frac{Pt}{lc} \quad \text{Ecuación ( 6-19)}$$

$Pt=$  (11.105 kg) tomando el 50% del número de tapas ya que la forma de las tapas y el desorden de las mismas en la tolva.

$$Pa = 61.69 \text{ kg/m}$$

- **Peso de cangilón.**

$$Pca = \frac{P_{tc}}{lc} \quad \text{Ecuación ( 6-20)}$$

$$Pca = 13.221 \text{ kg/m}$$

- **Peso Elementos Móviles.**

$$Gm = 2 * Gg * \cos \gamma + Pr + Pem + Peim + Pa + Pca \quad \text{Ecuación ( 6-21)}$$

**Dónde:**

- Gm: Peso elementos móviles (kg/m)
- Gg: Peso de la banda (1.24 kg/m)
- $\gamma$ : Ángulo de inclinación de la banda (60°)
- Pr: Peso de rodillo motriz e impulsado (3.64 kg/m)
- Pem: Peso del eje motriz (0.994 kg/m)
- Peim: Peso del eje impulsado (0.993 kg/m)
- Pa: Peso de arrastre (28,91 kg/m)
- Pca: Peso de cangilón (6,56 kg/m)

$$Gm = 42,13 \text{ kg/m}$$

La potencia necesaria para darle movimiento a una determinada velocidad, la banda debe superar la fricción, rozamiento, y el peso de las partes móviles.

C = Coeficiente en función de la longitud de transporte

- **Potencia para mover la banda descargada.**

$$N1 = \frac{C * f * v * l * Gm}{75} \quad \text{Ecuación ( 6-22)}$$

**Tabla 6.6:** Valores del Coeficiente “C” (L, longitud de Transporte, en Metros)

Longitud	3	4	5	6	8	10	12.5	16	20	25	32	40
Coeficiente	9	7.6	6.6	5.9	5.1	4.5	4	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4
Longitud	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400	500	1000
Coeficiente	2.2	2	1.85	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.05	1.05

**Fuente:** catálogo de Kauman

**Tabla 6.7:** Coeficientes de Fricción en los Rodillos (f)

Tipo de Cojinete	Estado	Valor de f
Rodamiento	Favorable	0.018
	Normal	0.02
	Desfavorable	0.023 - 0.03
<b>Fricción</b>		<b>0.05</b>

**Fuente:** catálogo de Kauman

**Dónde:**

- N1: Potencia con banda descargada (CV)  
 C: Coeficiente en función de la longitud de transporte (11.8)  
 f: Coeficiente de rozamiento en los rodillos de soporte de la banda (0.05)  
 v: Velocidad de la banda (0.1667m/seg)  
 Gm: Peso elementos móviles (42,3 kg/m)  
 l: Distancia entre centros (2m)

$$N1 = 0.115 CV$$

• **Potencia para vencer las resistencias del rozamiento.**

$$N2 = \frac{C * f * l * Qt * \cos \gamma}{270} \quad \text{Ecuación ( 6-23)}$$

**Dónde:**

- N2 : Potencia para vencer rozamiento (CV)  
 C : Coeficiente en función de la longitud de transporte (11.8)  
 f : Coeficiente de rozamiento en los rodillos de soporte de la banda (0.05)  
 l : Distancia entre centros (2m)  
 Qt: : Capacidad real de transporte (1.09Tm/h)  
 γ : Ángulo de inclinación de la banda (60°)

$$N2 = 2,39 * 10^{-3} CV$$

- **Potencia necesaria para elevar la carga**

$$N3 = \frac{Qt * H}{270} \quad \text{Ecuación ( 6-24)}$$

**Dónde:**

N3: Potencia para elevar la carga	(CV)
Qt: Capacidad real de transporte	(1.462Tm/h)
H: Altura total de transporte	(1.732m)

$$N3 = 7,04 * 10^{-3} CV$$

- **Potencia necesaria para accionar la carga**

$$N = Na + N1 + N2 + N3 \quad \text{Ecuación ( 6-25)}$$

**Dónde:**

N: Potencia para accionar la carga	(CV)
Na: Potencia de accionamiento	(0.0225CV)
N1: Potencia con banda descargada	(0.205CV)
N2: Potencia para vencer rozamiento	(3.19 * 10 <sup>-3</sup> CV)
N3: Potencia para elevar la carga	(9.365 * 10 <sup>-3</sup> CV)

$$N = 0.1473 CV$$

- **Potencia total del sistema**

$$PS = N * fs \quad \text{Ecuación ( 6-26)}$$

**Dónde:**

PS: Potencia total del sistema	(CV)
fs: Factor de seguridad	(1.5)

$$PS = 0.22 CV$$

$$PS = 0.23 HP$$

- **Potencia total del motor**

$$PM = \frac{PS}{N \text{ sistema}} \quad \text{Ecuación ( 6-27)}$$

**Dónde:**

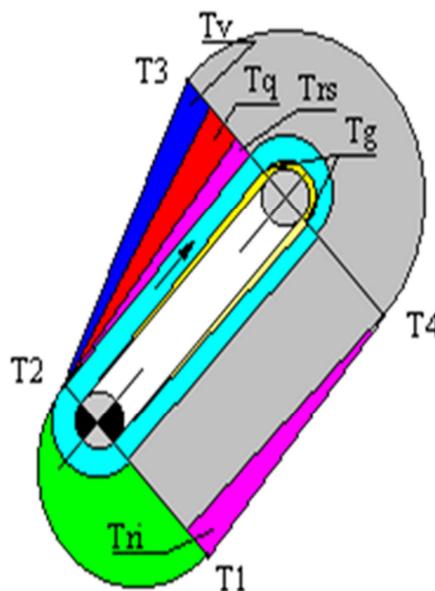
PM: Potencia para accionar la carga (HP)

PS: Potencia del sistema (0.49HP)

N: Sistema Factor de rendimiento (0.74%)

$$PM = 0.3163 \text{ HP}$$

Tensión para mover la banda descargada rodillo impulsado



**Figura. 6.6:** Diagramas De Tensión

**Fuente:** Catalogo de Kauman

$$Trs = C.f.l(2 * Gg.cas\delta + Gs) \quad \text{Ecuación ( 6-28)}$$

$$Trs = (11,8)(0,05)(2m)[2 * (1,25kglm)(\cos 60^0) + (1,311kglm) + (0,994kglm)]$$

$$Trs = 1,18[3,54]$$

$$Trs = 5,756 \text{ kg}$$

- **Tensión necesaria para vencer la resistencia de rozamiento ( $Tq$ )**

$$Tq = \frac{75 \cdot N_2}{V} \quad \text{Ecuación ( 6-29)}$$

$$Tq = \frac{75 \cdot 0,0023}{0,1667}$$

$$Tq = 1,078 \text{ kg}$$

$$Tg = H \cdot Gg$$

$$Tg = (1,73)(1,24 \text{ kglm})$$

$$Tg = 2,14 \text{ kg}$$

- **Tensión para mover la banda descargada en el Rodillo Motriz ( $Tri$ )**

$$Tri = C \cdot f \cdot l(2 * Gg * \cos\gamma + G_i) \quad \text{Ecuación ( 6-30)}$$

$$Tri = (11,8)(0,05)(2m)[2 * (1,24kglm)(\cos 60^\circ) + 4,63 \text{ kg/m}]$$

$$Tri = 1,18[5,87]$$

$$Tri = 6,92 \text{ kg}$$

- **Tensión para elevar la carga**

$$Tv = \frac{75 \cdot N_3}{V} \quad \text{Ecuación ( 6-31)}$$

$$Tv = \frac{(75)(0,0070)}{(0,1667)}$$

$$Tv = 3,14$$

- **Fuerza de accionamiento necesario**

$$F = Tq + Trs + Tri + Tv \quad \text{Ecuación ( 6-32)}$$

$$F = (1,078\text{kg}) + (5,756\text{kg}) + (6,92\text{kg}) + (3,14\text{kg})$$

$$F = 18,108 \text{ kg}$$

• **Tensiones**

$$T_1 = F \left[ 1 + \frac{1}{e^{ux} - 1} \right]$$

Ecuación ( 6-33)

$$u = 0,3$$

$$e^{ux} = 2,57$$

$$T_1 = (18,1) \left( 1 + \frac{1}{2,57 - 1} \right)$$

$$T_1 = (18,1)(1,6364)$$

$$T_1 = 29,642 \text{ kg}$$

$$T_2 = F \cdot \frac{1}{e^{ux} - 1}$$

$$T_2 = (18,1) \frac{1}{2,57 - 1}$$

$$T_2 = (18,1)(0,6369)$$

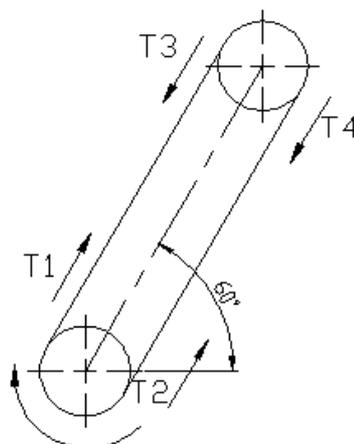
$$T_2 = 11,53 \text{ kg}$$

$$T_3 = T_1 - T_{ri} + T_g$$

$$T_3 = 29,642 - 6,92 + 2,14$$

$$T_3 = 24,85 \text{ Kg}$$

$$T_3 = T_4$$



**Figura. 6.7:** Diagramas De Tensión

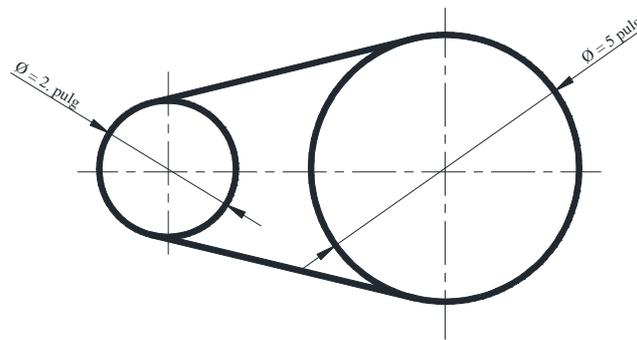
**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

- **Sistema de Transmisión**

- Selección De La Banda Para El Sistema De Transmisión (Motor-Reductor)

**Dónde:**

d:	Diámetro polea motriz	(2.5 pulg)
D:	Diámetro polea conducida	(5 pulg <sup>2</sup> )
W <sub>1</sub> :	Velocidad angular polea motriz	(800 rpm)
W <sub>2</sub> :	Velocidad angular polea conducida	(400 rpm)
P:	Potencia del motor	(0.5 HP)



**Figura. 6.8:** Diagramas De Tensión

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Asumimos una banda tipo A20

- **Longitud de paso**

$$L_p = L + L_c \quad \text{Ecuación ( 6-34)}$$

**Dónde:**

$L_p$ :	Longitud de paso	(pulg)
$L_c$ :	Anexo B3	(1.3pulg)

$$L_p = 21.3 \text{ pulg}$$

- **Distancia entre centros:**

C: Distancia entre centro (pulg)

$L_p$ : Longitud de paso (pulg)

d: Diámetro polea motriz (2.5 pulg)

D: Diámetro polea conducida (5 pulg<sup>2</sup>)

$$C = 0.25 \left\{ \left[ L_p - \frac{\pi}{2}(D + d) \right] + \sqrt{\left[ L_p - \frac{\pi}{2}(D + d) \right]^2 - 2(D - d)^2} \right\} \quad \text{Ecuación ( 6-35)}$$

$$C = 4.589 \text{ pulg}$$

- **Ángulo de contacto de la Polea Motriz**

$$\theta_d = \pi - 2 \text{sen}^{-1} \frac{D - d}{2C} \quad \text{Ecuación ( 6-36)}$$

$$\theta_d = 2,589 \text{ rad.}$$

$$\theta_d = 148.38^\circ$$

- **Ángulo de contacto de la Polea Impulsada**

$$\theta_D = \pi + 2 \text{sen}^{-1} \frac{D - d}{2C}$$

$$\theta_D = 211.614^\circ$$

- **Longitud de la banda**

$$L = [4C^2 - (D - d)^2]^{1/2} + \frac{1}{2}(D\theta_D - d\theta_d) \quad \text{Ecuación ( 6-37)}$$

$$L = 21.30 \text{ pulg}$$

$$L \cong 21 \text{ pulg}$$

- **Velocidad periférica**

$$v = \frac{\pi * d * n}{12}$$

$$v = 523.5987 \text{ pies}/\text{min}$$

- **Factor de corrección del ángulo de contacto**

$$\frac{D - d}{C} = \frac{5'' - 2.5''}{4.589''} = 0.5447$$

Interpolando Anexo B4 (tabla 17.13)

$\frac{D - d}{c}$	<b>K1</b>
0,5	0,81
0,5447	X
0,6	0,83

$$X=0,81894$$

- **Factor de corrección de longitud de la banda.**

Anexo B5 (tabla 17.14)

Para una banda A20;  $K_2 = 0.85$

Potencia permitida por la banda

$$H_a = K_1 * K_2 * H_{tab}$$

$$H_{tab} = \frac{H_a}{K_1 * K_2}$$

Interpolando del Anexo B 6

Diámetro de Paso de la Polea	Velocidad de la Banda (1000pie/min)	Velocidad de la Banda (2000pie/min)
2,5	X1	X2
2,6	0,47	0,62
3,0	0,66	1,01

$$X_3 = H_{tab} = 0.3748$$

$$H_a = 0.81894 * 0.85 * 0.3748$$

$$H_a = 0.261 \text{ HP}$$

- **Potencia de diseño**

$$H_d = K_s * H_{nom}$$

Ecuación ( 6-38)

$$H_s \quad \text{ANEXO B8}$$

$$H_s = 1.3$$

$$H_d = 0.65 \text{ HP}$$

- **Número de bandas**

$$N_b = \frac{H_d}{H_a}$$

Ecuación ( 6-39)

$$N_b = \frac{0.65 \text{ Hp}}{0.26 \text{ Hp}} = 2.5$$

- **Tensión centrífuga**

$$F_c = K_c \left( \frac{V}{1000} \right)^2$$

Ecuación ( 6-40)

$$K_c = 0.561 \quad \text{Anexo B8}$$

$$F_c = (0.561) \left( \frac{523.5987 \text{ P/min}}{1000} \right)^2$$

$$F_c = (0.561)(0.2741)$$

$$F_c = (0.1538 \text{ lb})$$

- **Tensión mayor**

$$\Delta F = \frac{63025 H_d / N_d}{n \left( \frac{d}{2} \right)} \quad \text{Ecuación ( 6-41)}$$

$$\Delta F = 16.386$$

$$f = 0,5 \quad \text{Anexo B 10}$$

$$\exp(f\phi) = 0,5(2,589) = 3,65 \text{ rad}$$

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \exp(f\phi)}{\exp(f\phi) - 1}$$

$$F_1 = 22.73 \text{ lb}$$

- **Tensión menor**

$$F_2 = F_1 - \Delta F \quad \text{Ecuación ( 6-42)}$$

$$F_2 = 6.43 \text{ lb}$$

- **Tensión inicial**

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - F_c \quad \text{Ecuación ( 6-43)}$$

$$F_i = 14.42 \text{ lb}$$

- **Factor de Seguridad**

$$n_{fs} = \frac{H_a N_b}{H_{nom} K_s} \quad \text{Ecuación ( 6-44)}$$

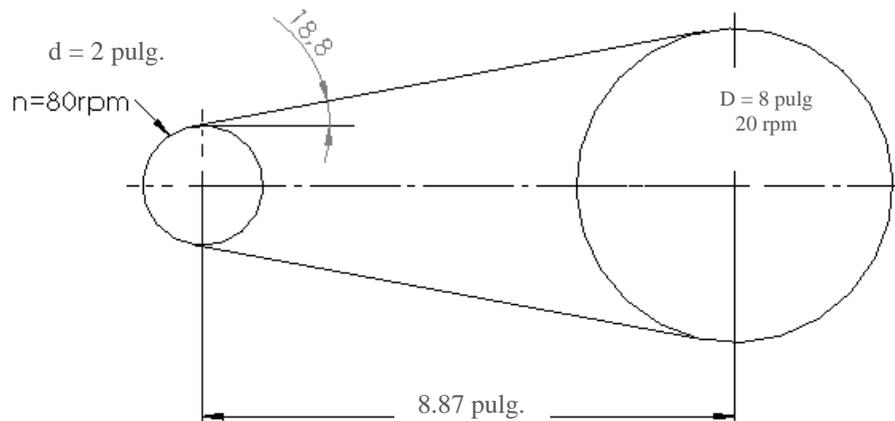
$$n_{fs} = 1$$

La banda asumida es correcta; por lo tanto seleccionaremos una banda tipo A20

- **Selección de la Banda para el Sistema de Transmisión**  
(Reductor-Eje Motriz)

**Dónde:**

d: Diámetro polea motriz	8 pulg.
D: Diámetro del eje conducida	2 pulg.
W: Velocidad angular de la polea del reductor.	20 rpm
w <sub>1</sub> : Velocidad angular de la polea del eje motriz	80 rpm.



**Figura. 6.9:** Diagramas del Sistema de Transmisión

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Asumimos una banda tipo A33.

- **Longitud de paso**

$$L_c = 1.3 \quad \text{Anexo B9 (tabla 17.11)}$$

$$L_p = L + L_c \quad \text{Ecuación ( 6-45)}$$

$$L_p = 34.3 \text{ pulg.}$$

- **Distancia entre centros**

$$C = 0.25 * \left\{ \left[ L_p - \frac{\pi}{2} (D + d) \right] + \sqrt{\left[ L_p - \frac{\pi}{2} (D + d) \right]^2 - 2(D - d)^2} \right\} \quad \text{Ecuación ( 6-46)}$$

$$C = 8.7837 \text{ pulg.}$$

- **Ángulo de contacto de la polea motriz**

$$\theta_d = \pi + 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D - d}{2C} \quad \text{Ecuación ( 6-47)}$$

$$\theta_d = 3.8386 \text{ rad.}$$

$$\theta_d = 219.9365^\circ$$

- **Ángulo de contacto de la polea del eje motriz**

$$\theta_d = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D - d}{2C}$$

$$\theta_d = 2.444 \text{ rad}$$

$$\theta_d = 140.031^\circ$$

- **Longitud de la banda**

$$L = [4C^2 - (D - d)^2]^{1/2} + \frac{1}{2} (D\theta_D - d\theta_d) \quad \text{Ecuación ( 6-48)}$$

$$L = 34.309 \text{ pulg}$$

$$L = 34.0 \text{ pulg}$$

- **Velocidad periférica**

$$v = \frac{\pi * d * n}{12}$$

Ecuación ( 6-49)

$$v = 41.8879 \text{ pies/min}$$

- **Factor de corrección del ángulo de contacto.**

$$\frac{D - d}{C} = \frac{8 - 2}{8.7837} = 0.68$$

$k_1$  Interpolado en el Anexo B 4

$$\begin{array}{l} 0.6 \quad \rightarrow 0.83 \\ 0.68 \quad \rightarrow \quad x \\ 0.7 \quad \rightarrow 0.84 \\ k_1 = 0.838 \end{array}$$

- **Factor de corrección de longitud de la banda.**

Para una banda tipo A33;  $k_2 = 0.85$  (Anexo B5)

- **Potencia permitida por la banda**

$H_{tab}$  Interpolado en el Anexo B6

	1000rpm	2000rpm
2.0	$\rightarrow X_1$	$\rightarrow X_2$
2.6	$\rightarrow 0.47$	$\rightarrow 0.62$
3.0	$\rightarrow 0.66$	$\rightarrow 1.01$

$$H_{tab} = 0.3287$$

$$H_a = 0.2341HP$$

- **Potencia de diseño**

$$H_d = K_s * H_{non}$$

Ecuación ( 6-38)

$K_s = 1.1$  Leído en el Anexo B7

$$H_d = 0.55HP$$

- **Número de bandas**

$$N_b = \frac{H_d}{H_a} \quad \text{Ecuación ( 6-39)}$$

$$N_b = 2.35 \equiv 3$$

- **Tensión centrífuga**

$$F_c = K_c \left( \frac{V}{1000} \right)^2 \quad \text{Ecuación ( 6-40)}$$

$K_c = 0.561$  Leído en el Anexo B8

$$F_c = 9.8433 * 10^{-4} lb.$$

- **Tensión mayor**

$$\Delta F = \frac{63025 H_d / N_b}{n \left( \frac{d}{2} \right)} \quad \text{Ecuación ( 6-41)}$$

$$\Delta F = 144.43$$

$f = 0,5$  Leído en el Anexo B 10

$$\exp(f\theta) = 0,5(2,44) = 3,38 \text{ rad}$$

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \exp(f\theta)}{\exp(f\theta) - 1}$$

$$F_1 = 189.94 \text{ lb}$$

- **Tensión menor**

$$F_2 = F_1 - \Delta F \quad \text{Ecuación ( 6-42)}$$

$$F_2 = 189.94 \text{ lb} - 144.43 \text{ lb}$$

$$F_2 = 45.51 \text{ lb}$$

- **Tensión inicial**

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - F_c \quad \text{Ecuación ( 6-43)}$$

$$F_i = 72.21 \text{ lb}$$

- **Cálculo de factor de seguridad**

$$n_{fs} = \frac{H_a * N_b}{H_{nom} * K_s} \quad \text{Ecuación ( 6-44)}$$

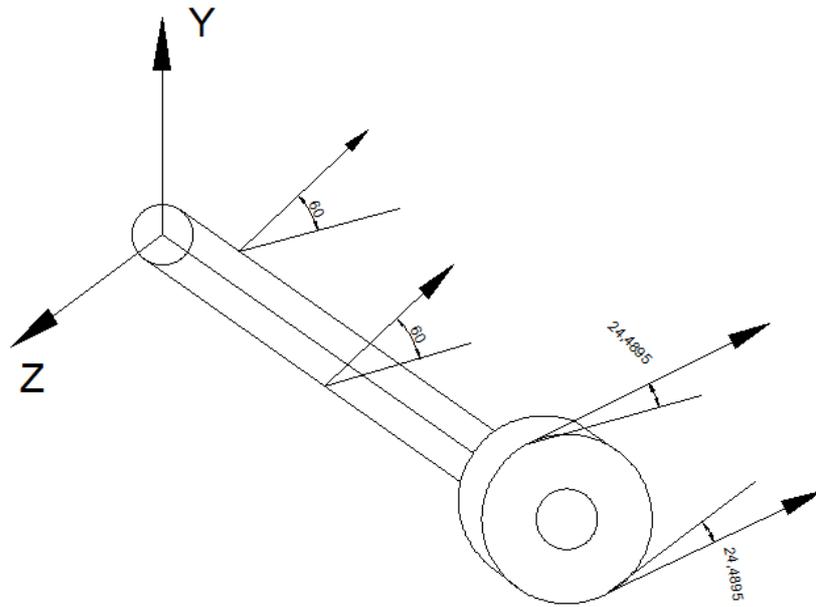
$$n_{fs} = 1$$

La banda asumida es la correcta, por lo tanto, seleccionamos una banda tipo A33.

- **Cálculo del eje del rodillo**

### **Diseño del Eje Motriz**

En el siguiente gráfico se indica las fuerzas que se encuentran soportando el eje de la banda transportadora.



**Figura. 6.10:** Diagrama de Cuerpo Libre del Momento Torsor

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

- **Cálculo del Momento Torsor**

$$T_1 = 189.94 \text{ lb} = 86.33 \text{ Kg}$$

$$T_2 = 45.51 \text{ l} = 20.69 \text{ Kg}$$

$$M_{T_1} = r * T_1$$

Ecuación ( 6-50)

$$M_{T_1} = (86.33 \text{ Kg}) * (0,0254 \text{ m})$$

$$M_{T_1} = 2.19 \text{ Kg.m}$$

$$M_{T_2} = r * T_2$$

$$M_{T_2} = (20.69 \text{ kg}) * (0,0254\text{m})$$

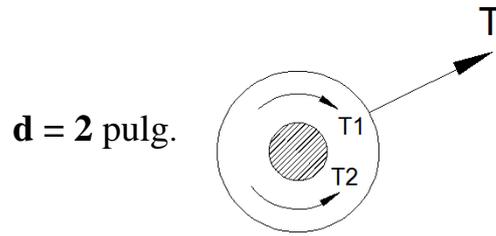
$$M_{T_2} = 0,52 \text{ Kg.m}$$

$$T = M_{T_1} - M_{T_2}$$

$$T = 2.19 \text{ Kg.m} - 0.52 \text{ Kg.m}$$

$$T = 1.67 \text{ Kg.m}$$

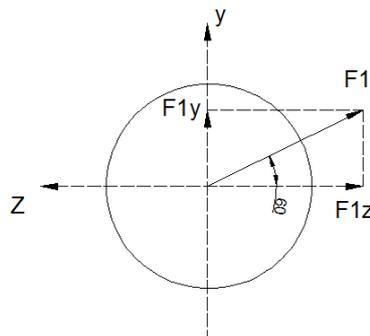
- **Descomposición en componentes de la tensiones generadas por la banda transportadora**



**Figura. 6.11:** Diagrama de Cuerpo libre de la Descomposición de Tensiones en las Bandas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Con la banda elevadora 60 grados



**Figura. 6.12:** Diagrama De Cuerpo libre De Fuerzas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

$$F = T_1 + T_2$$

$$F = 29.642 \text{ Kg} + 11.53 \text{ Kg}$$

$$F = 41.172 \text{ Kg}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{1y}}{F_1}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{1z}}{F_1}$$

$$F_{1y} = \sin \alpha * F_1 \quad \text{Ecuación ( 6-51)}$$

$$F_{1z} = \cos \alpha * F_1 \quad \text{Ecuación ( 6-52)}$$

$$F_{1y} = \sin 60 * 41.172 \text{ kg}$$

$$F_{1z} = \cos 60 * 41.172 \text{ Kg}$$

$$F_{1y} = 35.6559 \text{ Kg}$$

$$F_{1z} = 20.586 \text{ Kg}$$

- **Descomposición en Componentes de las Tensiones Generadas por la Banda Transportadora.**

**Con la Banda de Fuerza a 18.86°**

$$F2 = T_1 + T_2$$

$$F2 = 86.33 \text{ Kg} + 20.69 \text{ Kg}$$

$$F2 = 107.02 \text{ Kg}$$

$$\sin 18.86 = \frac{F2y}{F2}$$

$$\cos 18.86 = \frac{F2z}{F2}$$

$$F2y = \sin \alpha * F2$$

$$F2z = \cos 18.86 * F2$$

$$F2y = \sin 18.86 * 107.02 \text{ kg}$$

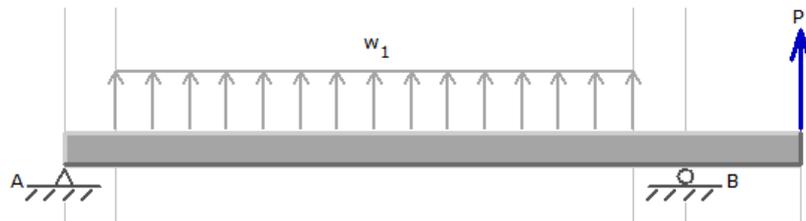
$$F2z = \cos 18.86 * 107.02 \text{ Kg}$$

$$F2y = 34.595 \text{ Kg}$$

$$F2z = 101.274 \text{ Kg}$$

- **Cálculo de Reacciones y Momentos Máximos**

- **Planos (x-y)**



**Figura. 6.13:** Diagrama de cuerpo Libre de la Descomposición de Tenciones en las Bandas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

$$q = \frac{F2y}{L}$$

Ecuación ( 6-53)

$$q = \frac{35.6559}{0,2}$$

$$q = 178.279 \text{ Kg/m}$$

$$F2y = 34.595 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

Ecuación ( 6-50)

$$178.279 \text{ kg/m}(0,2\text{m})(0,12\text{m}) - R_{BY}(0,24\text{m}) + (34.595\text{kg})(0,285) = 0$$

$$4,2786\text{kg. m} - R_{BY}(0,24\text{m}) + (9.859\text{kg. m}) = 0$$

$$4.2786 \text{ kg. m} + 9.8595 \text{ kg. m} = R_{BY}(0,24\text{m})$$

$$R_{BY} = 58.90 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$-F_{1Y} + R_{AY} - R_{BY} + F_{2Y} = 0$$

$$R_{AY} = F_{1Y} + R_{BY} - F_{2Y}$$

Ecuación ( 6-54)

$$R_{AY} = 34.595 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right) * 0.2 + 58.90 \text{ kg} - 34.595 \text{ kg}$$

$$R_{AY} = 11.78 \text{ Kg}$$

$$A_1 = b * h$$

Ecuación ( 6-55)

$$A_1 = (0,02\text{m})(11.78 \text{ Kg})$$

$$A_1 = 0.24 \text{ Kg. m}$$

$$A_2 = (11.78 * 0,0836)/2$$

$$A_2 = 0,5 \text{ Kg. m}$$

$$A_3 = ((0,1363\text{m})(24.305 \text{ Kg}))/2$$

$$A_3 = 1.7 \text{ Kg. m}$$

$$A_4 = (0,02\text{m})(24.305 \text{ Kg})$$

$$A_4 = 0.5\text{Kg. m}$$

$$A_5 = (0,045\text{m})(34.54 \text{ Kg})$$

$$A_5 = 1.5\text{Kg. m}$$

$$M_A = 0 \text{ Kg. m}$$

Ecuación ( 6-50 )

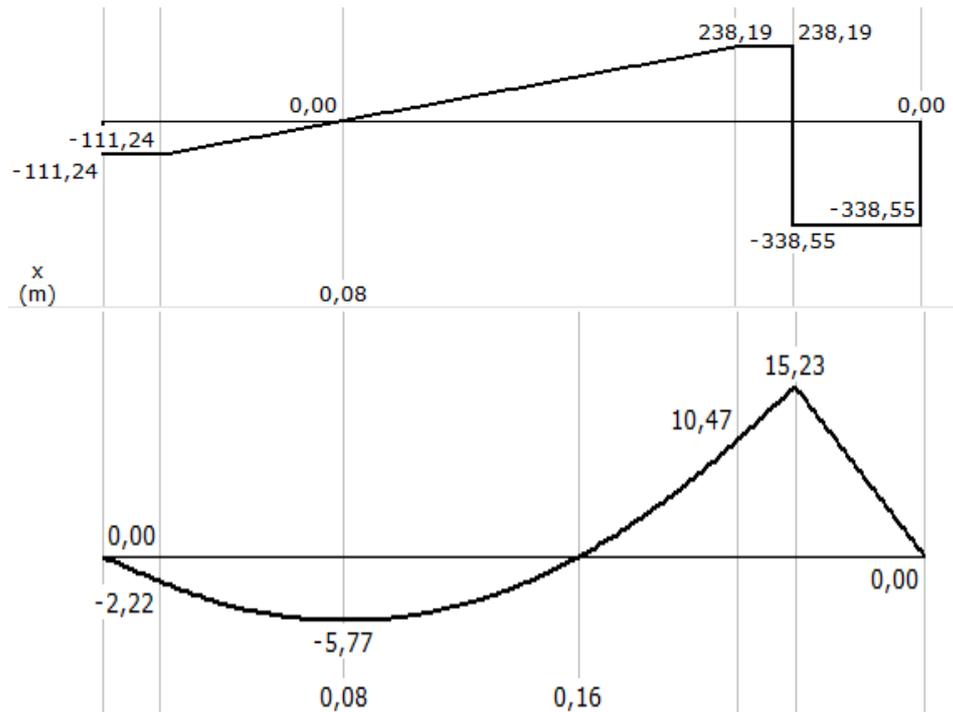
$$M_C = 0\text{kg. m} + 0.24 \text{ Kg. m} = 0.24\text{kg.m}$$

$$M_D = 0.24 \text{ Kg. m} + 0,5 \text{ Kg. m} = 0.74\text{kg.m}$$

$$M_E = 0.7 \text{ Kg. m} - 1,7 \text{ Kg. m} = -1\text{kg. m}$$

$$M_B = -1\text{kg. m} - 0,5 \text{ kg. m} = -1,5\text{Kg. m}$$

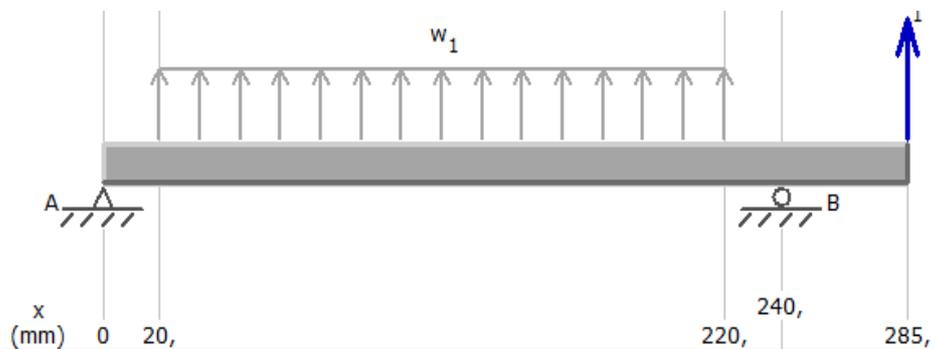
$$M_F = -1,5 \text{ kg. m} + 1,5 \text{ kg. m} = 0 \text{ Kg. m}$$



**Figura. 6.14:** Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector De la Descomposición de Tensiones en las Bandas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

• Planos (x-z)



**Figura. 6.15:** Diagrama de cuerpo libre de la Descomposición de Tensiones en las Bandas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

$$q = \frac{F1z}{L} \qquad \text{Ecuación ( 6-53)}$$

$$q = \frac{20.586kg}{0,2m}$$

$$q = 102.93 Kg/m$$

$$F_{2z} = 101.274 \text{ kg}$$

- **Diagrama de Cuerpo Libre**

$$\Sigma M_A = 0 \quad \text{Ecuación ( 6-50 )}$$

$$102.93 \text{ Kg/m}(0,2\text{m})(0,12\text{m}) - R_{Bz}(0,24\text{m}) + (101.274 \text{ kg})(0,285) = 0$$

$$2.47 \text{ kg. m} - R_{Bz}(0,24\text{m}) + (28.86 \text{ kg. m}) = 0$$

$$2.47 \text{ kg. m} + 28.863 \text{ kg. m} = R_{Bz}(0,24\text{m})$$

$$R_{Bz} = 130.55 \text{ kg}$$

$$102.93\text{kg/m}(0,2\text{m}) + R_{Az} - R_{Bz} + F_{2z} = 0$$

$$R_{Az} = -20.586\text{kg/m} + 130.55 \text{ kg} - 101.274 \text{ kg}$$

$$R_{Az} = 8.69 \text{ Kg}$$

$$A_1 = (0,02\text{m}) 8.69$$

$$A_1 = 0.1738 \text{ Kg. m}$$

$$A_2 = ((8.69\text{kg} + 29.276 \text{ kg})/2)(0,2) )$$

$$A_2 = 3.7966 \text{ Kg. m}$$

$$A_3 = (0,02\text{m})(29.276 \text{ kgKg})$$

$$A_3 = 0.5855 \text{ Kg. m}$$

$$A_4 = (0,045\text{m})(101.274 \text{ Kg})$$

$$A_4 = 4.55\text{Kg. m}$$

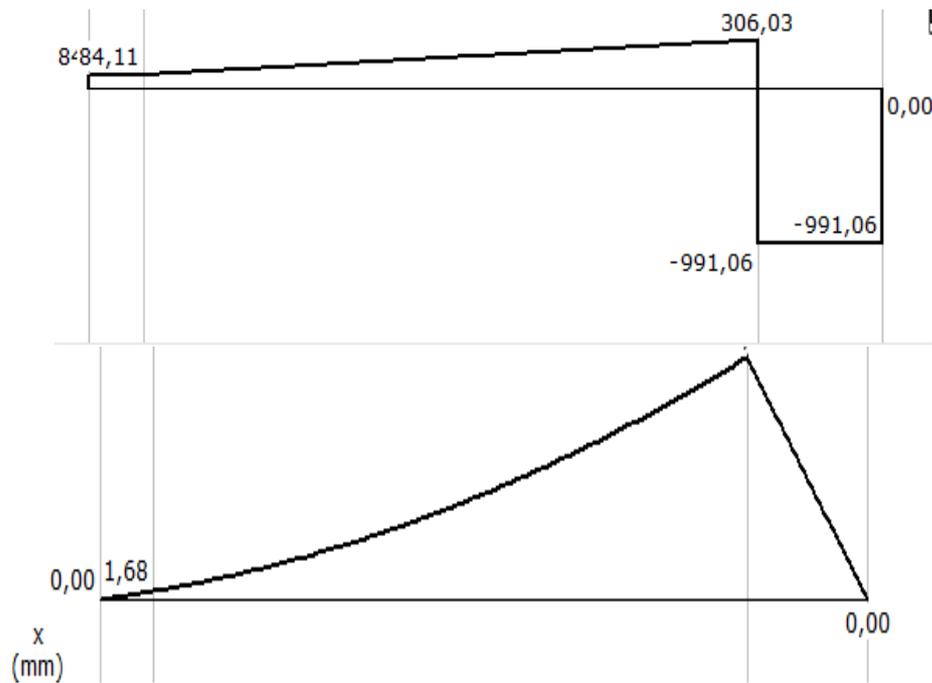
$$M_A = 0 \text{ Kg. m}$$

$$M_C = 0\text{kg. m} + 0.1738 \text{ Kg. m} = 0,1738\text{kg.m}$$

$$M_D = 0.1738 \text{ kg. m} + 3.7966 \text{ Kg. m} = 3.9704\text{kg.m}$$

$$M_B = 3.9704 \text{ Kg. m} + 0.5855 \text{ Kg. m} = 4.5566\text{kg. m}$$

$$M_E = 4.55 \text{ kg. m} - 4.55\text{kg. m} = 0 \text{ Kg. m}$$



**Figura. 6.16:** Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de la Descomposición de Tensiones en las Bandas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

$$M_A = 0 \text{ Kg. m}$$

$$M_C = 0 + 0,24 + 0,1736$$

$$M_C = 0,2962 \text{ Kg. m}$$

$$M_D = 0 + 0,74 \text{ Kg. m} + 3,9704 \text{ Kg. m}$$

$$M_E = 4,038 \text{ Kg. m}$$

$$M_B = 0 + 1,46 \text{ Kg. m} + 4,5566 \text{ Kg. m}$$

$$M_B = 4,78 \text{ Kg. m}$$

$$M_C = 0 \text{ Kg. m}$$

• **Cálculo de Momentos Máximos**

$$M_{MÁXIMO} = 4,78 \text{ Kg. m}$$

$$M_{MÁXIMO} = 46,89 \text{ N. m}$$

- **Determinación del Factor de Seguridad**

No existe parámetros o normas que establezcan valores de factor de seguridad claros; por lo que para hallar el valor se utilizó el método de Pugsley que se determina a partir de la siguiente ecuación.

$$\eta_S = \eta_{XX} \cdot \eta_{YY}$$

**Dónde:**

$\eta_{XX}$  = Factor de seguridad donde involucran las características A,B,C Leído en el Anexo B 22

$\eta_{YY}$  = Factor de seguridad que involucra las características D y E  
Características Leído en el Anexo B 22

A: Calidad del material: mb= muy bueno

B: Control sobre la carga aplicada: mb= muy bueno

C: Exactitud del análisis del esfuerzo: b= bueno

D: Peligro para el personal= serio

E: impacto económico = serio

$\eta_{XX} = 1,2$ ; Leído en Anexos B 22

$\eta_{YY} = 1,3$ ; Leído Anexo B 22

$\eta_S = \eta_{XX} \cdot \eta_{YY}$

$\eta_S = (1,2) \cdot (1,3)$

$\eta_S = 1,6$

- **Diseño por Resistencia Estático**

Para realizar el diseño se consideran los siguientes parámetros

- Sección Circular
- Asumimos un Factor de seguridad  $\eta_S=1,6$
- El momento máximo:  $M_{maxi}= 125.94$  N.m
- Torsión máxima:  $T_{max}= 21,2052$

- **Esfuerzo Máximo por Flexión**

$$\sigma_x = \frac{32 M_{max}}{\pi d^3} \quad \text{Ecuación ( 6-56)}$$

$$\sigma_x = \frac{(32)(46,89 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{477,62 \text{ N.m}}{d^3}$$

- **Esfuerzo Máximo por Torsión**

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad \text{Ecuación ( 6-57)}$$

$$\tau_{xy} = \frac{(16)(16,66 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{84,84 \text{ N.m}}{d^3}$$

Para determinar el diámetro por resistencia estática se utiliza la Teoría de los Esfuerzos Combinados de Von Mises.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} \quad \text{Ecuación ( 6-58)}$$

$$\sigma' = \sqrt{\left(\frac{477,62}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{84,84}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma' = \frac{499,71 \text{ N.m}}{d^3}$$

$$S_y = 310 \text{ (MPa) AISI 1045; Anexo A11}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$d^3 = \frac{499,71 (1,6)}{310 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$d = 0.013 \text{ mm}$$

- **Diseño por Resistencia Dinámico**

Para el diseño se parte de los siguientes parámetros funcionales.

- Sección circular
- Asumimos un Factor de seguridad  $\eta_s=1,6$
- Material AISI 1045:  $S_y = 310 MPa$   
 $S_{ut} = 570 MPa$   
 $S_y$  y  $S_{ut}$  Laminado en caliente (Anexo)
- Velocidad angular del eje  $n= 80rpm$
- Para el diseño se considera que el eje a ha trabajar 8 horas diarias cumpliendo  $N= 38400$  ciclos.
- Se Asume un factor de seguridad de 1,6
- Como no se conoce el diámetro por fatiga se supone que  $K_a * K_b * K_c * K_d * K_e * K_f= 0,3$

- **Resistencia a la Fatiga en Viga Rotatoria**

$S_{ut}= 570 MPa$ ; Anexo A11

$$S_e' = (0,5)S_{ut} \quad \text{Ecuación ( 6-59)}$$

$$S_e' = (0,5)(570MPa)$$

$$S_e' = 285 MPa$$

- **Resistencia a la Fatiga en Viga**

$$S_e = 0,3 * S_e' \quad \text{Ecuación ( 6-60)}$$

$$S_e = 0,3 * S_e'$$

$$S_e = 0,3 * 285MPa$$

$$S_e = 85,5MPa$$

- **Resistencia a la Fatiga**

$f = 0,87$  ; Leído ANEXO B11 en función del  $S_{ut}$  del material seleccionado.

$$a = \frac{(f * Sut)^2}{Se}$$

$$a = \frac{(0,87 * 570)^2}{85,5 MPa}$$

$$a = 2876,22 Mpa$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \left( \frac{f * Sut}{Se} \right)$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \left( \frac{0,87 * 570}{85,5} \right)$$

$$b = -\frac{1}{3} \log(5,8)$$

$$b = -0,259$$

$$Sf = aN^b$$

Ecuación ( 6-61)

N: número de ciclos =240480 ciclos

$$Sf = (2876,22 MPa)(38400)^{-0,2545}$$

$$Sf = 195,934 MPa$$

$$n = \frac{Sf}{\sigma}$$

$$n = \frac{Sf \pi d^3}{32M}$$

$$32Mn = d^3 Sf \pi$$

$$d^3 = \frac{(32)Mn}{Sf \pi}$$

$$d^3 = \frac{(32)(46,89 N.m)(1,6)}{(195.934 \times 10^6)(\pi)}$$

$$d = 0,01574 mm \cong 16 mm$$

- **Refinamiento del Cálculo con d=16mm**

Factores:

$$-Ka = a * Sut^6$$

$$\left. \begin{array}{l} a=4,51 \\ b=-0,265 \end{array} \right\} \text{Acabados superficial: Máquinado o Laminado en frío. (Anexo B12)}$$

$$Ka = (4,51) * (570)MPa^{-0,265}$$

$$Ka = 0,8392$$

$$-Kb = ((0,70866d)/3)^{-0,107}$$

$$-Kb = 0,912126$$

$$-Kc = 0,85: \text{Factor de carga; Anexo B8}$$

$$-Kd = 1: \text{Factor de Temperatura; Anexo B9}$$

$$-Ke = 0,897: \text{Factor de confiabilidad Anexo B10}$$

$$-Kf = 1: \text{Factor efectos Varios; 1 porque es de sección uniforme el eje}$$

$$Se = Ka * Kb * Kc * Kd * Ke * Kf * Se' \quad \text{Ecuación ( 6-62)}$$

$$Se = (0,8892) * (0,912126) * (0,85) * (1) * (0,897) * (1) * (285 MPa)$$

$$Se = 166,3323 MPa$$

- **Resistencia a la Fatiga**

$$a = 1478,4669 MPa$$

$$b = -0,1581$$

$$Sf = aN^b$$

$$Sf = (1478,4669MPa)(38400)^{-0,1518}$$

$$Sf = 278,631 MPa$$

Como tenemos el diámetro por fatiga se calcula el esfuerzo máximo por flexión.

$$\eta = \frac{Sf}{\sigma} \quad \sigma_x = 52,96 MPa$$

$$\eta = \frac{278,631 MPa}{120,3426 MPa} \quad \tau_{xy} = 15,69 MPa$$

$$\eta = 2,9 \quad ok$$

Aplicando un criterio de falla por fatiga como GOODMAN MODIFICADO se modifica el diámetro calculado.

Esfuerzo Medios:  $\sigma_m = \sqrt{3\tau_{xy}} =$

Esfuerzo Alternante:  $\sigma_a = \sigma_x = 120,3426 \text{ Mpa}$

$$\eta_f = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}}$$

Ecuación ( 6-63)

$$\tau_m = \frac{16t}{\pi d^3}$$

$$\tau_m = \frac{16(21,2052)}{\pi(0,016)^3}$$

$$\tau_m = 26,32 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = \sqrt{3}(26,32)$$

$$\sigma_m = 45,58 \text{ MPa}$$

$$\eta_f = \frac{1}{\frac{120,3426 \text{ Mpa}}{166,3323 \text{ MPa}} + \frac{45,58 \text{ MPa}}{570 \text{ MPa}}}$$

$$\eta_f = \frac{1}{0,805}$$

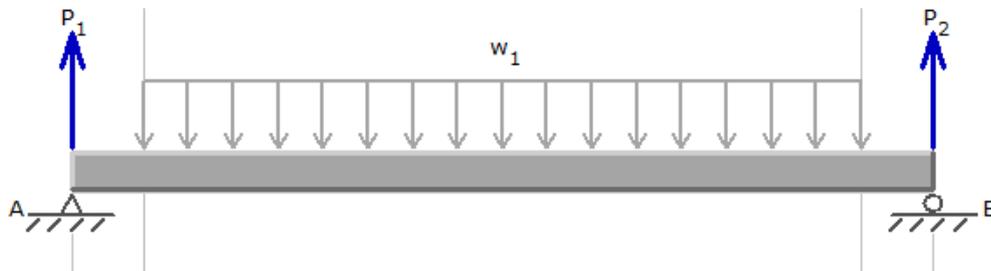
$$\eta_f = 1,24$$

### Diseño del Eje Conocido

Cálculo de reacciones y momentos

$$T_3 = 24,85 \text{ Kg}$$

$$T_3 = T_4 = 24,85 \text{ Kg}$$



**Figura. 6.17:** Diagrama de cuerpo Libre del Eje Impulsado

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

$$q = \frac{T3+T4}{L}$$

$$q = \frac{24,85 + 24,85}{0,2m}$$

$$q = 248,5 \text{ Kg/m}$$

Ecuación ( 6-53 )

• **Diagrama de Cuerpo Libre**

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-248,5 \text{ Kg/m}(0,2m)(0,12m) + R_B(0,24m) = 0$$

$$-5,964 \text{ kg. m} + R_B(0,24m) = 0$$

$$5,964 = R_{BY}(0,24m)$$

$$R_B = 24,85 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_V = 0$$

$$-248,5 \text{ kg/m}(0,2m) + R_A + R_B = 0$$

$$R_A = 25,549 \text{ kg/m} - 24,85 \text{ kg}$$

$$R_A = 24,85$$

$$\frac{12,7745}{x} = \frac{12,7745}{0,2m-x}$$

$$0,2 - x = 12,7745 = 12,7745 x$$

$$x = 0,1m$$

$$A_1 = (0,02m)(24,85 \text{ Kg})$$

$$A_1 = 0,497 \text{ Kg. m}$$

$$A_2 = ((24,85 \text{ Kg} * 0,1m)/2)$$

$$A_2 = 1,24 \text{ Kg. m}$$

$$A_3 = ((24,85 \text{ Kg} * 0,1m)/2)$$

$$A_3 = 1,24 \text{ Kg. m}$$

$$A_4 = (0,02m)(24,85 \text{ Kg})$$

$$A_4 = 0,497 \text{ Kg. m}$$

$$M_A = 0 \text{ Kg. m}$$

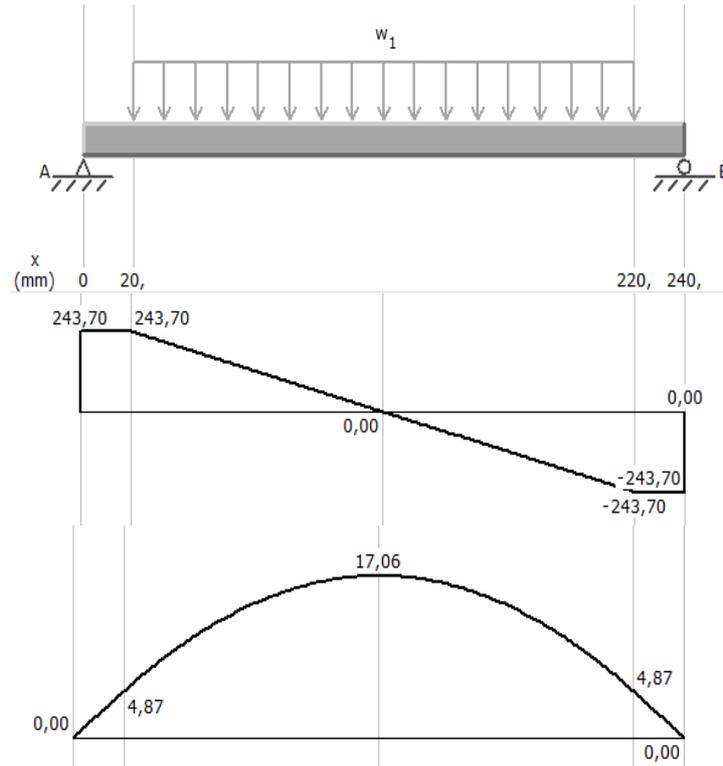
$$M_C = 0 \text{ kg. m} + 0,497 \text{ Kg. m} = 0,497 \text{ Kg.m}$$

$$M_D = 0,497 \text{ kg. m} + 1,24 \text{ Kg. m} = 1,737 \text{kg.m}$$

$$M_E = 1,737. \text{ m} - 1,24 \text{ Kg. m} = 0,497 \text{kg. m}$$

$$M_B = 0,497kg.m - 0,497kg.m = 0 Kg.m$$

$$M_{Max} = 1,737 kg.m = 17,022 N.m$$



**Figura. 6.18:** Diagrama de cuerpo Libre del Eje Impulsado

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

- **Diseño por Resistencia Estático**

Para realizar el diseño se analizará consideramos los siguientes parámetros

- $M_{Max} = 17,022 \text{ Nm}$
- Sección circular
- Se Asume factor de seguridad de 1,6
- Material AISI 1045  $S_y = 310 \text{ MPa}$

- **Cálculo del diámetro**

- **Esfuerzo Máximo por Flexión**

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{(32)(17,022 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{173,38 \text{ N.m}}{d^3}$$

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$\eta = \frac{310 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{\frac{89,2612 \text{ N.m}}{d^3}}$$

$$\eta = \frac{(310 \times 10^6 \text{ N/m}^2) d^3}{89,2612 \text{ N.m}}$$

$$\frac{(1,6)(173,38 \text{ N.m})}{310 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = d^3$$

$$d = 9,65 \text{ mm}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

- **Diseño por Resistencia Dinámico**

Se analizó considerando los mismos parámetros funcionales establecidos en el diseño del eje motriz debido a que funcionan conjuntamente.

- **Resistencia a la Fatiga en Viga Rotatoria**

- Sección circular
- Material AISI 1045:  $S_y = 310 \text{ MPa}$   
 $S_{ut} = 570 \text{ MPa}$   
 $S_y$  y  $S_{ut}$  Laminado en caliente (Anexo B 12)
- Velocidad angular del eje  $n = 80 \text{ rpm}$
- Para el diseño se considera que el eje a ha trabajar 8 horas diarias cumpliendo  $N = 38400$  ciclos.
- Se asume un factor de seguridad de 1,6
- Como no se conoce el diámetro por fatiga suponemos que  $K_a * K_b * K_c * K_d * K_e * K_f = 0,3$

$S_{ut} = 570 \text{ MPa}$ ; Anexo B11

$$Se' = (0,5)Sut$$

$$Se' = (0,5)(570MPa)$$

$$Se' = 285MPa)$$

- **Resistencia a la Fatiga en Viga**

$$Se = 0,3 * Se'$$

$$Se = 0,3 * 285MPa$$

$$Se = 85,5 MPa$$

- **Resistencia a la Fatiga**

$$f = 0,87 \text{ Anexo}$$

$$a = \frac{(f * Sut)^2}{Se}$$

$$a = \frac{(0,87 * 570 MPa)^2}{85,5MPa}$$

$$a = 2876,22 MPa$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \left( \frac{f * Sut}{Se} \right)$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \left( \frac{0,87 * 570MPa}{85,5MPa} \right)$$

$$b = -0,2545$$

$$Sf = aN^b$$

N: número de ciclos =38400 ciclos

$$Sf = (2876,22 MPa)(38400)^{-0,259}$$

$$Sf = 195,934 MPa$$

$$n = \frac{Sf}{\sigma}$$

$$n = \frac{Sf\pi d^3}{32M}$$

$$32Mn = d^3 Sf\pi$$

$$d^3 = \frac{(32)Mn}{Sf\pi}$$

$$d^3 = \frac{(32)(17,022N \cdot m)(1,6)}{(195,934 \times 10^6)(\pi)}$$

$$d^3 = 11,22 \text{ mm} \cong 11 \text{ mm}$$

Refinamiento del cálculo con  $d = 11 \text{ mm}$

### • Selección de Rodamientos

A continuación se hizo la selección para cada apoyo considerando los siguientes parámetros funcionales.

- El eje rota a 20 rpm con una confiabilidad del 95%
- Funciona Suavemente sin vibraciones a una temperatura de funcionamiento de 40°C

$$f_s = 1,5 \text{ Anexo B13}$$

$$P_o = F_r$$

$$C_o = S_o * P_o$$

$$C_o = (0,5)(583,492N)$$

$$C_o = 291,746$$

### • Carga Dinámica Equivalente

$L_{10}h = \rightarrow$  duración nominal en horas de servicio

$L_{10}h = 20000 - 30000H$ , Anexo B14 máquinas para 8 horas de trabajo

$$a_1 = 0,44 \text{ Anexo B14}$$

$$a_{23} = 1,6 \text{ Valor asumido}$$

$$C = P \sqrt[3]{\frac{L_{10}h * \pi * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}} \quad \text{Ecuación ( 6-64)}$$

$$C = (89,84N) \sqrt[3]{\frac{20000 * 80 * 60}{1000000 * 0,44 * 1,6}}$$

$$C = 462,42$$

Con la carga dinámica calculada se seleccionó del Anexo B15 el siguiente Rodamiento rígido de Bolas 6001

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$D = 28 \text{ mm}$$

$$B = 8 \text{ mm}$$

$$C = 5,1 \text{ KN}$$

Comprobación

$$d_m = \frac{D + d}{2}$$

Ecuación ( 6-65)

$$d_m = \frac{12+28}{2}$$

$$d_m = 20 \text{ mm}$$

$$V_1 = 250 \text{ mm}^2/\text{s}; \text{ Anexo B16}$$

$$V = 250 \text{ mm}^2/\text{s}; \text{ Anexo B17}$$

$$K = \frac{V}{V_1}$$

$$K = \frac{250}{250}$$

$$K = 1$$

$$a_{23} = 0,7 \text{ Anexo B18 (pag 37) catálogo SKF}$$

$$C = P \sqrt[3]{\frac{L_{10} h * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = (89,84 \text{ N}) \sqrt[3]{\frac{20000 * 80 * 60}{1000000 * 0,44 * 1,8}}$$

$$C = 444,61 \text{ N}$$

El valor de  $C=5.1 \text{ KN}$  (Anexo B15) del rodamiento es mayor al  $C$  calculado por lo tanto se considera el mismo rodamiento.

Se selecciona: 6001

### 6.6.8.3. Sistema Neumático Pulmón.

En este sistema es fundamental determinar la presión, la distancia, ángulo de funcionamiento y diámetro del agujero por el cual se inyecta el aire para que expulse de la línea hacia la tolva de alimentación a las tapas que no se encuentran en la posición determinada para el correcto funcionamiento de la máquina orientadora.

La selección de los parámetros de funcionamiento se realizó con la construcción de un prototipo en el Laboratorio de la FICM, recolectando los datos en tablas, para ser analizados y establecer el ensayo en el que se obtiene los mejores resultados en cuanto a funcionamiento y factibilidad se refiere. Anexo C1, C2, C3 Se establece que los parámetros de uso en las máquinas orientadoras de tapas son los siguientes:

Presión del aire:	20 Psi
Distancia:	5 mm.
Ángulo:	60°
Agujero:	4.5 mm.



**Figura. 6.19:** Prototipo Neumático

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

#### 6.6.8.4. Sistema de Rieles y Volteo.

Se encarga de conducir las tapas que ya están en la posición correcta hacia la siguiente etapa del prototipo de máquina embotelladora de la FICM.

Los materiales están escogidos en base al tamaño de las tapas ya que requieren de un espacio específico para evitar atascamientos y deben tener una tolerancia mayor a la tapa; por lo tanto se selecciona un perfil L 25 x 25 x 3, ya que las medidas de este perfil cumple con los requerimientos y es de fácil obtención en el mercado, se brindó las garantías requeridas en la orientadora para conducir las tapas y para voltear las tapas fue necesario un perfil L de 40x40x4.



**Figura. 6.20:** Sistema de Volteo

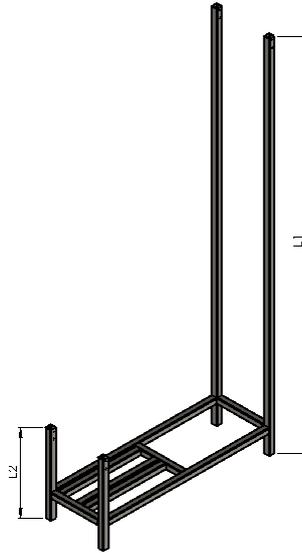
**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)



**Figura. 6.21:** Rieles de Almacenamiento de Tapas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

#### 6.6.8.5. Cálculo de la Estructura de la Máquina Orientadora de Tapas



**Figura. 6.22:** Estructura de la Máquina Orientadora de Tapas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

#### • Cálculo para Perfiles Verticales

Para determinar el tipo de tubería estructural adecuado se procede en primer lugar a calcular las columnas sobre la cual existe una carga a compresión axial representada en la **Figura. 6.22**

Se determinó las cargas que soporta la columna

Peso de las tapas en la tolva

Peso del sistema elevador

Peso del sistema de rieles y volteo

Peso del sistema de acopio

#### **Dónde:**

Nt	: Número de tapas	(720 u)
Pt	: Peso de cada tapa	(30.5 gr)
Wt	: Peso de las tapas en la tolva	(Kg)
W1	: Peso del sistema elevador	(25 Kg)
W2	: Peso del sistema de rieles y volteo	(6 Kg)

- W3 : Peso del sistema de acopio (8 Kg)  
 WT : Peso total (Kg)  
 L1 : Longitud uno (1.65 m = 64.96 pulg)  
 L2 : Longitud dos (0.36 m 14.17 pulg)

$$W_t = N_t * P_t \quad \text{Ecuación ( 6-66)}$$

$$W_t = 22 \text{ Kg}$$

$$W_T = W_t + W_1 + W_2 + W_3 \quad \text{Ecuación ( 6-67)}$$

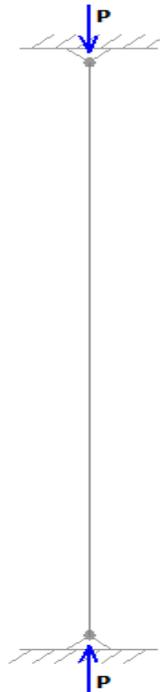
$$W_T = 61 \text{ Kg}$$

Se determinó la carga que debe soportar la estructura se procede a dividir la carga para el número de columnas.

$$W_p = \frac{W_T}{4} \quad \text{Ecuación ( 6-68)}$$

$$W_p = 15.25 \text{ Kg} = 149.45 \text{ N} = 0.0334 \text{ Klb}$$

$$P = 0.0334 \text{ Klb}$$



**Figura. 6.23:** Representación de la columna

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Se inició asumiendo una relación de esbeltez de:

$$\frac{kL}{r} = 50$$

Mediante la relación de esbeltez se determina  $F_a$ : (Anexo B19)

$$F_a = 18.35 \text{ Klb/plg}^2$$

$$P = A * F_a$$

$$A = \frac{P}{F_a}$$

Ecuación ( 6-69)

$$A = \frac{0.0334 \text{ Klb}}{18.35 \text{ Klb/plg}^2}$$

$$A = 0.00182 \text{ plg}^2$$

Con el valor del área voy al Anexo B20 para seleccionar un perfil (25 x25x1.5)

Dónde:

A	: Área	(1.35cm <sup>2</sup> )
I	: Inercia	( 1.21 cm <sup>4</sup> )
h	: Alturas	(180 mm)
W	: Peso	(1.12 Kg/m)
$F_a$	: Esfuerzo permisible	$\text{Klb/plg}^2$

Con los valores obtenidos en el catálogo procedemos a calcular el radio de giro

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Ecuación ( 6-70)

$$r = 0.94 \text{ cm} = 0.37 \text{ pulg}$$

Comprobación columna uno

$$\frac{KL}{r}$$
$$\frac{1 * 64.96}{0.37} = 175$$

Mediante la relación de esbeltez se determina  $F_a$  del Anexo B19:

$$F_a = 5.17 \text{ Klb/plg}^2$$

$$P = F_a * A$$

$$P = 5.17 \text{ Klb/plg}^2 * 0.21 \text{ plg}^2$$

$$P = 1.085 \text{ Klb}$$

$$1.085 \text{ Klb} > 0.0334 \text{ Klb}$$

Factor de seguridad

$$n = \frac{S_y}{F_a} \quad \text{Ecuación ( 6-71)}$$

$$n = \frac{248.57 \text{ MPa}}{35.72 \text{ MPa}}$$

$$n = 35.7$$

Comprobación columna dos

$$\frac{KL}{r}$$
$$\frac{1 * 14.17}{0.37} = 38.29$$

Mediante la relación de esbeltez se determina  $F_a$  del Anexo B19:

$$F_a = 19 \text{ Klb/plg}^2$$

$$P = F_a * A \quad \text{Ecuación ( 6-72)}$$

$$P = 19 \text{ Klb/plg}^2 * 0.21 \text{ plg}^2$$

$$P = 4 \text{ Klb}$$

$$4 Klb > 0.0334 Klb$$

Factor de seguridad

$$n = \frac{S_y}{F_a} \quad \text{Ecuación ( 6-73)}$$

$$n = \frac{248.57 MPa}{131.1 MPa}$$

$$n = 1.9$$

### Selección del perfil horizontal

El peso se divide para el número de vigas

**Dónde:**

- N** : Número de vigas (2 u)
- WT** : Peso total (61 Kg )
- L** : Longitud de la viga (2.2 m)
- Wv** : Peso en cada viga (Kg/m)

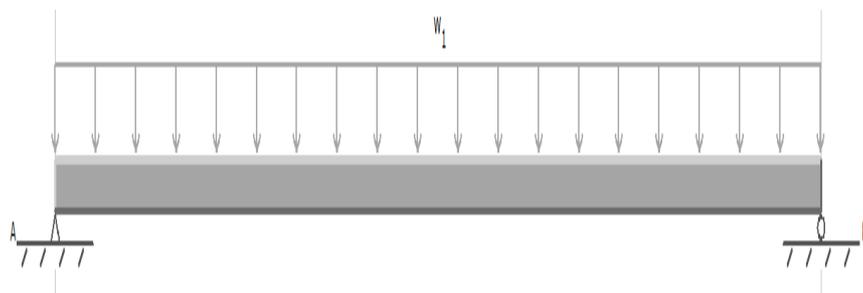
$$W = W_T/2 \quad \text{Ecuación ( 6-74)}$$

$$W = 30.5 Kg$$

$$W_v = W/L \quad \text{Ecuación ( 6-75)}$$

$$W_v = \frac{30.5 Kg}{2.2 m}$$

$$W_v = 13.56 Kg/m$$



**Figura. 6.24:** Diagrama de Cuerpo Libre para Viga

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

## Cálculo de Reacciones y Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector

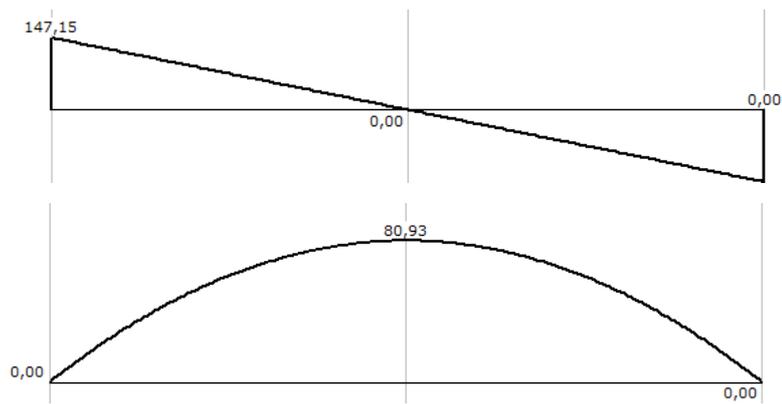
$$R_A = R_B = \frac{W_v * L}{2} \quad \text{Ecuación ( 6-76)}$$

$$R_A = R_B = 147.15N$$

$$M = \frac{W_v * X}{2} (L - X) \quad \text{Ecuación ( 6-77)}$$

$$x = L/2$$

$$M = \frac{13.56 * 1.1}{2} (2.2 - 1.1) M = 80.93 \text{ N} * m$$



**Figura. 6.25:** Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector para las vigas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

- **Cálculo del Esfuerzo Permisible**

$$F_b = 0.6 * F_y$$

$$F_b = 0.6 * (248 \text{ MPa})$$

$$F_b = 148.80 \text{ MPa}$$

- **Cálculo del Módulo de Sección**

$$\sigma_{req} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{F_b}$$

Ecuación ( 6-78)

$$\sigma_{req} = \frac{80.93 \text{ N} * \text{m}}{148.80 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$\sigma_{req} = 5.55 \times 10^{-7} \text{ m}^3 = 0.555 \text{ cm}^3$$

Con el valor módulo de sección tomado del Anexo B21, se selecciona una platina que cumpla el requerimiento (Plt. 65 x 6).

**Dónde:**

- a : Base ( 6 mm)
- b : Altura ( 65 mm)
- I<sub>x</sub> : Inercia en x (cm<sup>4</sup>)
- σ<sub>x</sub> : Módulo de sección (cm<sup>3</sup>)

$$I_x = \frac{a * b^3}{12} \quad \text{Ecuación ( 6-79)}$$

$$I_x = \frac{0.6 \text{ cm} * 6.5 \text{ cm}^3}{12}$$

$$I_x = 13.73 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_x = \frac{a * b^2}{6} \quad \text{Ecuación ( 6-80)}$$

$$\sigma_x = \frac{0.6 \text{ cm} * 6.5^2 \text{ cm}^2}{6}$$

$$\sigma_x = 4.22 \text{ cm}^3$$

Comprobación:

Mediante el esfuerzo máximo que se produce:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\sigma_x}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{80.93 \text{ Nm}}{2.11 * 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 18.95 \text{ MPa}$$

- **Factor de Seguridad**

$$n = \frac{S_y}{fb} \quad \text{Ecuación ( 6-81)}$$

$$n = \frac{248 \text{ MPa}}{18.95 \text{ MPa}}$$

$$n = 13.08$$

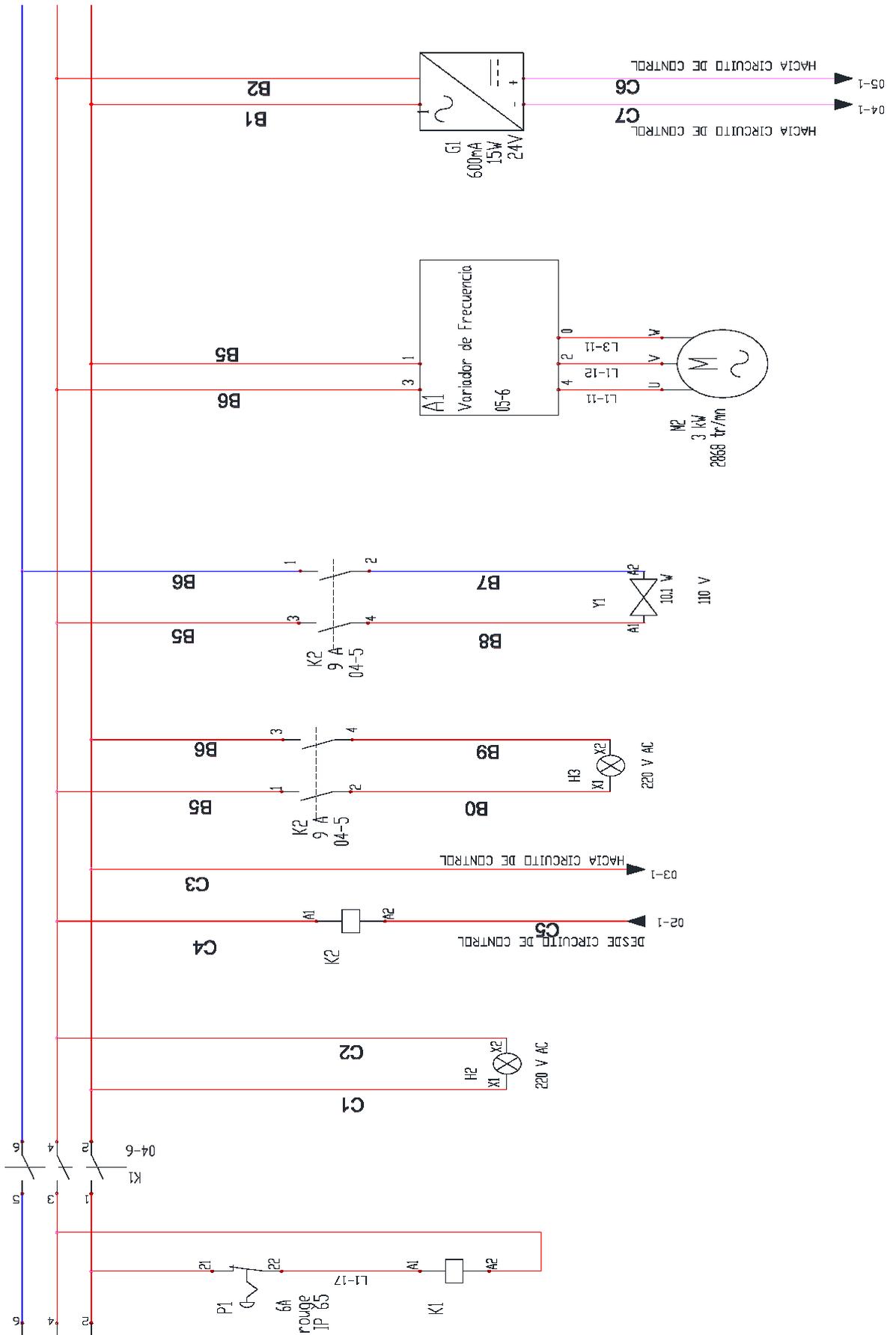
Con los valores calculados se obtiene un factor de seguridad satisfactorio por lo que se selecciona la platina de (65 x6) mm

#### **6.6.8.6. Diseño del Sistema Eléctrico y Control**

Para determinar los elementos que forman parte de los circuitos de control y potencia se debe tomar en cuenta los procesos que se va realizar

- **Circuito de Potencia**

Para los componentes del circuito de potencia se debe revisar el mismo y delimitar el tipo de corriente que se va a usar. La corriente será bifásica de 220 V ya que esto sirve para el motor y el solenoide.



**Figura. 6.26:** Diagrama de Potencia

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

### **Motor**

El motor calculado anteriormente es de 0.5 Hp y sus características de funcionamiento se encuentra en el Anexo C2

#### **Dónde:**

V	: Voltaje	( 220 v)
I	: Corriente de Accionamiento en el Arranque	( 9.8 A)
F	: Frecuencia	(60 Hz)

### **Solenoides**

El solenoide de la electroválvula seleccionada tiene la siguiente característica Anexo C3

#### **Dónde:**

V	: Voltaje	( 110 v)
I	: Corriente	( 0.09 A)
F	: Frecuencia	(60 Hz)

### **Fuente**

La fuente a utilizar cumple con las siguientes características de funcionamiento Anexo C4

#### **Dónde:**

Ve	= Voltaje entrada	( 220 V bifásico)
I	= Corriente	( 0.6 A)
F	= Frecuencia	(60 Hz)
VS	= Voltaje salida	(24 V DC)

### **Variador de Frecuencia**

La selección del variador de frecuencia está en función del torque del motor. Otro factor importante en la selección es que dicho equipo se encuentre en el

Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Mecánica y el código del Variador es CIMR-V7CCB2PZ (Anexo C4)

**Dónde:**

- V : Voltaje Monofásico ( 220)
- CC : Operador Digital Sin Volumen
- 2P2 : Operación Máxima (2,2 KW)

**Luz Piloto**

Es un indicador el cual muestra las condiciones de funcionamiento del sistema fácilmente. Anexo C7

Dónde:

- V : Voltaje ( 220)
- A : Amperaje de trabajo (< 20 m A)

**Contactador K2**

Para la selección del contactor K2 se toma en cuenta los equipos que van a ser activados.

Cálculo del amperaje requerido: Es la suma de los amperajes que intervienen en los bornes de los contactos.

A = Amp. Selenoide + Amp. Luz Piloto

A = 20 mA + 50 mA

A = 70 mA

Por lo tanto se selecciona el modelo C8DN9P5 (Anexo C8)

Que tiene las siguientes características:

**Dónde:**

- V : Voltaje De enclavamiento ( 220)
- N : Número de Contactos ( 3 NA)
- Na : Número de contactos Auxiliares ( 1 NA)

- A : Corriente Máxima de operación (9 A)
- Ac : Corriente de estación (0.3 A)

### **Contactador K1**

Para la selección del contactor K1 se toma en cuenta los equipos que van a ser activados.

$A = A \text{ del motor} + A \text{ de la solenoide} + A \text{ de las Luces Piloto} + A \text{ de la fuente} + Ac$

$A = 9.8 \text{ A} + 0.05 \text{ A} + (0.2 * 2) \text{ A} + 0.6 \text{ A} + 0.3 \text{ A}$

$A = 10.8 \text{ A}$

Por lo que se seleccionó un contactor C8DN12P5 (ANEXO C8)

### **Dónde:**

- V : Voltaje De enclavamiento ( 220)
- N : Número de Contactos ( 3 NA)
- Na : Número de contactos Auxiliares ( 1 NA)
- A : Corriente Máxima (12 A)
- Ac : Corriente de estación (0.3 A)

### **Breakers**

Para la selección del breakers se toma en cuenta todos los componentes del circuito y el número de líneas del mismo, ya que de esto depende el funcionamiento del mismo

Por lo que se selecciona Breakers B7193816H (ANEXO C9)

### **Dónde:**

- V : Voltaje De enclavamiento ( 220)
- N : Número de líneas ( 3 u)
- A : Corriente Máxima (16 A)

## **Pulsador Paro de Emergencia**

Para la selección del paro de emergencia se toma en cuenta el funcionamiento del mismo, así como la corriente que va pasar por el

Por lo que se selecciona Paro de Emergencia 3SA5-BS542 (ANEXO C10)

El accesorio más importante del paro de emergencia es el Bloque de contactos ya que el paro de emergencia por si solo no puede trasportar el energía

Dónde:

V	:	Voltaje	( 220)
C	:	Contacto normalmente cerrado	(NC)
A	:	Corriente Máxima	(6 A)

## **Enchufe**

Para la selección del Enchufe se considera el tipo de toma y el voltaje que existe en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

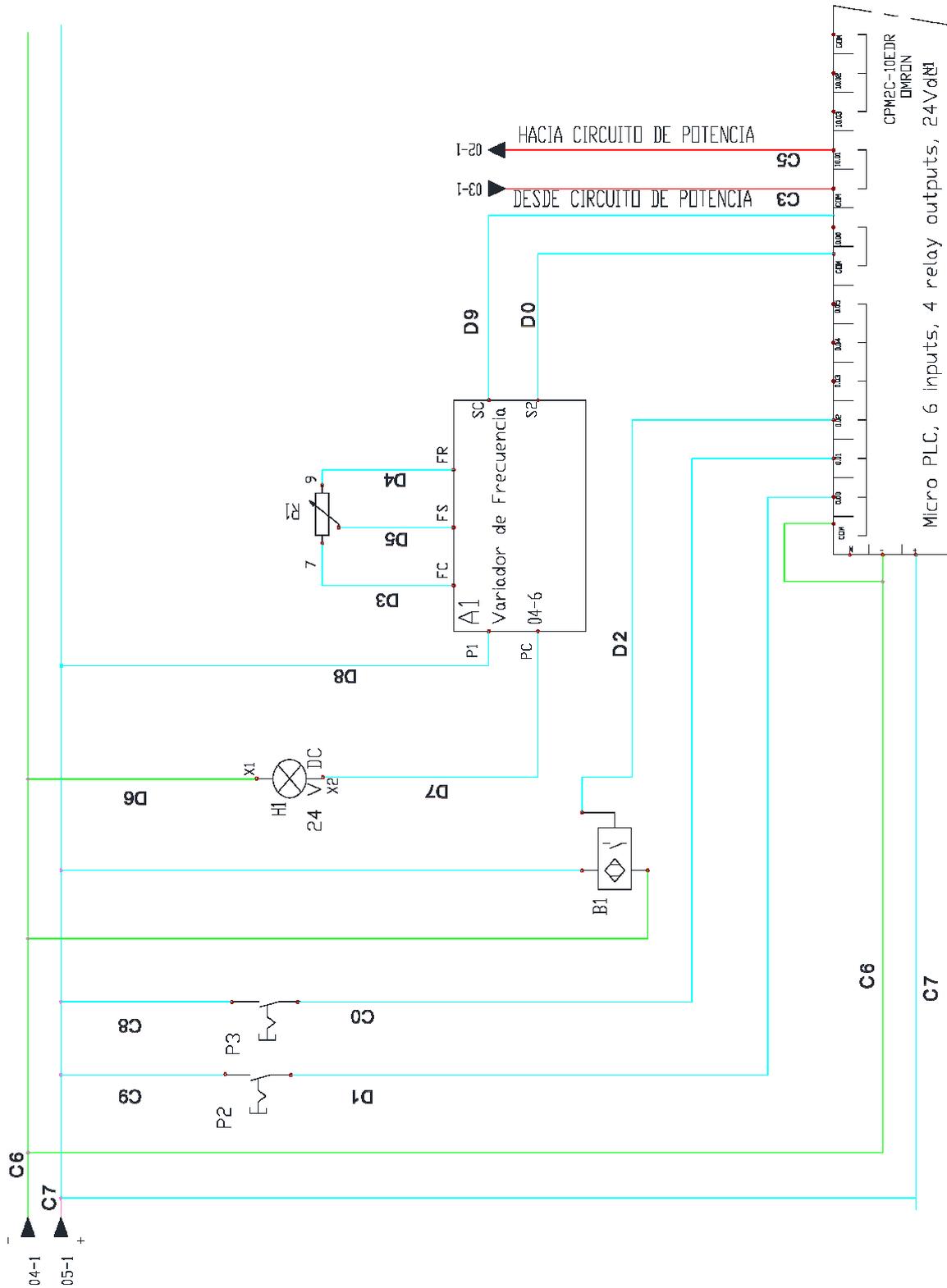
Por lo que se seleccione un Enchufe trifásico angular 3x50 (ANEXO C11)

Dónde:

C	:	Contacto macho	
A	:	Corriente Máxima	(50 A)
N	:	Número de contactos	(3 u)

- **Circuito de Control**

Para determinar los componentes del circuito de control se debe revisar el diagrama y tener en cuenta la corriente de accionamiento de cada uno de ellos.



**Figura. 6.27:** Diagrama de Control

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

## **PLC**

La selección del PLC se basa en el número de entradas y salidas que necesitaremos para hacer funcionar la máquina correctamente así como si las salidas son capacitivas o de bobina, la alineación del PLC. Un factor importante será que el PLC y el software del PLC a utilizar se encuentren en el laboratorio de Automatización y Control.

Se selecciona el PLC CPM2C (ANEXO C12)

### **Dónde:**

V	: Voltaje de funcionamiento	(24 VDC)
C	: Consumo	(4W)
E	: Entradas 24 VDC	(6 u)
S	: Salidas relé	(4 u)

## **Pulsador**

Los pulsadores P2 y P3 tienen las siguientes características Anexo C13

El bloque de contacto tiene las siguientes características Anexo C14

### **Dónde:**

V	: Voltaje de funcionamiento	(24 VDC)
C	: Contacto normalmente abierto	(NA)

## **Sensor Fotoeléctrico**

Para detectar las tapas colocamos un sensor el cual activa el sistema pulmón.

E3F2-DS10Z1-N 2M (Anexo C15)

### **Dónde:**

V	: Voltaje de funcionamiento	(24 VDC)
C	: Contacto normalmente abierto	(NA)

### **Potenciómetro**

La función del potenciómetro es variar la frecuencia del variador para determinar el valor del potenciómetro revisamos el Anexo B35, el valor del potenciómetro es de 10K

### **Luz Piloto**

Es un indicador el cual muestra las condiciones de funcionamiento del sistema fácilmente. Anexo C6

#### **Dónde:**

V	: Voltaje	( 24 DC)
A	: Amperaje de trabajo	( 10 mA máximo )
N	: Número de cables	( 4 u )
SC	: Sin cinta reflectante	
D	: Distancia de señal	(0.1 m (fixed) )

- **Tipo de Cable**

Para la selección del tipo de cable tenemos que tener en cuenta el número de líneas así como el amperaje que pasa por cada sección del circuito. Como las especificaciones técnicas de los distintos equipos

### **Circuito de Potencia Alimentación**

Para la alimentación tenemos tres líneas y un amperaje de 16 A por lo que se selecciona 3 X 12 Calibre AWG (Anexo C1)

#### **Dónde:**

A	: Amperaje de trabajo	( 20 A Maximo )
N	: Número de cables	( 3 u )

### **Circuito de Alimentación Motor y Variador de Frecuencia**

Para el circuito de alimentación del motor nos basamos en las especificaciones del variador e frecuencia 14 Calibre AWG (Anexo C6)

### **Circuito de Alimentación Contactores**

En este circuito se cable 16 Calibre AWG (Anexo C1). Con las siguientes características

#### **Dónde:**

A : Amperaje de trabajo ( 15 A Maximo )  
N : Número de cables (1 u )

### **Circuito de Potencia en Equipos**

Para los demás equipos como luces piloto, solenoide, etc. Se usó cable Calibre 18 AWG (Anexo C1)

#### **Dónde:**

A : Amperaje de trabajo ( 10 A Maximo )  
N : Número de cables (1 u )

### **Circuito de Control**

Para el todo el circuito de control se usó cable 18 Calibre AWG (Anexo C1). Con las siguientes características ya que es más delgado que se consigue en el mercado

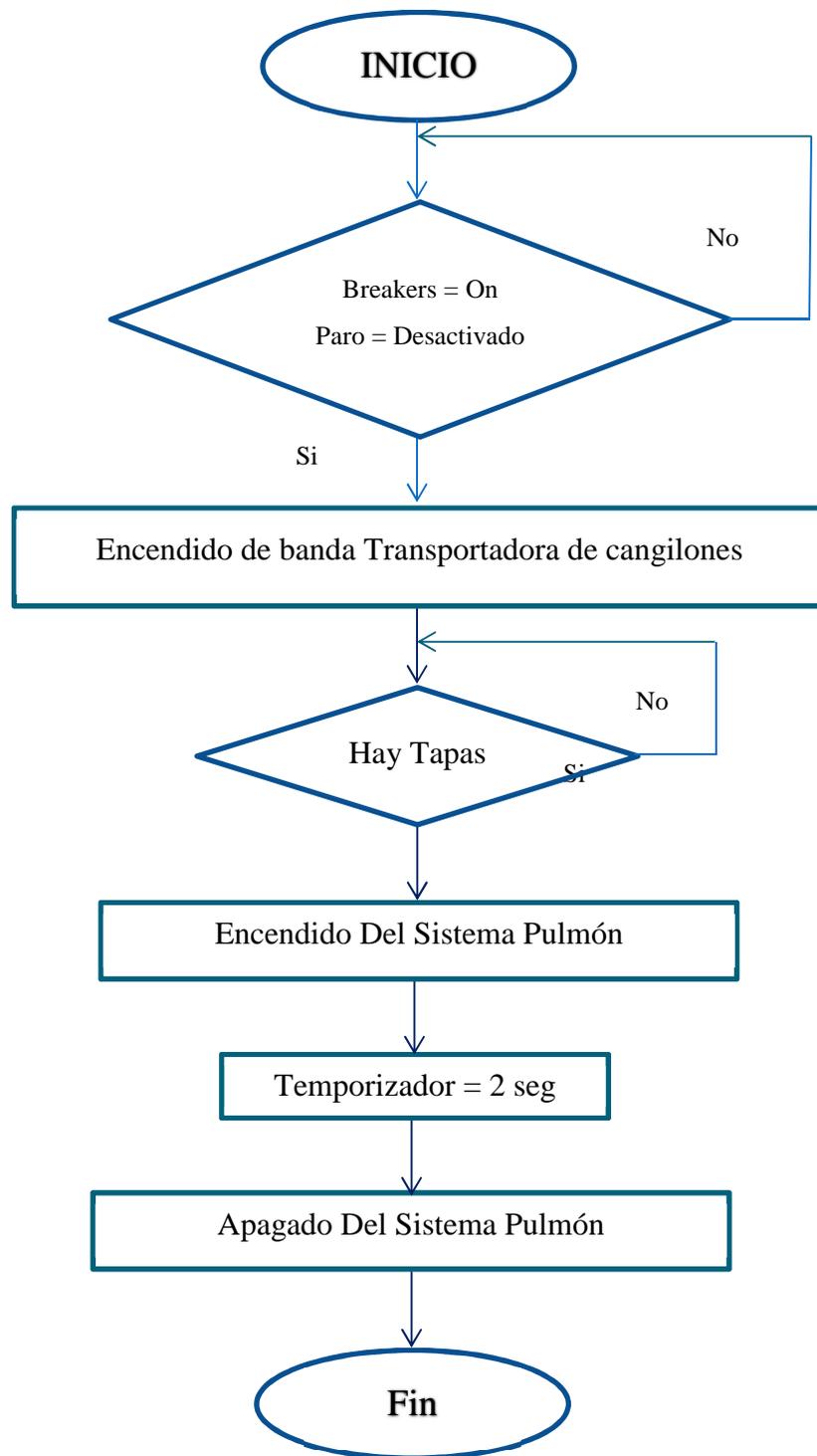
#### **Dónde:**

A : Amperaje de trabajo ( 10 A Maximo )  
N : Número de cables (1 u )

En la parte de control del variador de frecuencia nos basamos en las especificaciones del mismo 18 Calibre AWG (Anexo C6)

- **Lógica de Funcionamiento**

Para determinar la lógica de funcionamiento de la máquina orientadora de tapas se realizó el diagrama de flujo el cual se muestra en la Figura. 6.28

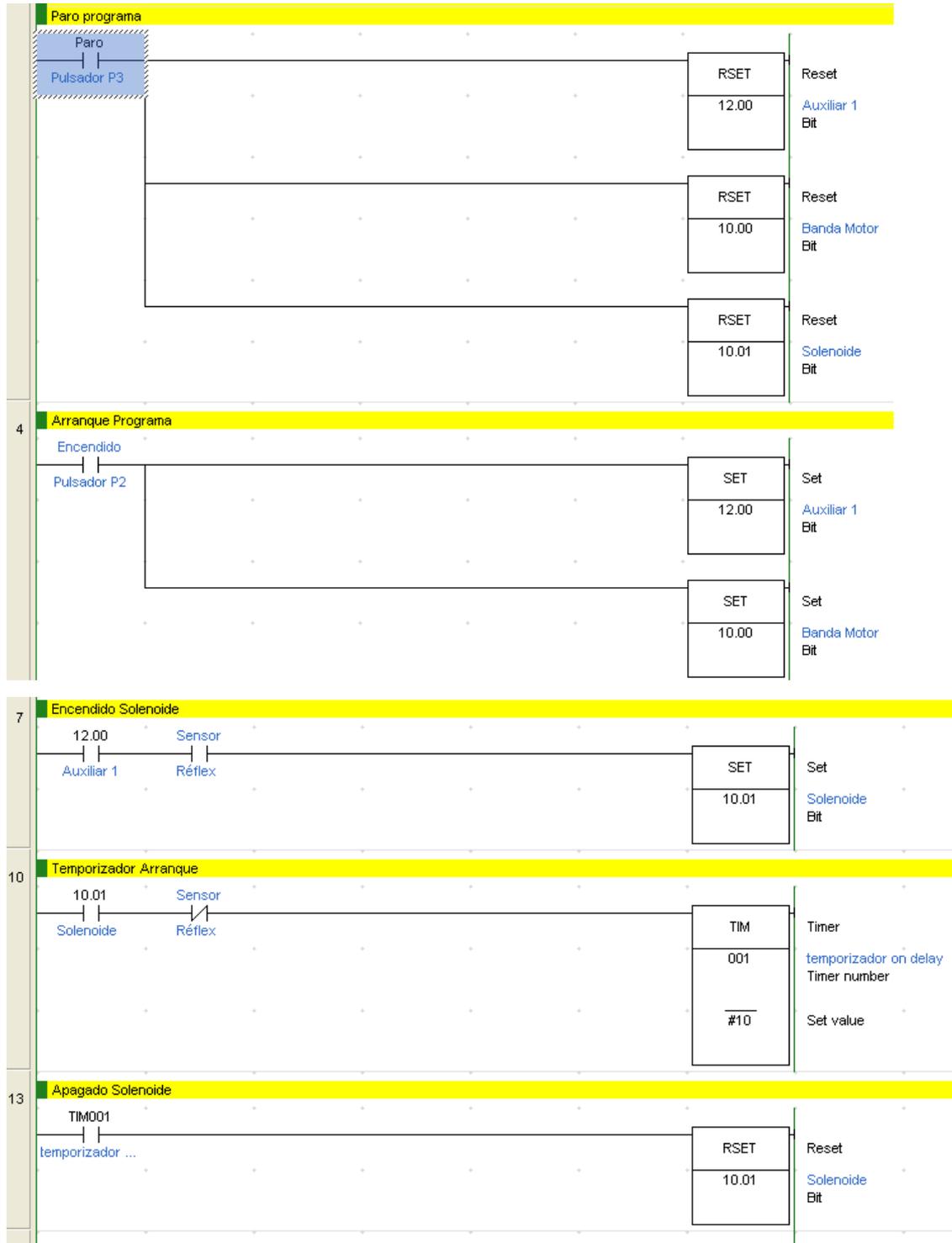


**Figura. 6.28:** Diagrama De Flujo

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

A continuación se indica en la

**Figura. 6.29** la codificación que se realizó para luego almacenar en el PLC CPM2C



**Figura. 6.29 :** Programación del PLC

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

## 6.6.9. Pruebas del Prototipo de Orientadora de Tapas

### 6.6.9.1. Orientación de Tapas Manual

Para determinar tiempos de la orientación de tapas se realizó varias pruebas manuales las cuales permiten verificar la hipótesis.

#### Proceso de Orientación Manual de Tapas.

Se procede a elevar las tapas del contenedor en donde se encuentran almacenadas hacia el mesón.



**Figura. 6.30:** Elevación De Tapas Paso 1

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Ubicación de las tapas en la posición requerida



**Figura. 6.31:** Elevación de Tapas Paso 2

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Luego de ubicar las tapas en la posición requerida se procede a ubicarlas en forma lineal.



**Figura. 6.32:** Alineación de Tapas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Finalmente se tiene las tapas alineadas y en la posición deseada.



**Figura. 6.33:** Tapas Alineadas

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

De lo cual se obtiene la siguiente tabla de resultados con los parámetros establecidos de elevación y alineación.

**Tabla 6.8 : Tiempos Y Orientación Manual**

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>					
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>					
<b>CARRERA DE INGENIERÍA MÉCANICA</b>					
<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>					
<b>ORIENTACIÓN DE TAPAS MANUAL</b>					
Lugar: Laboratorio de Automatización					
Investigador: Ladislao Cuesta					
N	Tiempo de orientación de 10 tapas(seg)			Tapas Orientadas	
	elevación	alineación	Tiempo total	1 Minuto	1 Hora
1	18,5	10,5	29	21	1241
2	17,5	13,5	31	19	1161
3	16,2	12,8	29	21	1241
4	20,5	15,5	36	17	1000
5	16,5	13,8	30,3	20	1188
6	18,9	12,5	31,4	19	1146
7	21,15	13,6	34,75	17	1036
8	22	13,5	35,5	17	1014
9	17,65	10,4	28,05	21	1283
10	16,6	11,9	28,5	21	1263
11	17,2	14,1	31,3	19	1150
12	19,21	17,3	36,51	16	986
13	15,16	17	32,16	19	1119
14	19,67	19,2	38,87	15	926
15	18,9	19	37,9	16	950

Fuente: El Autor (Israel Cuesta)

Al finalizar las pruebas manuales se tomó un promedio de la misma.

\

**Tabla 6.9:** Tiempo Promedio

ORIENTACIÓN DE TAPAS MANUAL				
TIEMPO DE ORIENTACIÓN DE TAPAS(seg)		Tapas Orientadas		
		1 Minuto	1 Hora	(8 horas)
10 tapas Tiempo promedio	32,68	19	1114	8910

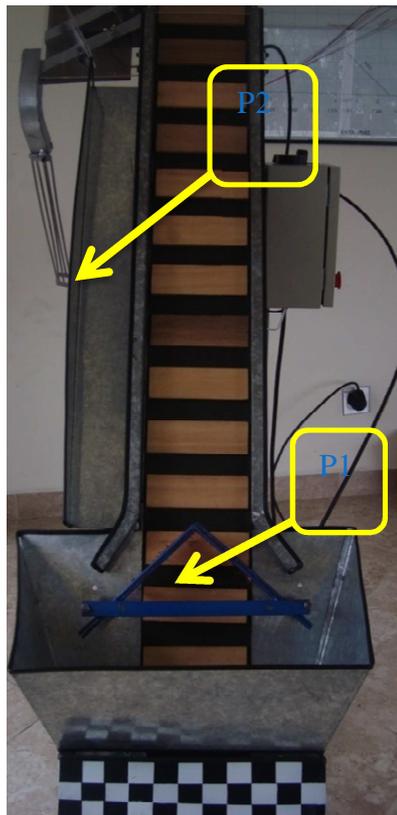
Fuente: El Autor (Israel Cuesta)

### 6.6.9.2. Orientación de Tapas Automático

Para obtener datos de la orientación automática de tapas se impuso dos puntos de control los cuales son:

P1: Arriba de la escobilla

P2: Al final del riel.



**Figura. 6.34:** Puntos de Control para Toma de Datos

Fuente: El Autor (Israel Cuesta)

Se utilizó frecuencias entre los 15 Hz y 50 Hz, ya que frecuencias menores de 15 Hz evitan que la banda eleve las tapas, y frecuencias mayores a 50 Hz provocan atascamientos y deterioro de las tapas. Limitando el funcionamiento de la máquina orientadora.

**Tabla 6.10:** Tiempo y orientación automática

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA MÉCANICA						
FICHA DE OBSERVACIÓN						
ORIENTACIÓN DE TAPAS AUTOMÁTICO						
Lugar: Laboratorio de Automatización						
Investigador: Ladislao Cuesta						
Frecuencia De Salida (Hz)	# De Tapas En Tolva	Tiempo Total (seg)	Tiempo total Promedio(seg)	Producción Tapas Orientadas		
				(1 min)	(1 hora)	(8 horas)
50	150	95	92,5	97	5838	46703
50	150	90				
45	150	84	86,5	104	6243	49942
45	150	89				
40	150	78	76,5	118	7059	56471
40	150	75				
35	150	74	75	120	7200	57600
35	150	76				
30	150	92	88,5	102	6102	48814
30	150	85				
25	150	80	78,5	115	6879	55032
25	150	77				
20	150	100	97,5	92	5538	44308
20	150	95				
15	150	155	157,5	57	3429	27429
15	150	160				

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

#### **6.6.10. Interpretación de Datos**

La selección de la máquina orientadora de tapas se la realiza por medio de los análisis ponderados que establecen la mejor opción para suplir las necesidades requeridas por el prototipo de embotelladora.

La Tabla 6.8 reúne los tiempos en los que se demora una persona en alinear las tapas de forma manual, siguiendo los parámetros que caracterizan a la máquina orientadora ya seleccionada.

Para una comparación entre la orientación de tapas manual y automática, se establecen tiempos que emplea la máquina orientadora seleccionada con diferentes frecuencias, detallados en la Tabla 6.10.

### **6.7. Metodología, Modelo Operativo**

Al culminar con el diseño de la máquina se procede a la construcción de la misma, para esta etapa se debe tomar en cuenta que la disposición y forma de cada uno de los elementos de la máquina sean lo más cuidadosamente realizados, de tal manera que cumplan con la función para la cual fueron diseñados. A continuación se detallan el proceso de construcción utilizado para cada uno de los elementos.

#### **6.7.1. Tolvas**

Tolva 1: Este elemento se construyó con acero galvanizado de espesor de 1,1mm en primer lugar se realizó las matrices de corte posteriormente se realizó los cortes con plasma por las formas de los dobleces, los mismos que se realizan con una dobladora de muelas, se perforó y finalmente se soldaron las uniones con electrodo E 6011



**Figura. 6.35:** Tolva 1

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Tolva 2: Este elemento se construyó con acero galvanizado de espesor 1.1mm en primer lugar se realizó las matrices de corte posteriormente se realizó los cortes con plasma por las formas de los dobleces, lo mismo que se los realizó con una dobladora de muelas y se perforó.



**Figura. 6.36:** Tolva 2

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

### **Banda Transportadora**

Este elemento se construyó con tela impermeable para carpas de espesor de 1mm se cortó a la medida indicada, luego se procedió a unir con pegamento entre bandas para finalmente ser cosida.



**Figura. 6.37:** Banda

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

## Rodillos

Impulsado: Este elemento se construyó con eje de nylon de 2.2 pulg de diámetro y cubierto de caucho de 1.5mm de espesor para la construcción se empezó por refrentar y cilindrar en el torno, luego se realizó las perforaciones y se torneó el interior del mismo al final se procedió a pegar y remachar el caucho en la cara exterior del rodillo de nylon.



**Figura. 6.38:** Impulsado

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

Impulsor: este elemento se construyó con eje de nylon de 2.2 pulg de diámetro y cubierto de caucho de 1.5mm de espesor, para la construcción se inició por refrentar en el torno, perforar, fresar la base del chavetero y finalmente se procedió a pegar, remachar el caucho en la cara exterior del rodillo de nylon.



**Figura. 6.39:** Impulsor

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

### **Cangilones**

Este elemento se realizó con madera y sus dimensiones son las siguientes: 6x60x180 mm para su elaboración se procedió en primer lugar a cortar, cepillar y lijar



**Figura. 6.40:** Cangilón

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

### **6.7.2. Estructura**

Toda la estructura esta elaborada con tubo cuadrado de 25x25x2 mm. La forma y dimensiones de la misma obedecen a condiciones de funcionalidad, las cuales se establecieron anteriormente en el diseño.

Finalmente la forma queda como se muestra en la figura 6.41 Para su realización el primer paso es medir y cortar todos los elementos luego se procedió a soldar los mismos

**Rieles laterales** las rieles están construidas con platina de PLT 65X6 mm. Para la elaboración de las rieles en primer lugar se cortó todos los elementos y luego se procedió a soldar con electrodo E6011 después se procedió a taladrar



**Figura. 6.41:** Estructura

Fuente: El Autor (Israel Cuesta)

## **6.8. Administración.**

La sección que se desarrolla a continuación abarca los costos totales económicos que se invirtió para el diseño, construcción y funcionamiento de la máquina.

Los rubros del presente proyecto se dividieron en los siguientes ítems:

Materiales

- Mecánicos
- Eléctricos
- Varios

### **6.8.1. COSTOS MATERIALES**

En la siguiente tabla se describen los materiales utilizados para la construcción los cuales se dividirán en mecánicos y eléctricos con sus respectivos precios unitarios

**Tabla 6.11: Materiales Mecánicos**

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
1	Ángulo 25x25x3	U	2	15.00	30.00
2	Ángulo de 40x40x3	M	1	8.00	8.00
3	Banda	U	2	15.00	30.00
4	Banda transportadora 192X4.2 mm	U	1	100.00	100.00
5	Catalizador	Lt	2	9.50	19.00
6	Caucho sintético	M	1	50.00	50.00
7	Eje de 1/4	U	1	7.00	7.00
8	Eje de acero 1020 1"	cm	70	0.30	21.00
9	Eje de NYLON 1.5"	cm	15	0.60	9.00
10	Eje de NYLON 2.5"	cm	70	0.80	56.00
11	Electrodos 6011	Lt	1	2.50	2.50
12	Esmalte transparente	Lt	2	15.00	30.00
13	Fondo	Lt	2	7.00	14.00
14	Manguera plástica de 6 mm	M	3	1.30	3.90
15	Manguera plástica de 8 mm	M	5	2.00	10.00
16	Masilla	K	1	6.25	6.25
17	Perno Alen 12X100 avellanado	U	2	2.65	5.30
18	Perno de 13X250 mm	U	2	10.00	20.00
19	Pernos Alen de 1/4X4	U	16	0.50	8.00
20	Pernos de 1/4X4 galvanizados	U	5	0.50	2.50
21	Pernos de 6X30 galvanizados	U	10	1.00	10.00
22	Pernos de 8X150 mm galvanizado	U	2	5.50	11.00
23	Pintura blanca	Lt	1	15.00	15.00
24	Pintura color azul poliuretano	Lt	2	15.00	30.00
25	Pintura negra	Lt	1.5	15.00	22.50
26	Pintura Plateada	Lt	1	7.00	7.00
27	Plancha de tol galvanizado 1.20x2.40x 1.1m	U	1	65.00	65.00
28	Platina de 12X3	U	1	7.00	7.00

**Tabla 6.11 (Cont.)**

29	Platina d 25x3	U	1	10.00	10.00
30	Platina de 65x6	U	1	50.00	50.00
31	Polea A 2"	U	1	4.00	4.00
32	Polea A 2.5"	U	1	5.00	5.00
33	Polea A 5"	U	2	10.00	20.00
34	Polea A 8"	U	1	16.00	16.00
35	Racor reductor de 8 6	U	1	3.50	3.50
36	Racores 6 mm	U	3	1.50	4.50
37	Reductor de 1 20	U	1	45.00	45.00
38	Rodamientos SKF 6201	U	2	6.00	12.00
39	Rodamientos UCFL 201	U	2	15.00	30.00
40	Rodelas plana de 1/4	U	100	0.05	5.00
41	Tiñer poliuretano	Lt	4	3.25	13.00
42	Tornillos de 6X40 mm galvanizados	U	20	0.10	2.00
43	Tornillos de 6X7 mm galvanizados	U	4	0.50	2.00
44	Tubo cuadrado 25x25x2	U	2	25.00	50.00
45	Tubo de medio cedula 40	M	1	10.00	10.00
46	Tuerca 1/4 con retenedor	U	16	0.75	12.00
47	Tuerca 13 mm	U	2	2.00	4.00
48	Tuercas de 1/4 galvanizadas	U	5	0.25	1.25
49	Tuercas de 12 mm	U	2	2.00	4.00
50	Tuercas de 6 mm galvanizadas	U	24	0.15	3.60
51	Tuercas de 8 mm galvanizado	U	6	1.00	6.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>912.80</b>

Fuente: El Autor (Israel Cuesta)

**Tabla 6.12:** Materiales Eléctricos

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO \$</b>	<b>PRECIO TOTAL \$</b>
1	Alambre N° 14 azul	M	5	1.00	5.00
2	Alambre N° 14 rojo	M	5	1.00	5.00
3	Alambre N° 14 verde	M	5	1.00	5.00
4	Alambre N° 16 azul	M	10	1.25	12.50
5	Alambre N° 16 rojo	M	10	1.25	12.50
6	Alambre N° 16 verde	M	10	1.25	12.50
7	Breker trifásico	U	1	17.50	17.50
8	Cable Multipar N° 20 de 6 hilos	M	7	3.00	21.00
9	Cable Multipar N° 14 de 3 hilos	M	6	7.00	42.00
10	Canaleta 15X10	U	1	3.00	3.00
11	Canaleta Industrial de 25X25 mm	U	2	6.00	12.00
12	Conector macho trifásico	U	1	6.50	6.50
13	Electroválvula	u	1	40.00	40.00
14	Luces piloto 220 v	u	3	5.00	15.00
15	Luces piloto 24 v	u	2	5.40	10.80
16	Motor DE 1/2 HP 1720 RPM	u	1	130.00	130.00
17	Potenciómetro 10 k	u	1	1.50	1.50
18	Pulsador paro de emergencia	u	1	7.00	7.00
19	Pulsadores	u	3	3.50	10.50
20	Relé 220 v	u	2	25.00	50.00
21	Terminales en U alambre 16	u	50	0.25	12.50
22	Terminales Planos alambre 16	u	20	0.25	5.00
23	Terminales Planos alambre 18	U	100	0.06	6.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>442.80</b>

Fuente: El Autor (Israel Cuesta)

**Tabla 6.13 :** Mecánicos + Eléctricos

<b>TOTAL MECÁNICOS + ELÉCTRICOS</b>				<b>1355.60</b>
-------------------------------------	--	--	--	----------------

Fuente: El Autor (Israel Cuesta)

**Tabla 6.14 : Costos Varios**

N°	Descripción	Unidad De Medida	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Total \$
1	CD	Docena	1	7.00	7.00
2	Hojas	Resmas	4	4.00	16.00
3	Impresiones por hoja	Resmas	2	50.00	100.00
4	Internet	Hora	30	0.90	27.00
5	Tintas	Sistema	1	65.00	65.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>215.00</b>
Servicios Básicos e Imprevistos					
N°	Descripción	Unidad De Medida	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Total \$
1	Almuerzos	unidad	200	2.75	550.00
2	Luz	Kilovatio	24	10	240.00
3	Combustible	Litros	12	10.00	120.00
4	Imprevistos				100
<b>SUBTOTAL</b>					<b>1010.00</b>

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Tabla 6.15: Total Suministros**

<b>Total Suministros De Oficina + Servicios Básicos</b>				<b>1225.00</b>
---	--	--	--	----------------

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

**Tabla 6.16: Costo Total**

Descripción	Valor
Total Mecánicos + Eléctricos	1355.60
Total Suministros de Oficina + Servicios Básicos	1225.00
Total	2580.60

**Fuente:** El Autor (Israel Cuesta)

## **6.9. Previsión de la evaluación.**

El prototipo de la máquina orientadora de tapas cinta pulmón, para la propuesta debe tener un plan de evaluación a fin de un mejoramiento de sus resultados.

La orientadora de tapas está construida para formar parte del prototipo de embotelladora del área de Control y Automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por lo tanto su funcionamiento debe estar acorde con el resto de equipos que componen la embotelladora.

Principalmente uno de los parámetros que se deben controlar es la velocidad del motor, la frecuencia con la que trabaja el mismo y la presión del aire que es fundamental en el funcionamiento de la máquina.

Otro aspecto relevante es el material de las tapas que en este caso es para bebidas carbonatadas ya que el material del que están constituidas es más resistente, siendo idóneo para este tipo de orientadora.

En un futuro se espera que en el Laboratorio de Control y Automatización se implementen más equipos con la finalidad de fortalecer el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

### **6.9.1. Conclusiones.**

- La máquina puede trabajar a diferentes velocidades dentro de un rango establecido por el variador de frecuencia, pudiendo orientar el mayor número de tapas según la necesidad.
- Con la implementación del sistema orientador de tapas se comprueba que el prototipo diseñado y construido se ajusta a las exigencias del prototipo de embotelladora mejorando así la producción.

- La utilización de la orientadora de tapas reduce el tiempo de colocación de las tapas en un solo sentido con respecto a un orientado manual.

### **6.9.2. Recomendaciones.**

- Las botellas que se van a etiquetar deben estar llenas para vencer la resistencia generada por la escobilla, caso contrario los envases perderán estabilidad y se aceran durante la operación de etiquetado.
- No trabajar fuera del rango de velocidades establecidas porque los envases a etiquetar pierden estabilidad y se caen durante el transporte, además porque provoca pérdidas de etiqueta debido a que el sensor no envía las señales al PLC a tiempo para lograr el apagado del motor del sistema rebobinador.
- Regular el sistema elevador luego de colocar el rollo de etiquetas para evitar que las mismas salgan muy abajo o muy arriba en placa separadora y se peguen mal en el envase a etiquetar.

## BIBLIOGRAFÍA

- NARANJO, G. (2004). Tutoría de la Investigación Científica. Quito – Ecuador: Editorial diemerino.
- CSI, Closure systems International, Web (<http://www.csiclosures.com/>)
- Ingeniería y tolerancia de lacteos , Web (<http://www.inteclac.com.mx/somos.html>)
- Cruz Valera, J. (2010). Clasificador automático de tapas rosca de plástico para procesos de producción continua, basado en la inspección de defectos superficiales. (Tesis de tercer nivel, Universidad Técnica Del Norte). Recuperado de [http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/750\\_04\\_MEC\\_001\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/750_04_MEC_001_TESIS.pdf)
- Cruz López, R. & Salas, O. (2008). Dispositivo Orientador – Alimentador Automático de Tapas de Rosca. (Tesis de tercer nivel, En el Instituto Politécnico Nacional). (<http://www.upiita.ipn.mx/>)
- FOGG, Web (<http://www.foggfiller.com/newspanishsite2/news.html>)
- Lauting special automic machines: Alimentadores de piezas y envases: rotativos y vibratorios, web (<http://www.auting.com/es/transportadores.html>)
- Orientech: soluciones en automatización, Orientadores Centrífugos, web (<http://orientech.com/es/nuestros-productos/orientadores-centrifugos/>)
- Guilcaso, C. (2010). Estudio de un elevador vertical y su aplicación en el laboratorio de automatización de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de Ambato.(tesis tercer nivel). Universidad Técnica de Ambato
- SAPLI Solutions, Ingeniería y Procesos industriales, S.L. C/Barcelona, 17-P.I.Mas Aliu 17181 Aiguaviva (Girona), (<http://www.sapli.com>)
- SAPLI Solutions, Ingeniería y Procesos industriales S.L. C/Barcelona, 17-P.I.Mas Aliu 17181 Aiguaviva (Girona),( <http://www.sapli.com>)
- Silgan White Cap Europe, Equipos y Servicio Técnico: Alimentador de Tapas,(<http://www.silganclosures.com/silgan/servlet/pages/silgan/products>)

\_es/cap\_feeder\_mf.html;jsessionid=56B26DEA3EEF7190F53A8DC766594E39.tc1-sammel)

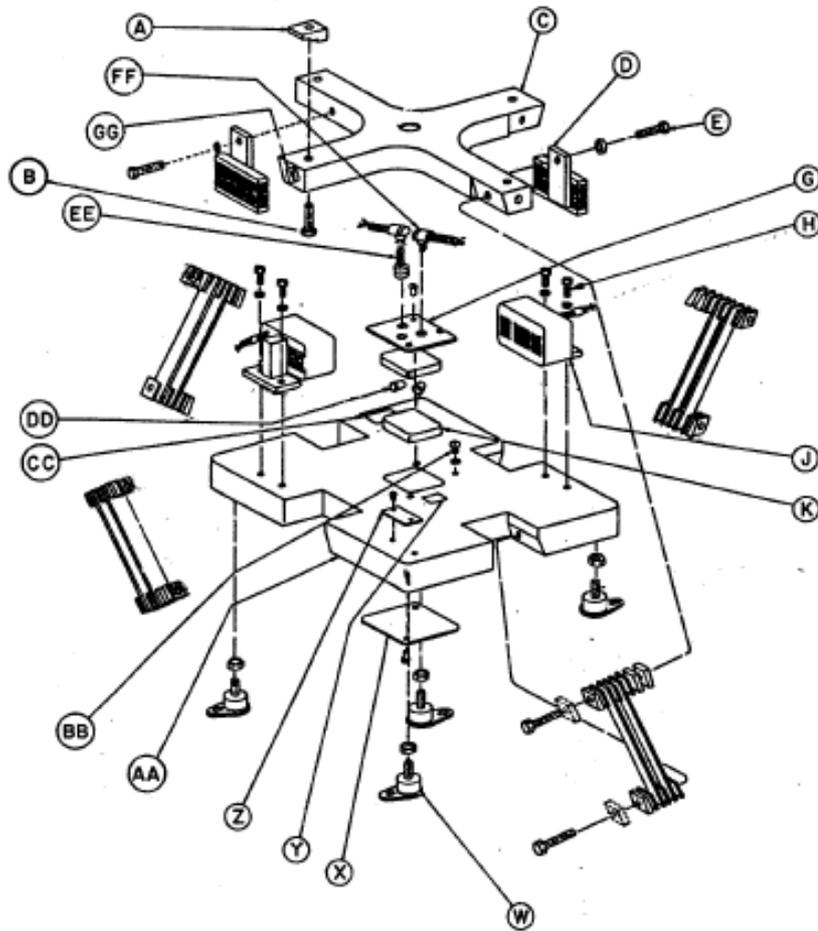
- Adriplast, fabricación de envases y accesorios plásticos, tapas y tapones. Web (<http://www.adriplast.com.ar/page05.htm>)
- Matamoros, H. (2009, Abril). Revista Somos Meca trónica, Año 1, No. 1, Edición Digital.
- Matamoros, H. (2009, Agosto). Revista Somos Meca trónica, Año 1, No. 5, Edición Digital.
- Matamoros, H. (2011, Febrero). Revista Somos Meca trónica, Año 1, No. 11, Edición Digital.
- BOLTON W. (2006) Mecatrónica: Sistemas de Control electrónico en la Ingeniería Mecánica y Electrónica. Alfaomega, México: Segunda Edición. México
- BARRIENTOS, A. & PEÑÍN, L. (2008) Fundamentos de Robótica, México: Octava Edición
- Washington, H. (2008). Recuperado de <http://www.articlesbase.com/articles/el-prototipo-de-desarrollo-y-diseo-de-prototipos-485632.html>
- ROLDAN, J. (2001). “Prontuario de neumática industrial” Paraninfo S.A.
- CREUS, A. (2007) Neumática e hidráulica. Alfaomega. México. Primera Edición.
- CABRERA, S. (2010) Guía de módulo Neumática y Oleo hidráulica
- IEE Paraguay Rama estudiantil de la UCSA, (2011) Concepto PLC, (<http://ramaucsa.wordpress.com/2011/01/31/concepto-plc-controlador-logico-programable/>.)
- Estudio Del Proceso De Inyección De Plástico En Moldes Pequeños Para Mejorar El Tiempo De Operación En La Empresa Halley Corporación Ubicada En La Parroquia Montalvo Cantón Ambato” Año 2011
- Universidad Técnica de Oruro. (2011) El sistema de producción, Lección 8, (<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:VpbVgcUbEYJ:www.docentes.fcefa.edu.bo/joviedob/wpcontent/uploads/sites/53/13/09/1ecc.-8-el-sistema-de-produccion-2677.doc+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>):

- W. Bolton.( 2001) ISBN: 8426713157, Editorial Alfaomega, 2da Edición, , 538
- RIBA R. CARLES (2002), Diseño Concurrente, Univ. Politèc. de Catalunya.
- Sailema Sailema, E. (2013) “La lógica de control industrial y su influencia en la productividad del proceso de sellado de botellas aplicable en los laboratorios de la facultad de ingeniería civil y mecánica” (Tesis de tercer nivel) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, Ambato
- Sarzosa Viera, P .E.( 2013) “Estudio de un sistema de dosificación de líquidos aplicable en el laboratorio de sistemas de medición y control industrial para controlar el proceso de llenado de botellas” (Tesis de tercer nivel). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, Ambato

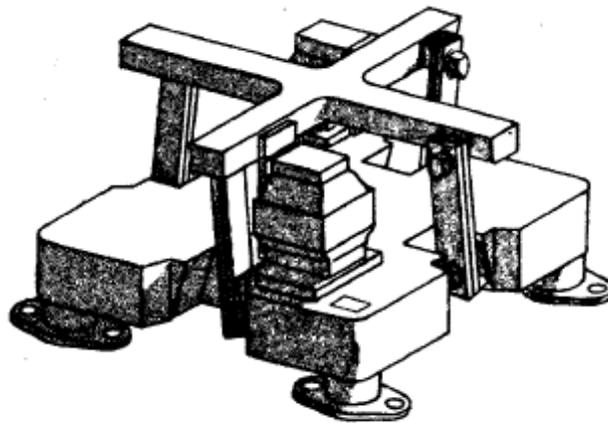
# Anexos

# ANEXO A: MODELOS PARA PONDERACIÓN

## ANEXO A 1



Componentes de la Base Vibratoria

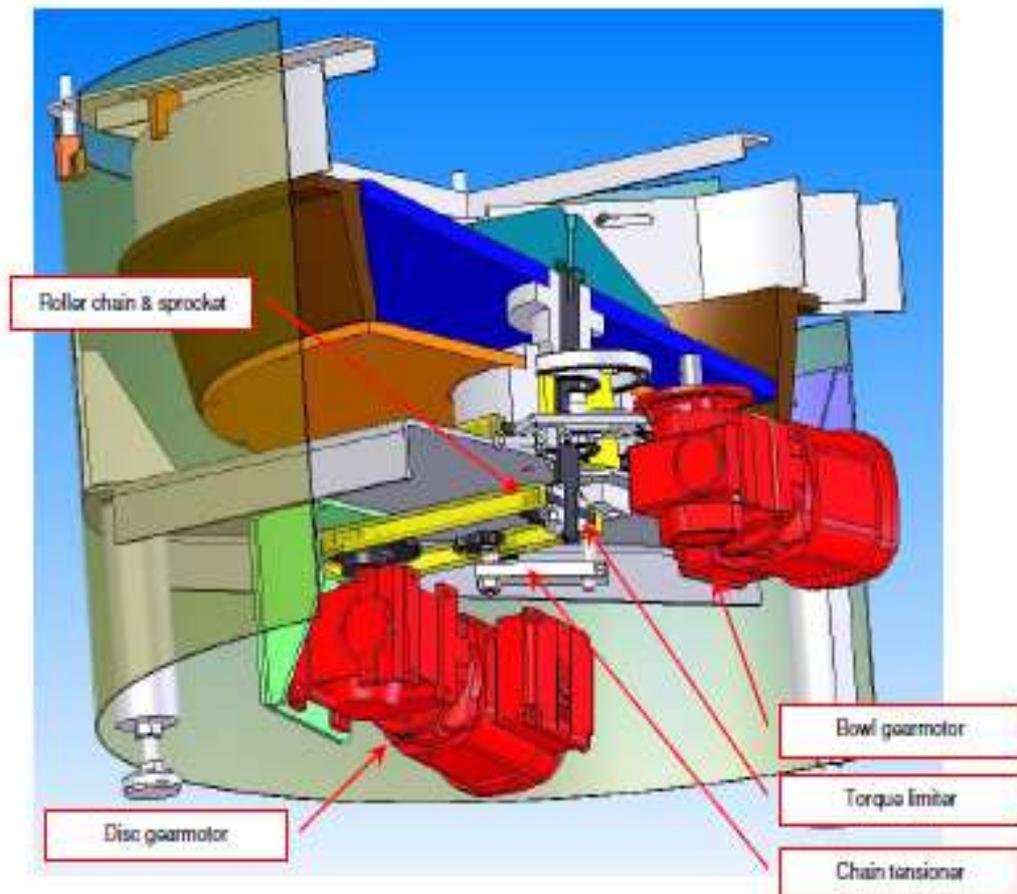


Base Vibratoria



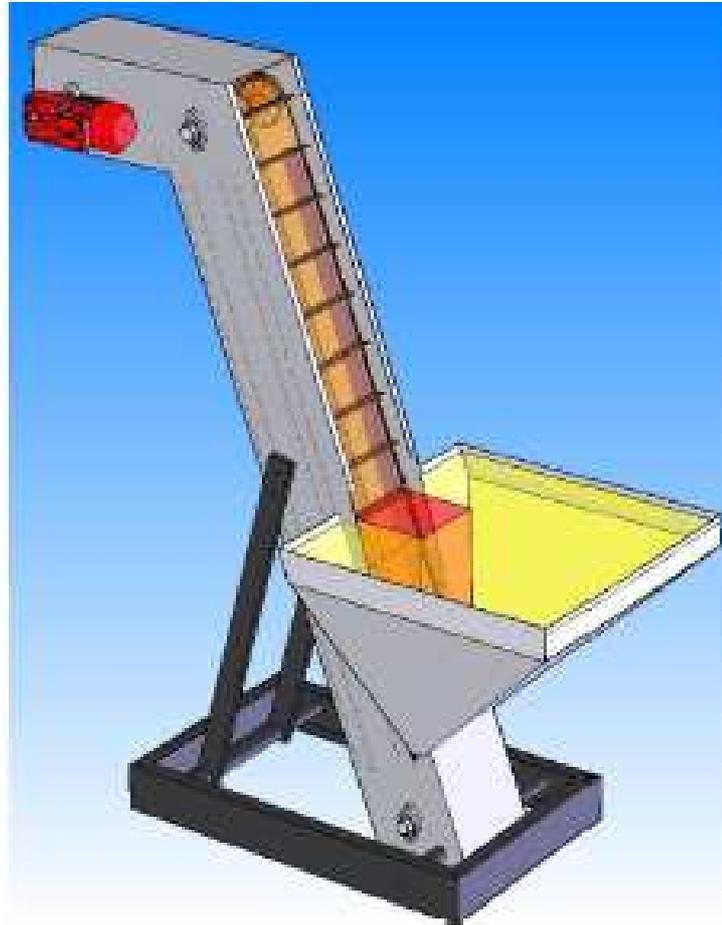
### ANEXO A 3

#### Orientador Centrífugo



## ANEXO A 4

### Diseño Tipo Ascensor



## ANEXO A 5

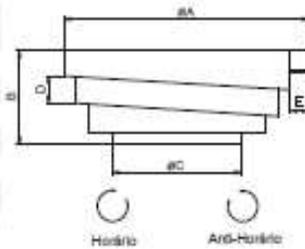
### Dimensiones de Cubas y Bases Vibratorias

#### Paneta Cascata - Tma Transportadora Escalonada - Stopped Bowls

MODELO	ØA	B	ØC	D	E	dm <sup>2</sup>	kg
CA 250	255	112	135	33	20	1	2
CA 390	380	150	197	48	30	4	3,5
CA 550	560	190	265	58	40	12	9
CA 670	665	230	360	80	50	23	13
CA 800	780	255	360	66	56	29	14
CA 940	900	265	430	66	56	51	20

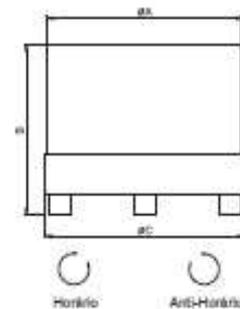
As medidas informadas são para Panetas Standard, podendo sofrer alterações de acordo com o produto a ser alimentado.

▼ Volume máximo de peças que pode ser colocado na Paneta, podendo ser necessário reduzir, em função do seu formato e peso.



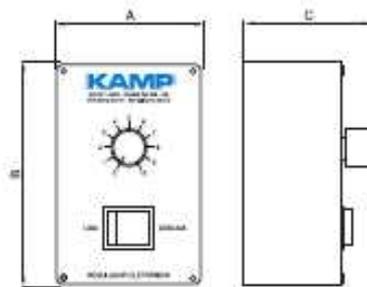
#### Mecanismo Vibratório - Transportador Vibratório - Vibrating Bases

MODELO	ØA	B	ØC	CONSUMO 220V - 60Hz	kg
MV 150	148	158	160	0,8A	9
MV 300	198	224	214	1,5A	20
MV 350	275	225	283	1,5A	36
MV 600	382	275	390	2,5A	67
MV 650	382	315	390	2,5A	82
MV 800	492	300	505	1,7A	115



#### Regulador Eletrônico - Regulador de Velocidade - Vibration Controllers

MODELO	A	B	C	FREQUÊNCIA	TENSÃO	kg
RE 01	86	124	71	50/60Hz	110/220V	0,35



Medidas aproximadas em mm. A KAMP reserva o direito de alterar as suas medidas sem aviso prévio.

[www.kamp.com.br](http://www.kamp.com.br)

**KAMP**

## ANEXO A 6

### Dimensiones de Cubas Centrifugas

**Shibuya Hoppmann**

**FT - 30 - RD  
Centrifugal Feeder**



**Product Overview:**

Shibuya Hoppmann's standard FT-30 rigid disc centrifugal feeder is designed to feed a variety of products with its unique bowl design. Product is metered into the bowl and brought out to the bowl rim where a series of qualifiers gently orient the part for transfer to various downstream inline devices.

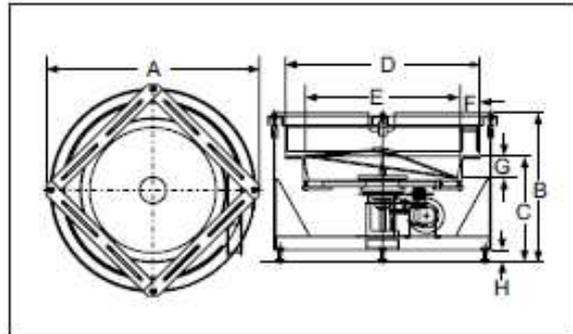
Part Number	FT301RLDSA	FT301RLASA
Motor Style	DC	AC
Motor Voltage	90V	230/460V
Horsepower	1/3hp	1/3hp
Total Equipment Weight	350 lbs.	159 kg

**Standard Features:**

- All stainless steel exterior construction
- Square tooling frame
- FDA approved ABS vacuum formed disc
- Teflon Hardcoat Anodized aluminium bowl

**Available Options:**

- Polycarbonate covers
- Dual motor drive system
- Washdown motor(s)
- NEMA 1 encased controller



Required Accessories:	
Clockwise: Square Tooling Frame	@UCWFT30SU
Counter-Clockwise: Square Tooling Frame	@UCCF30SU

Product Specifications	ANSI	Metric
A Outside Diameter	40.21"	1021mm
B Overall Height	25.13"	638mm
C Discharge Height	17.51"	445mm
D Bowl Outside Diameter	36.13"	918mm
E Bowl Inside Diameter	28.79"	731mm
F Rim Width	3.67"	93mm
G Bowl Depth	3.90"	99mm
H Level Foot Adjustment	3" ± 1.5"	76 ± 38mm

**Headquarters**  
13129 Airport Drive  
Suite 120  
Ellenwood, VA 22718  
540.829.2564 f  
800.368.3582 f  
540.829.1726 f

**Sales**  
1445 Brookville Way  
Suite F  
Indianapolis, IN 46239  
317.322.0754 f  
800.368.3582 f  
317.322.0794 f

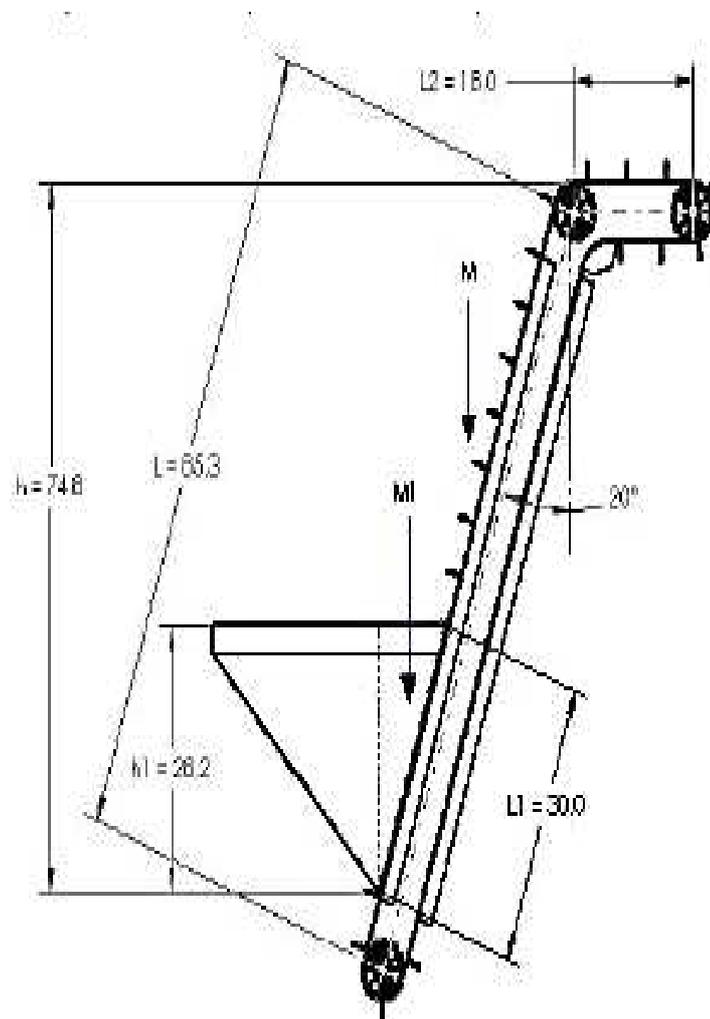
**Manufacturing**  
291 Dilard Road  
Madison Heights, VA  
24572  
434.929.4740 f  
800.543.0915 f  
434.929.4959 f

Shibuya Hoppmann Corporation strives to improve its products and reserves the right to change or discontinue specifications & design shown in this brochure without notice and without incurring obligations. Revised: 05/17

[www.ShibuyaHoppmann.com](http://www.ShibuyaHoppmann.com) | [sales@ShibuyaHoppmann.com](mailto:sales@ShibuyaHoppmann.com)

# ANEXO A 7

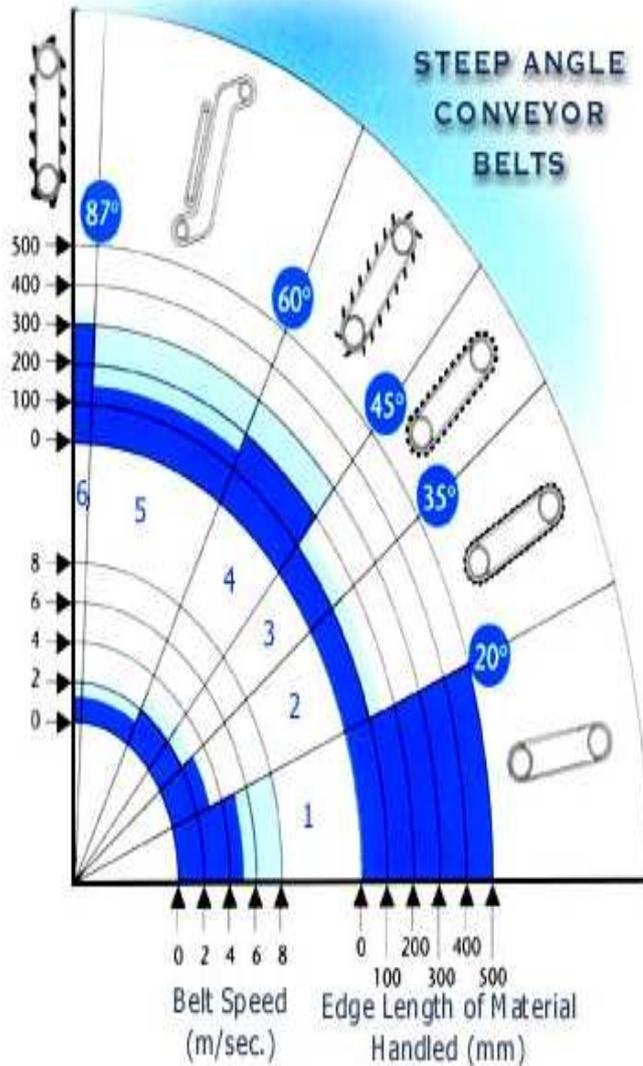
## Elevador de Canjilonest



## ANEXO B: DISEÑO MECÁNICO

ANEXO B 1 . Tipo de bandas transportadoras y su Ángulo de aplicación

### TYPES OF CONVEYOR BELTS ACCORDING TO STEEP ANGLE



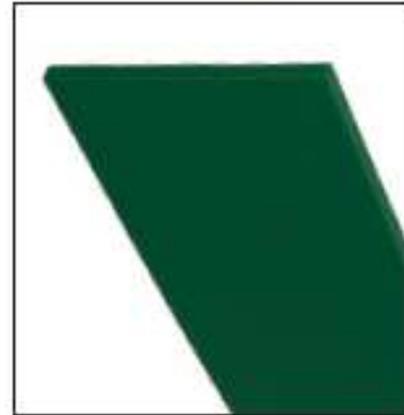
- 1 Conveyor belts with no surface partitioning
- 2 Piece goods conveyor belts with cover patterning
- 3 Belts with chevron cleats
- 4 Box-section belts with corrugated sidewalls
- 5 Conveyor belts in sandwich design
- 6 Elevator Belts

## ANEXO B 2. Banda transportadora del/ flex

banda transportadora **DEL/FLEX**

### DEL/FLEX verde

Materia	poliuretano
Color	verde
Cara inferior	lisa
Cara superior	lisa
Dureza	93 ShA
Fuerza de tracción	
a 1% de tensión	10 daN/cm <sup>2</sup> de sección
a 2% de tensión	15 daN/cm <sup>2</sup> de sección
a 3% de tensión	20 daN/cm <sup>2</sup> de sección
Tensión de montaje	2 a 4% según condiciones
Temperaturas extremas	-20°C / +70°C
Coeficiente de rozamiento	
PEAD	0,25
Acero	0,5
Inox	0,6



Referencia		Espesor banda (mm)	Anchura maxi (mm)	Ø mini enrollamiento (mm)	Peso (kg / m <sup>2</sup> )
Correa plana anchura < 100 mm	Banda transp. anchura ≥ 100 mm				
DFPG1.5	DFBG1.5	1,5	650	20	1,8
DFPG2	DFBG2	2	650	30	2,5
DFPG3	DFBG3	3	650	70	3,75
DFPG4	DFBG4	4	650	100	5
DFPG5	DFBG5	5	650	140	6,25

Bandas **DEL/FLEX** con guía  
Ø mínimo de enrollamiento (mm)



Espesor banda (mm)	Guía SOUPLEX (PU 85 ShA)					Guía SOUPLEX dentado				
	8 x 5	10 x 6	13 x 8	17 x 11	22 x 14	8 x 5	10 x 6	13 x 8	17 x 11	22 x 14
2	90	100	140	-	-	-	70	80	-	-
3	110	130	180	220	280	-	85	100	140	200
4	130	170	220	260	350	-	100	120	160	220
5	160	200	250	300	400	-	140	150	180	240

Espesor banda (mm)	Guía SUPERFLEX (PU 70 ShA)					Guía SUPERFLEX dentado				
	8 x 5	10 x 6	13 x 8	17 x 11	22 x 14	8 x 5	10 x 6	13 x 8	17 x 11	22 x 14
2	60	65	90	135	-	-	55	65	90	-
3	80	85	100	150	-	-	70	80	110	-
4	100	100	115	165	-	-	100	100	120	-
5	140	140	140	185	-	-	140	140	150	-



Guía trapezoidal **SUPERFLEX** 6 x 4 mm ; consultarlos.

ANEXO B 3.

Dimensiones de conversión de longitud.

**Tabla 17-11**

Dimensiones de conversión de longitud. (Sume la cantidad que se muestra a la circunferencia interior para obtener la longitud de paso en pulgadas)

Sección de la banda	A	B	C	D	E
Cantidad a sumar	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

ANEXO B 4

TABLA 17-13

Factor de corrección del ángulo de contacto  $K_1$  para transmisiones de banda plana  
W\*yen V.

$\frac{D-d}{C}$	$\theta$ , 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 B 5

TABLA 17-14

Factor de corrección de longitud de banda  $K_2$ \*

Factor de longitud	<i>Longitud nominal de la banda, pulg</i>				
	<b>Bandas A</b>	<b>Bandas B</b>	<b>Bandas C</b>	<b>Bandas D</b>	<b>Bandas E</b>
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 B 6

TABLA 17-12

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
	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
B	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
	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	
C	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
	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
D	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09	1.35
	11.0	5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
	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 B 7

TABLA 17-15

Factor de servicio sugerido,  $K_s$  para transmisiones de banda en V

Maquinaria impulsada	Fuente de potencia	
	Características del par de torsión normal	Par de torsión alto o no uniforme
Uniforme	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3
Impacto ligero	1.1 a 1.3	1.2 a 1.4
Impacto medio	1.2 a 1.4	1.4 a 1.6
Impacto pesado	1.3 a 1.5	1.5 a 1.8

ANEXO B 8

TABLA 17-16

Algunos parámetros de bandas en V\*

Sección de la banda	$K_b$	$K_c$
A	220	0.561
B	576	0.965
C	1 600	1.716
D	5 680	3.498
E	10 850	5.041
3V	230	0.425
5V	1 098	1.217
8V	4 830	3.288

ANEXO B 9

TABLA 17-11

Dimensiones de conversión de longitud. (Sume la cantidad que se muestra a la circunferencia interior para obtener la longitud de paso en pulgadas)

Sección de la banda	A	B	C	D	E
Cantidad a sumar	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

ANEXO B 10

TABLA 17-2

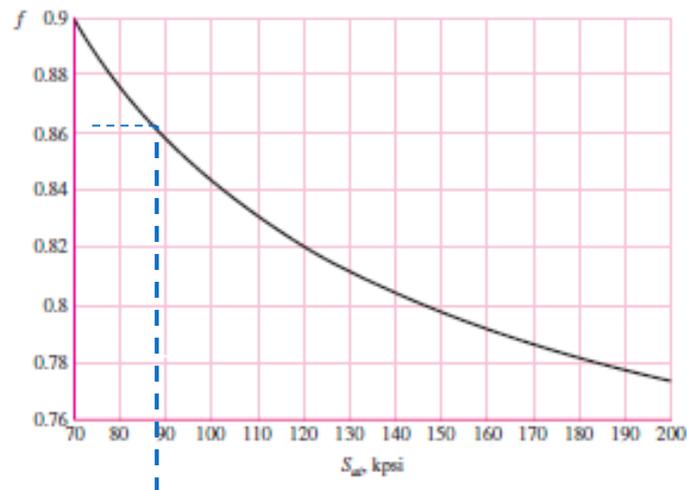
Material	Especificación	Tamaño, pulg	Diámetro mínimo de la polea, pulg	Tensión permisible por ancho unitario a 600 pies/min, lbf/pulg	Peso específico, lbf/pulg <sup>3</sup>	Coefficiente de fricción
Cuero	1 capa	$t = \frac{11}{64}$	3	30	0.035-0.045	0.4
		$t = \frac{13}{64}$	$3\frac{1}{2}$	33	0.035-0.045	0.4
	2 capas	$t = \frac{18}{64}$	$4\frac{1}{2}$	41	0.035-0.045	0.4
		$t = \frac{20}{64}$	6 <sup>a</sup>	50	0.035-0.045	0.4
		$t = \frac{23}{64}$	9 <sup>a</sup>	60	0.035-0.045	0.4
Poliamida <sup>b</sup>	F-0 <sup>c</sup>	$t = 0.03$	0.60	10	0.035	0.5
	F-1 <sup>c</sup>	$t = 0.05$	1.0	35	0.035	0.5
	F-2 <sup>c</sup>	$t = 0.07$	2.4	60	0.051	0.5
	A-2 <sup>c</sup>	$t = 0.11$	2.4	60	0.037	0.8
	A-3 <sup>c</sup>	$t = 0.13$	4.3	100	0.042	0.8
	A-4 <sup>c</sup>	$t = 0.20$	9.5	175	0.039	0.8
	A-5 <sup>c</sup>	$t = 0.25$	13.5	125	0.039	0.8
Uretano <sup>d</sup>	w = 0.50	$t = 0.062$	Veaj	5.2 <sup>e</sup>	0.038-0.045	0.7
	w = 0.75	$t = 0.078$	la tabla	9.8 <sup>e</sup>	0.038-0.045	0.7
	w = 1.25	$t = 0.090$	17-3	18.9 <sup>e</sup>	0.038-0.045	0.7
	Redonda	$d = \frac{1}{4}$	Veaj	8.3 <sup>e</sup>	0.038-0.045	0.7
		$d = \frac{3}{8}$	la tabla	18.6 <sup>e</sup>	0.038-0.045	0.7
		$d = \frac{1}{2}$	17-3	33.6 <sup>e</sup>	0.038-0.045	0.7
		$d = \frac{3}{4}$		74.3 <sup>e</sup>	0.038-0.045	0.7

## ANEXO B 11

### FIGURA 6-18

Fracción de Resistencia a la fatiga,  $f$ , de  $S_{ut}$  a los  $10^3$  ciclos para  $S_e = S_e' = 0,5$

$S_{ut}$



## ANEXO B 12

### Propiedades del Acero 1045

suministro. Este acero medio carbono puede ser forjado con martillo. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Cuando se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada. Por su dureza y tenacidad es adecuado para la fabricación de componentes de maquinaria.

**2. Normas involucradas:** ASTM A108

**3. Propiedades mecánicas:** Dureza 163 HB (84 HRb)  
Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI)  
Esfuerzo máximo 565 MPa (81900 PSI)  
Elongación 16% (en 50 mm)  
Reducción de área (40%)  
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)  
Maquinabilidad 57% (AISI 1212 = 100%)

**4. Propiedades físicas:** Densidad 7.87 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)

**5. Propiedades químicas:** 0.43 – 0.50 % C  
0.60 – 0.90 % Mn  
0.04 % P máx  
0.05 % S máx

## ANEXO B 13

Factor de esfuerzo estático  $f_s$  se toma como valor de seguridad contra deformaciones demasiado elevadas en los puntos de contacto de los cuerpos rodantes. Pag 30 Catalogo de la FAG

$$\begin{aligned} f_s &= 1,5 \dots 2,5 \text{ para exigencias elevadas} \\ f_s &= 1,0 \dots 1,5 \text{ para exigencias normales} \\ f_s &= 0,7 \dots 1,0 \text{ para exigencias reducidas} \end{aligned}$$

## ANEXO B14

Diseño de cojinetes duración nominal en horas de servicio

**Máquinas para trabajar con alta movilidad de funcionamiento durante cortos periodos o intermitentemente:**

8000 a 12000

Accesorios: grúas marcanclas embaladas o cabezales de tambores, embaladores. Etc.

**Máquina para 8 horas de trabajo, no totalmente utilizadas:**

10.000 a 25000

Transmisión por engranaje para uso general motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias

**Máquinas para 8 horas de trabajo diarias totalmente utilizadas:**

Máquinas herramienta, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica general, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos de imprimir, centrifugas y separadoras.

20.000 a 30000

## ANEXO B 14

Factor  $a_1$  para la probabilidad de fallo:

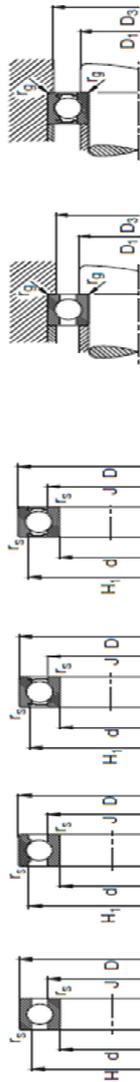
▼ Factor $a_1$						
Probabilidad de fallo %	10	5	4	3	2	1
Vida a fatiga	$L_{10}$	$L_5$	$L_4$	$L_3$	$L_2$	$L_1$
Factor $a_1$	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

# ANEXO B 15

Factor a1 para la probabilidad de fallo:

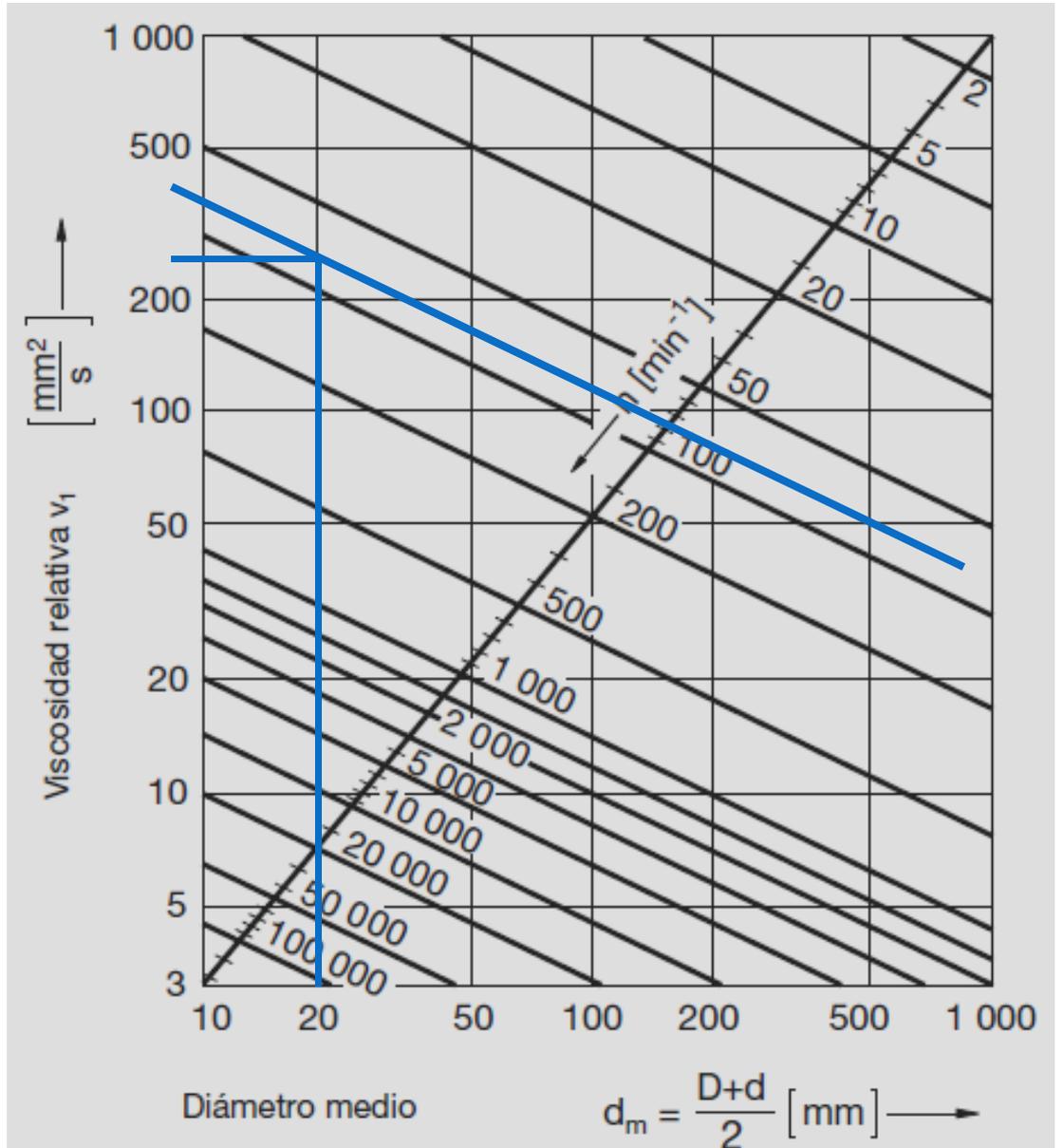
## Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera

Los rodamientos pueden alcanzar una vida de vida ilimitada, si  $C_p/P_0 \leq 8$ , ver Pág.41



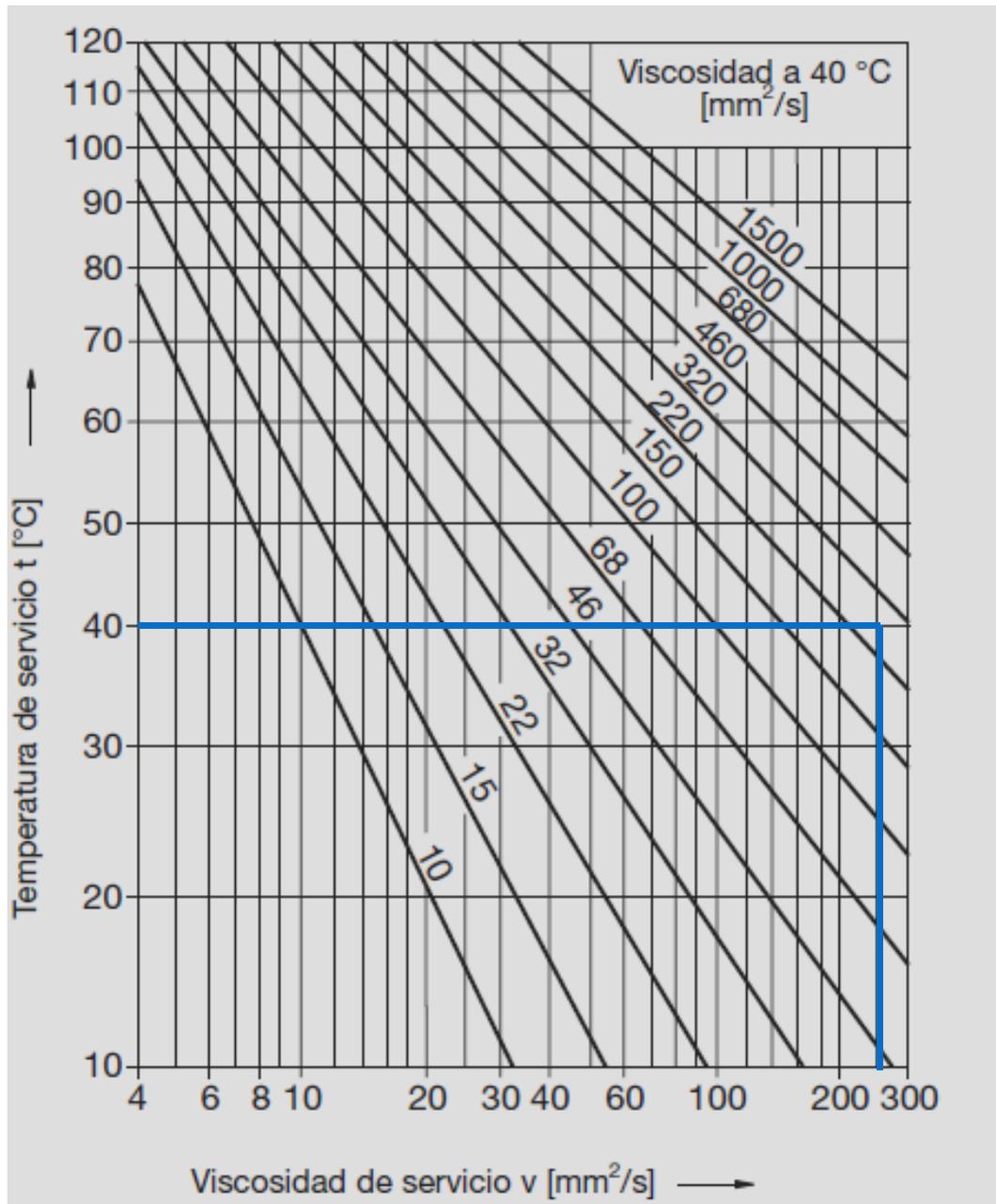
Eje	Dimensiones		Peso		Capacidad de carga		Velocidad límite	Velocidad de referencia	Denominación abreviada	Medidas auxiliares							
	d	D	B	H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>				H <sub>3</sub>	J	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	J <sub>3</sub>			
	mm			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
10	10	26	8	0.3	21.4	22.5	24.4	16.6	0.019	4.55	1.96	34.000	30.000	6000	12	24	0.3
	10	26	8	0.3	21.4	22.5	24.4	16.6	0.019	4.55	1.96	34.000	30.000	SS200.W203B	12	24	0.3
	10	26	8	0.3	21.4	22.5	24.4	16.6	0.02	4.55	1.96	32.000	30.000	6000.Z7H	12	24	0.3
	10	26	8	0.3	21.4	22.5	24.4	16.6	0.02	4.55	1.96	19.000	24.000	6000.ZRSR	12	24	0.3
	10	26	8	0.3	21.4	22.5	24.4	16.6	0.02	4.55	1.96	19.000	24.000	SS200.ZRSR.W203B	12	24	0.3
	10	28	8	0.3	21.4	22.5	24.4	16.6	0.024	4.55	1.96	34.000	30.000	16100	12	26	0.3
	10	30	9	0.6	24	25	26.6	18.1	0.031	6	2.5	32.000	26.000	6000	14.2	25.8	0.6
	10	30	9	0.6	24	25	26.6	18.1	0.031	6	2.5	32.000	26.000	SS200.W203B	14.2	25.8	0.6
	10	30	9	0.6	24	25	26.6	18.1	0.032	6	2.5	30.000	26.000	6000.Z7H	14.2	25.8	0.6
	10	30	9	0.6	24	25	26.6	18.1	0.032	6	2.5	17.000	26.000	6000.ZRSR	14.2	25.8	0.6
	10	30	9	0.6	24	25	26.6	18.1	0.034	6	2.5	17.000	26.000	SS200.ZRSR.W203B	14.2	25.8	0.6
	10	30	14	0.6	23.9	24.9	26.6	18.1	0.038	6	2.5	17.000	26.000	62200.ZRSR	14.2	25.8	0.6
	10	35	11	0.6	27	28.6	30.6	18.1	0.055	8.15	3.45	56.000	26.000	6000	14.2	30.8	0.6
	10	35	11	0.6	27	28.6	30.6	18.1	0.056	8.15	3.45	56.000	26.000	SS200.W203B	14.2	30.8	0.6
	10	35	11	0.6	27	28.6	30.6	18.1	0.057	8.15	3.45	22.000	26.000	6000.Z7H	14.2	30.8	0.6
	10	35	11	0.6	27	28.6	30.6	18.1	0.057	8.15	3.45	15.000	26.000	6000.ZRSR	14.2	30.8	0.6
10	35	11	0.6	27	28.6	30.6	18.1	0.058	8.15	3.45	15.000	26.000	SS200.ZRSR.W203B	14.2	30.8	0.6	
12	12	28	8	0.3	23.5	24.4	26.6	18.3	0.02	5.1	2.36	32.000	28.000	6001	14	26	0.3
	12	28	8	0.3	23.5	24.4	26.6	18.3	0.021	5.1	2.36	32.000	28.000	SS201.W203B	14	26	0.3
	12	28	8	0.3	23.5	24.4	26.6	18.3	0.02	5.1	2.36	23.000	28.000	6001.Z7H	14	26	0.3
	12	28	8	0.3	23.5	24.4	26.6	18.3	0.022	5.1	2.36	18.000	28.000	6001.ZRSR	14	26	0.3
	12	28	8	0.3	23.5	24.4	26.6	18.3	0.023	5.1	2.36	18.000	28.000	SS201.ZRSR.W203B	14	26	0.3
	12	30	8	0.3	23.5	24.4	26.6	18.3	0.026	5.1	2.36	32.000	28.000	16101	14	28	0.3
	12	32	10	0.6	25.8	27.4	28.3	19.5	0.037	6.95	3.1	30.000	26.000	6001	16.2	27.8	0.6
	12	32	10	0.6	25.8	27.4	28.3	19.5	0.038	6.95	3.1	30.000	26.000	SS201.W203B	16.2	27.8	0.6
	12	32	10	0.6	25.8	27.4	28.3	19.5	0.039	6.95	3.1	24.000	26.000	6001.Z7H	16.2	27.8	0.6
	12	32	10	0.6	25.8	27.4	28.3	19.5	0.039	6.95	3.1	16.000	26.000	6001.ZRSR	16.2	27.8	0.6
	12	32	10	0.6	25.8	27.4	28.3	19.5	0.04	6.95	3.1	16.000	26.000	SS201.ZRSR.W203B	16.2	27.8	0.6
	12	32	14	0.6	25.8	27.4	28.3	19.5	0.052	6.95	3.1	16.000	26.000	62201.ZRSR	16.2	27.8	0.6
	12	37	12	1	29.6	31.4	31.4	19.5	0.062	9.65	4.15	6.000	24.000	6001	17.6	31.4	1
	12	37	12	1	29.6	31.4	31.4	19.5	0.065	9.65	4.15	6.000	24.000	SS201.W203B	17.6	31.4	1
	12	37	12	1	29.6	31.4	31.4	19.5	0.064	9.65	4.15	20.000	24.000	6001.Z7H	17.6	31.4	1
	12	37	12	1	29.6	31.4	31.4	19.5	0.064	9.65	4.15	13.000	24.000	6001.ZRSR	17.6	31.4	1

ANEXO B 16  
Viscosidad relativa V1



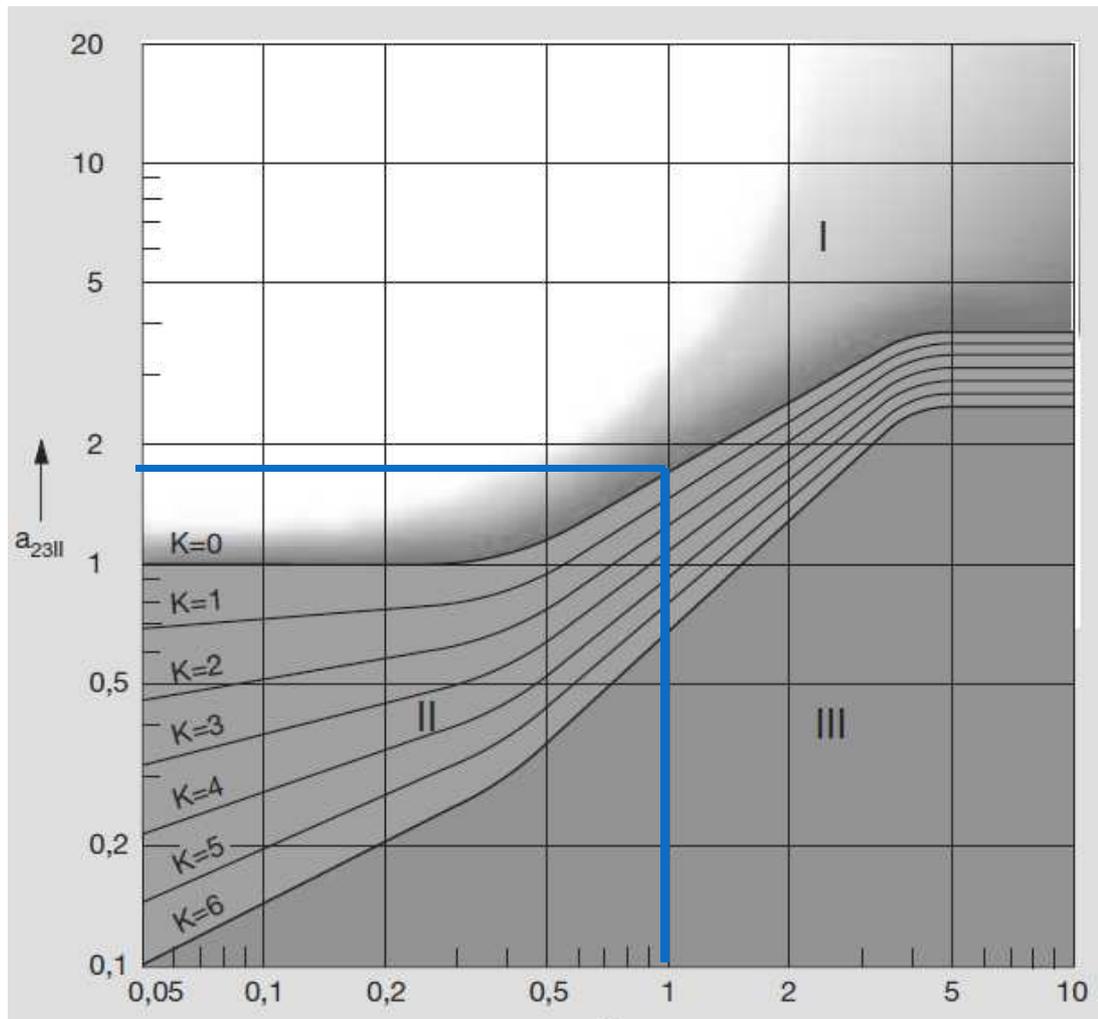
ANEXO B 17

Diagrama V-T para aceites minerales



## ANEXO B 18

Factor básico  $a_{23LL}$  para la determinación del factor  $a_{23}$ .



ANEXO B 19

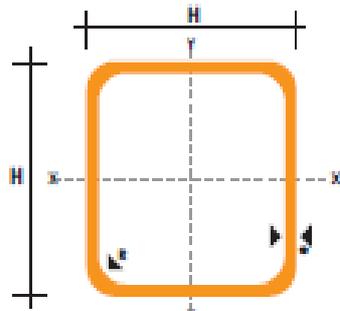
Esfuerzo Permissible

$\frac{KL}{r}$ ratio		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		21,560	21,520	21,480	21,440	21,390	21,350	21,300	21,250	21,210
<b>10</b>	21,160	21,100	21,050	21,000	20,950	20,890	20,830	20,780	20,720	20,610
<b>20</b>	20,600	20,540	20,480	20,410	20,350	20,280	20,220	20,150	20,090	20,010
<b>30</b>	19,940	19,870	19,800	19,730	19,650	19,560	19,500	19,420	19,350	19,270
<b>40</b>	18,190	19,110	19,030	18,950	18,860	18,780	18,700	18,610	18,530	18,440
<b>50</b>	18,360	18,260	18,170	18,080	17,990	17,900	17,810	17,710	17,630	17,630
<b>60</b>	17,430	17,330	17,240	17,140	17,040	16,940	16,340	16,740	16,640	16,530
<b>70</b>	16,430	16,330	16,220	16,120	16,010	15,900	15,790	15,690	15,580	15,470
<b>80</b>	15,360	15,240	15,120	15,020	14,900	14,790	14,670	14,560	14,140	14,320
<b>90</b>	14,360	14,090	13,970	13,040	13,720	13,600	13,480	13,350	13,230	13,100
<b>100</b>	12,940	12,850	12,720	12,590	12,470	12,330	12,200	12,070	11,940	11,810
<b>110</b>	11,670	11,540	11,400	11,260	11,130	10,990	10,850	10,710	10,570	10,430
<b>120</b>	10,280	10,140	9,990	9,860	9,700	9,550	9,410	9,260	9,110	8,970
<b>130</b>	8,840	8,700	8,570	8,440	3,320	8,190	8,070	7,960	7,840	7,730
<b>140</b>	7,620	7,910	7,410	7,300	7,200	7,100	7,010	6,910	5,820	6,730
<b>150</b>	6,640	6,550	6,460	6,380	6,300	6,220	6,140	6,060	5,980	5,910
<b>160</b>	5,830	5,760	6,690	5,620	5,560	5,480	5,520	5,350	5,290	5,230
<b>170</b>	5,170	5,110	5,060	4,999	4,910	4,660	4,820	4,770	4,710	4,660
<b>180</b>	4,610	4,560	4,510	4,460	4,470	4,360	4,320	4,270	4,230	4,180

## ANEXO B 20

### Catálogo de aceros DIPAC tuvo mecánico cuadrado

DIMENSIONES		PESO Kg/m	AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm		AREA cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm
12	0,8	0,30	0,37	0,09	0,14	0,48
12	1,0	0,37	0,50	0,11	0,18	0,47
15	0,8	0,36	0,45	0,15	0,20	0,58
15	1,0	0,45	0,61	0,20	0,26	0,57
20	0,8	0,49	0,61	0,38	0,38	0,79
20	1,0	0,60	0,83	0,50	0,50	0,77
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
25	0,8	0,61	0,77	0,76	0,61	0,99
25	1,0	0,76	1,05	1,00	0,80	0,98
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
30	0,8	0,74	0,93	1,33	0,89	1,19
30	1,0	0,92	1,27	1,77	1,18	1,18
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,47	1,15
40	0,8	0,99	1,25	3,21	1,61	1,60
40	1,0	1,23	1,71	4,32	2,16	1,59
40	1,2	1,47	1,86	4,68	2,34	1,59
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
50	1,2	1,84	2,34	9,30	3,72	1,99
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97



ANEXO B 21

Catálogo de aceros DIPAC tubo mecánico cuadrado

DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm2
	a	e			
PLT 12X3	12	3	0.28	1.70	0.36
PLT 12X4	12	4	0.38	2.45	0.48
PLT 12X6	12	6	0.57	3.40	0.72
PLT 19X3	19	3	0.45	2.68	0.57
PLT 19X4	19	4	0.60	3.58	0.76
PLT 19X6	19	6	0.89	5.37	1.15
PLT 25X3	25	3	0.59	3.53	0.75
PLT 25X4	25	4	0.79	4.71	1.00
PLT 25X6	25	6	1.18	7.07	1.50
PLT 30X3	30	3	0.71	4.24	0.90
PLT 30X4	30	4	0.94	5.65	1.20
PLT 30X6	30	6	1.41	8.47	1.80
PLT 30X9	30	9	2.12	12.71	2.70
PLT 30X12	30	12	2.83	16.95	3.60
PLT 38X3	38	3	0.89	5.37	1.15
PLT 38X4	38	4	1.19	7.16	1.52
PLT 38X6	38	6	1.79	11.40	2.28
PLT 38X9	38	9	2.69	16.11	3.42
PLT 38X12	38	12	3.58	21.48	4.56
PLT 50X3	50	3	1.18	7.08	1.50
PLT 50X4	50	4	1.58	9.42	2.00
PLT 50X6	50	6	2.26	14.16	3.00
PLT 50X9	50	9	3.53	21.20	4.50
PLT 50X12	50	12	4.71	28.26	6.00
PLT 65X6	65	6	3.06	18.37	3.90
PLT 65X9	65	9	4.59	27.55	5.85
PLT 65X12	65	12	6.12	36.73	7.80
PLT 75X6	75	6	3.53	21.20	4.50
PLT 75X9	75	9	5.30	31.80	6.75
PLT 75X8	75	8	7.07	28.26	9.00
PLT 75X12	75	12	7.07	42.39	9.00
PLT 100X6	100	6	4.71	28.26	6.00
PLT 100X8	100	8	7.07	37.68	9.00
PLT 100X9	100	9	7.07	43.00	9.00
PLT 100X12	100	12	9.42	58.00	12.00
PLT 120X12	120	12	67.82	67.82	14.40
PLT 150X15	150	15	105.88	105.88	22.50
PLT 150X20	150	20	145.44	145.00	30.00



ANEXO B 22

Factor de seguridad

Donde:

$n_{xx}$ : Factor de seguridad que involucren características A, B y C

$n_{yy}$ : Factor de seguridad que involucren características D y E

A: Calidad de los materiales.

B: Control sobre la carga aplicada.

C: Exactitud del análisis del esfuerzo.

D: Peligro para el personal.

E: Impacto económico.

Característica		B				
		$\sqrt{mb}$	b	r	p	
A=mb	C=	mb	1.1	1.3	1.5	1.7
		$\sqrt{b}$	1.2	1.45	1.7	1.95
		r	1.3	1.6	1.9	2.2
		p	1.4	1.75	2.1	2.45
A=b	C=	mb	1.3	1.55	1.8	2.05
		b	1.45	1.75	2.05	2.35
		r	1.6	1.95	2.3	2.65
		p	1.75	2.25	2.55	2.95
A=r	C=	mb	1.5	1.8	2.1	2.4
		b	1.7	2.05	2.4	2.75
		r	1.9	2.3	2.7	3.1
		p	2.1	2.55	3.0	3.45
A=p	C=	mb	1.7	2.05	2.4	2.75
		b	1.95	2.35	2.75	3.15
		r	2.2	2.65	3.1	3.55
		p	2.45	2.95	3.45	3.95

Característica		D		
		ns	s r	ms
E=	ns	1.0	1.2	1.4
	$\sqrt{s}$	1.0	1.3	1.5
	ms	1.2	1.4	1.6
ms= muy serio		s= serio	ns= no serio	

mb= muy bien

b= bien

r= regular

p= pobre

## ANEXO C1

Catálogo de cables según su amperaje que soporta Electro Cables C.A.

**ELECTRO  
CABLES C.A.**

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los conductores fabricados por ELECTROCABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V. - 60 °C

Relleno de material termoplástico, PVC

Chaqueta de material termoplástico, PVC

Calibre AWG ó MCM	Sección mm <sup>2</sup>	FORMACION		ESPELOR <sup>□</sup> AISLAM. mm	ESPELOR <sup>□</sup> NYLON mm	DIAMETRO CHAQUETA mm	DIAMETRO EXTERNO mm	PESO <sup>□</sup> TOTAL <sup>□</sup> Kg/Km	Cap. de Corriente	emba <sup>□</sup>
		No. de Hilos por diámetro en mm.							Para un cable al aire libre Amp.	
2 x 14	2.08	19 x 0,38		0.38	0.10	1.14	10.80 <sup>□</sup>	94.11	20	A,Z
2 x 12	3.31	19 x 0,47		0.38	0.10 <sup>□</sup>	1.14 <sup>□</sup>	12.30	129.17	25 <sup>□</sup>	A,Z
2 x 10	5.26	19 x 0,60		0.51	0.10	1.14	13.80	191.73	35 <sup>□</sup>	A,Z
2 x 8	8.37	7 x 1,23		0.76	0.13	1.52	18.50	322.44	55 <sup>□</sup>	A,Z
2 x 6	13.30	7 x 1,55		0.76	0.13	1.52	21.50	472.54	70 <sup>□</sup>	A,Z
2 x 4	21.15	7 x 1,96		1.02	0.15	2.03	25.60	720.45	95 <sup>□</sup>	A,Z
2 x 2	33.62	7 x 2,47		1.02	0.15	2.03	25.60	1090.83	130 <sup>□</sup>	A,Z
2 x 1/0	53.49	19 x 1,89		1.27	0.18	2.03	29.80	1651.78	170 <sup>□</sup>	A,Z
3 x 14	2.08	19 x 0,38		0.38	0.10	1.14	11.80	116.71	15 <sup>□</sup>	A,Z
3 x 12	3.31	19 x 0,47		0.38	0.10	1.14	12.80	163.38	20 <sup>□</sup>	A,Z
3 x 10	5.26	19 x 0,60		0.51	0.10	1.52	15.60	243.45	30 <sup>□</sup>	A,Z
3 x 8	8.37	7 x 1,23		0.76	0.13	1.52	20.00	411.08	50	A,Z
3 x 6	13.30	7 x 1,55		0.76	0.13	2.03	23.60	607.09	65	A,Z
3 x 4	21.15	7 x 1,96		1.02	0.15	2.03	27.60	933.18	85	A,Z
3 x 2	33.62	7 x 2,47		1.02	0.15	2.03	27.60	1421.00	115	A,Z
3 x 1/0	53.49	19 x 1,89		1.27	0.18	2.03	31.50	2172.00	150	A,Z <sup>□</sup>
4 x 14	2.08	19 x 0,38		0.38	0.10	1.14	12.80	142.19	12	A,Z
4 x 12	3.31	19 x 0,47		0.38	0.10	1.52	15.10	201.20	16	A,Z
4 x 10	5.26	19 x 0,60		0.51	0.10	1.52	17.10	303.93	25	A,Z
4 x 8	8.37	7 x 1,23		0.76	0.13	1.52	21.70	533.13	40	A,Z
4 x 6	13.30	7 x 1,55		0.76	0.13	2.03	25.50	752.70	55	A,Z
4 x 4	21.15	7 x 1,96		1.02	0.15	2.03	29.60	1162.30	70	A,Z
4 x 2	33.62	7 x 2,47		1.02	0.15	2.03	29.50	1773.00	95	A,Z
4 x 1/0	53.49	19 x 1,89		1.27	0.18	2.03	33.70	2724.00	125	A,Z

### DESCRIPCION

Los conductores multipolares tipo ST-THHH son cableados y están contruidos con cobre<sup>□</sup> de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico<sup>□</sup> Cloruro de Polivinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor, sobre el cual se aplica<sup>□</sup> una cubierta protectora de Nylon o poliamida, posteriormente los conductores son<sup>□</sup> trenzados entre sí y sobre ellos se aplican, primero un relleno de PVC y luego una chaqueta<sup>□</sup> también de Cloruro de Polivinilo (PVC) color negro. Su forma de embalaje es rollos de <sup>□</sup> 100 metros o en carretes de acuerdo a las necesidades del cliente.



## Continuación ANEXO C1

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los conductores fabricados por ELECTROCABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V. - 90 °C

Chaqueta de Nylon

Calibre AWG ó MCM	Sección mm <sup>2</sup>	FORMACION No. de Hilos por diámetro en mm.	ESPESOR AISLAM. mm	ESPESOR CHAQUETA mm	DIAM. EXTERIOR mm	PESO TOTAL Kg/Km	Capacidad de corriente		TIPO CABLE	Altern. de embal.
							Para 1 cond. al aire libre Amp.	Para 3 cond. en conduit Amp.		
20	0.519	1 x 0.813	0.38	0.10	1.77	7.07	15	10	TFN	A,B
18	0.823	1 x 1,02	0.38	0.10	1.98	10.94	15	10	TFN	A,B
16	1.31	1 x 1,29	0.38	0.10	2.25	16.48	20	15	TFN	A,B
14	2.08	1 x 1,63	0.38	0.10	2.59	23.17	35	25	THHN	A,B
12	3.31	1 x 2,05	0.38	0.10	3.01	34.16	40	30	THHN	A,C
10	5.26	1 x 2,59	0.51	0.10	3.81	55.04	55	40	THHN	A,D
8	8.34	1 x 3,26	0.76	0.13	5.04	91.22	80	55	THHN	A,B
16	1.31	19 x 0,30	0.38	0.10	2.46	17.95	20	15	TFN	A,B
14	2.08	19 x 0,38	0.38	0.10	2.86	23.80	35	25	THHN	A,B
12	3.31	19 x 0,47	0.38	0.10	3.31	35.70	40	30	THHN	A,C
10	5.26	19 x 0,60	0.51	0.10	4.22	56.20	55	40	THHN	A,D
8	8.37	7 x 1,23	0.76	0.13	5.47	93.70	80	55	THHN	A,B,E
6	13.30	7 x 1,55	0.76	0.13	6.43	141.30	105	75	THHN	A,E
4	21.15	7 x 1,96	1.02	0.15	8.22	227.60	140	95	THHN	A,E
2	33.62	7 x 2,47	1.02	0.15	9.75	348.10	190	130	THHN	A,E
1	42.36	7 x 2,78	1.27	0.18	11.24	446.20	220	150	THHN	A,D,E
1/0	53.49	19 x 1,89	1.27	0.18	12.35	553.30	260	170	THHN	D,E,Z
2/0	67.43	19 x 2,12	1.27	0.18	13.50	688.70	300	195	THHN	D,E,Z
3/0	85.01	19 x 2,39	1.27	0.18	14.85	856.80	350	225	THHN	D,E,Z
4/0	107.20	19 x 2,68	1.27	0.18	16.30	1069.50	405	260	THHN	D,E,Z
250	127.00	37 x 2,09	1.52	0.20	18.07	1263.00	455	290	THHN	Z
300	152.00	37 x 2,29	1.52	0.20	19.47	1502.00	505	320	THHN	Z
350	177.00	37 x 2,47	1.52	0.20	20.73	1743.00	570	350	THHN	Z
400	203.00	37 x 2,64	1.52	0.20	21.92	1981.00	615	380	THHN	Z
500	253.00	37 x 2,95	1.52	0.20	24.09	2457.00	700	430	THHN	Z
600	304.00	37 x 3,23	1.78	0.23	26.63	2960.00	780	475	THHN	Z
650	329.00	37 x 3,37	1.78	0.23	27.61	3221.00	820	500	THHN	Z
700	355.00	37 x 3,49	1.78	0.23	28.45	3453.00	855	520	THHN	Z

Conductor elaborado bajo normas:

NEMA WC -5, ICEA S -61-402, ASTM B3, B8, UL STANDARD 83, INEN

### CONDUCTORES FLEXIBLES DE COBRE TIPO "FXT, TFF, TW-F"

#### DESCRIPCION

Los conductores tipo FXT, TFF y TW -F. son cableados y están contruñidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Cloruro de Polivinilo (PVC). Pueden ser suministrados en colores variados según su calibre y con distintas formas de embalaje.



## ANEXO C2

### Motores Eléctricos Trifásicos - 50 y 60 Hz

#### Motores de aplicación general en hierro fundido

Potencia [kW]	[HP]	Tipo	r/min	Eficiencia [%]				Factor de potencia			Corriente			Torque			Momento de inercia		
				50	75	100	75	100	FS	In	Is	Ihacio	Tn	Ts	Tmax	J=1/4GD2	Peso	Ruido	
			440 V 60 Hz																
0,25	0,33	M20A	1670	60,1	66,3	66,9	0,46	0,63	0,72	1,15	0,68	3,2	0,6	1,4	2,2	2,7	0,00053	11	46
0,37	0,5	M20A	1614	66,2	66,4	62,7	0,62	0,75	0,82	1,15	0,95	4,9	0,6	2,2	1,4	1,7	0,00053	11	46
0,55	0,75	M20A	1609	69,4	69,2	65,3	0,66	0,78	0,85	1,15	1,3	4,9	0,6	3,3	1,4	1,7	0,00066	11	48
0,75	1	M20A	1687	69,2	74,8	75,4	0,53	0,67	0,77	1,15	1,7	5,6	1,3	4,2	2,5	2,5	0,00174	17	50
1,1	1,5	M20A	1625	74,7	70,9	67,0	0,67	0,80	0,85	1	2,4	5,6	1,3	6,6	1,6	1,6	0,00174	17	50
1,5	2	M20A	1644	76,8	77,8	75,0	0,65	0,77	0,83	1,15	3,1	5,5	1,4	8,7	1,7	1,7	0,00254	21	56
2,2	3	M20A	1724	80,0	82,7	82,1	0,63	0,74	0,80	1,15	4,4	5,5	2,6	12,2	2,3	2,6	0,00679	32	57
3	4	M20A	1706	81,1	83,6	83,1	0,72	0,81	0,87	1,15	5,5	6,0	2,8	16,8	2,3	2,6	0,00662	36	57
3,7	5	M20A	1730	82,6	85,4	85,4	0,61	0,73	0,80	1,15	7,2	6,0	4,4	20,4	2,6	3,0	0,01306	45	60
4,5	6	M20A	1715	84,3	85,5	84,6	0,67	0,77	0,84	1,15	8,3	4,8	4,4	25,1	2,1	2,4	0,01306	45	60
5,5	7,5	M20A	1720	83,5	84,5	83,5	0,71	0,80	0,84	1	10,5	7,0	5,6	35	2,2	2,2	0,01484	49	67
7,5	10	M20A	1734	86,2	87,9	88,1	0,70	0,79	0,85	1,15	13,2	5,8	5,4	41	2,4	2,6	0,03432	73	62
9,2	12,5	M20A	1720	88,0	89,0	88,0	0,73	0,82	0,86	1	16,1	7,0	7,4	59	2,2	2,2	0,03470	75	74
11	15	M20A	1720	83,5	84,5	83,5	0,74	0,83	0,87	1	20,2	6,5	8,8	71	2,2	2,2	0,04227	80	76
15	20	M20A	1755	89,7	91,5	91,5	0,79	0,86	0,89	1,15	23,9	5,0	8,6	81	2,4	2,6	0,06349	137	69
18,5	25	M20A	1743	91,0	91,6	91,6	0,83	0,89	0,90	1	29,7	5,0	8,6	102	1,9	2,0	0,06349	137	69
22	30	M20A	1765	91,4	93,0	93,1	0,81	0,87	0,90	1,15	35,0	5,4	15,1	121	2,4	3,2	0,18046	186	69
30	40	M20A	1750	89,0	90,0	90,0	0,79	0,85	0,87	1	50,1	6,5	13,7	116	2,2	2,4	0,10686	147	69
37	50	M20A	1760	90,5	91,5	91,5	0,80	0,86	0,88	1,15	60,8	6,5	20,4	187	2,3	2,7	0,20783	200	73
45	60	M20A	1760	91,6	92,6	92,6	0,81	0,87	0,89	1,15	71,3	6,5	26	231	2,2	2,6	0,29715	277	75
55	75	M20A	1780	92,0	93,0	93,0	0,80	0,86	0,88	1,15	89,8	7,0	35	338	2,1	2,4	0,62440	351	78
75	100	M20A	1780	93,0	94,0	94,0	0,81	0,87	0,89	1,15	118	7,0	45	461	2,3	2,4	0,91250	485	80
90	125	M20A	1776	92,6	94,1	94,2	0,79	0,86	0,88	1,15	146	6,4	38	500	2,3	2,9	1,35000	592	81
110	150	M20A	1780	97,0	98,0	98,0	0,81	0,87	0,89	1	168	7,2	70	671	2,3	2,8	1,60000	679	82
132	175	M20A	1781	94,2	95,0	95,0	0,82	0,88	0,90	1,15	201	6,3	47	702	1,8	2,4	2,85960	900	83
150	200	M20A	1782	94,0	95,1	95,1	0,82	0,88	0,90	1,15	229	5,3	53	709	1,9	2,4	3,18480	1030	83
180	250	M20A	1780	94,4	95,3	95,3	0,83	0,89	0,91	1	283	6,3	56	1003	1,9	2,3	3,67650	1050	89

Corriente nominal a 440 V

Para obtener la corriente en 220 V multiplicar por 2. En 230 V multiplicar por 1,91. En 380 V multiplicar por 1,58. En 460 V multiplicar por 0,96  
 Conexión en 380 V opcional para motores <10 HP

ANEXO C3

Válvula solenoide dos vías dos posiciones

Servicios Generales - 2/2 Normalmente Cerrada 1/8" y 1/4"

Diámetro de conexión (in)	Orificio Interno (In)	CV Factor de Flujo	Presión de operación diferencial (PSI)				Max. temp. del fluido (°F) ①	Modelo	Material del cuerpo	Material de sellos e Internos	Voltaje de la bobina	Potencia eléctrica (W)	Aprobaciones		Kit de reconstrucción	Bobina de reemplazo	Peso aproximado (lbs)	
			min.	max.									UL	FM				
2/2 Normalmente Cerrada																		
1/8	7/64	0.19	0	135	126	80	180	U82568045V	BR	FKM	120/60	6.3	□	-	-	400117-225-D*	0.6	
	1/8	0.35	0	185	180	120	180	8262H002	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581	238210-032-D*	2.3	
		0.35	0	185	180	120	180	8262H002	BR	NBR	24/60	6.1	○	○	323581	238210-005-D*	2.3	
		0.35	0	185	180	120	180	8262H002	BR	NBR	240/60,220/50	6.1	○	○	323581	238210-058-D*	2.3	
		0.35	0	185	180	120	180	EF8262H002	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581	238214-032-D*	2.3	
		0.35	0	130	110	95	180	8262H002	BR	NBR	24/DC	10.6	○	○	323587	238510-006-D*	2.3	
1/4	3/64	0.06	0	750	750	725	180	8262H019	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581	238210-032-D*	2.3	
	3/32	0.19	0	100	100	-	130	USM8260074	PL	NBR	120/60,110/50	6.5	○	-	302973	186548-001-*	2.0	
		0.21	0	370	330	160	180	8262H020	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581	238210-032-D*	2.3	
		0.21	0	235	160	160	180	8262H020	BR	NBR	24/DC	10.6	○	○	323587	238310-006-D*	2.3	
	1/8	0.35	0	185	180	90	180	8262H007	SS	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323583	238210-032-D*	2.4	
		0.35	0	185	180	90	180	EF8262H007	SS	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323583	238214-032-D*	2.4	
		0.35	0	185	180	90	180	8262H022	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581	238210-032-D*	2.0	
		0.35	0	185	180	90	180	8262H022	BR	NBR	24/60	6.1	○	○	323581	238210-005-D*	2.0	
		0.35	0	185	180	90	180	8262H022	BR	NBR	240/60,220/50	6.1	○	○	323581	238210-058-D*	2.0	
		0.35	0	185	180	90	180	EF8262H022	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581	238214-032-D*	2.0	
		0.35	0	185	180	90	180	8262H022V	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581-V	238210-032-D*	2.0	
		0.35	0	130	110	90	180	8262H022	BR	NBR	24/DC	10.6	○	○	323587	238310-006-D*	2.0	
		0.35	0	340	300	215	180	8262H232	BR	NBR	120/60,110/50	10.1	○	○	323593	238610-032-D*	2.4	
		0.35	0	340	300	215	180	EF8262H232	BR	NBR	120/60,110/50	10.1	○	○	323593	238614-032-D*	2.4	
		5/32	0.52	0	210	200	145	180	8262H202	BR	NBR	120/60,110/50	10.1	○	○	323593	238610-032-D*	2.4
	0.52		0	210	200	145	180	8262H202	BR	NBR	240/60,220/50	10.1	○	○	323593	238610-058-D*	2.4	
	0.52		0	210	200	145	180	EF8262H202	BR	NBR	120/60,110/50	10.1	○	○	323593	238614-032-D*	2.4	
	0.52		0	210	200	145	180	8262H202V	BR	NBR	120/60,110/50	10.1	○	○	323593-V	238610-032-D*	2.4	
	0.52		0	63	63	63	180	8262H202	BR	NBR	24/DC	11.6	○	○	323593	238710-006-D*	2.4	
	7/32		0.73	0	100	100	100	180	8262H208	BR	NBR	120/60,110/50	10.1	○	○	323593	238610-032-D*	2.4
			0.73	0	100	100	100	180	8262H208	BR	NBR	24/60	10.1	○	○	323593	238610-005-D*	2.4
			0.73	0	100	100	100	180	8262H208	BR	NBR	240/60,220/50	10.1	○	○	323593	238610-058-D*	2.4
			0.73	0	100	100	100	180	EF8262H208	BR	NBR	120/60,110/50	10.1	○	○	323593	238614-032-D*	2.4
	9/32		0.73	0	55	54	40	180	8262H013	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581	238210-032-D*	2.3
0.88		0	90	90	90	180	8262H212	BR	NBR	120/60,110/50	17.1	○	○	323593	238610-132-D*	2.4		
5/16	0.88	0	36	36	33	180	8262H090	BR	NBR	120/60,110/50	6.1	○	○	323581	238210-032-D*	2.3		
	0.88	5	125	125	-	180	8210B020	BR	NBR	120/60,110/50	6.5	●	-	302270	216099-003-D*	1.0		
	1.5	10	750	750	750	200	8223G021	BR	NYLON	120/60,110/50	10.1	-	-	302313	238610-032-D*	2.9		
	1.5	10	1500	1500	1500	200	8223G025	BR	NYLON	120/60,110/50	17.1	-	-	302314	238610-132-D*	2.9		

① Consultar tabla de conversión de °F a °C página 20.

ANEXO C4  
Fuentes Omron

# S82K

## DIN-Rail Mount Power Supply with a Wide Power Range of 3 to 100 W

- Universal input voltage range.
- All models are UL 508 listed.
- Class 2 approved on all models below 100 W, except dual-output types.
- Undervoltage indicators on all models. 90-W and 100-W models have alarm and output indicators.
- PFC models meet EN61000-3-2 (limits for harmonic current emissions).
- Parallel operation capability (100 W).
- Finger-safe terminal block with cover according to VDE0106/P100.
- Approvals: UL, CSA, VDE, and CE.
- 3-year warranty.



## Ordering Information

### ■ SWITCHING POWER SUPPLIES

**Stock Note:** Shaded models are normally stocked.

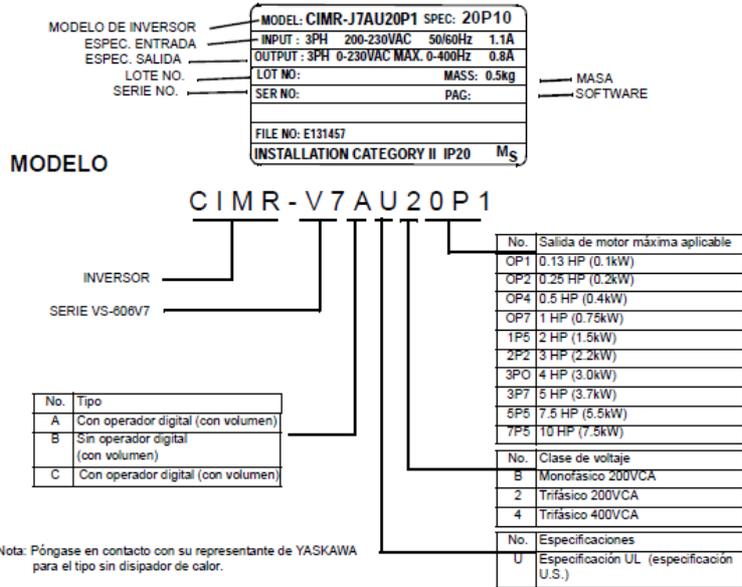
Rated input voltage	Power ratings	Output voltage	Output current	Function configuration			Part number			
				Output	Undervoltage alarm	PFC				
100 to 240 VAC	3 W	5 V	0.6 A	Single output	Indicator only	No	S82K-00305			
		12 V	0.25 A				S82K-00312			
		15 V	0.2 A				S82K-00315			
		24 V	0.13 A				S82K-00324			
	7.5 W	5 V	1.5 A				Single output	Indicator only	No	S82K-00705
		12 V	0.6 A							S82K-00712
		15 V	0.5 A							S82K-00715
		24 V	0.3 A							S82K-00724
		+12 V/-12 V	0.3 A/0.2 A	Dual output	S82K-00727					
	+15 V/-15 V	0.2 A/0.2 A	Dual output	S82K-00728						
	15 W	5 V	2.5 A	Single output	Indicator only	No	S82K-01505			
		12 V	1.2 A				S82K-01512			
		24 V	0.6 A				S82K-01524			

(This table continues on the next page.)

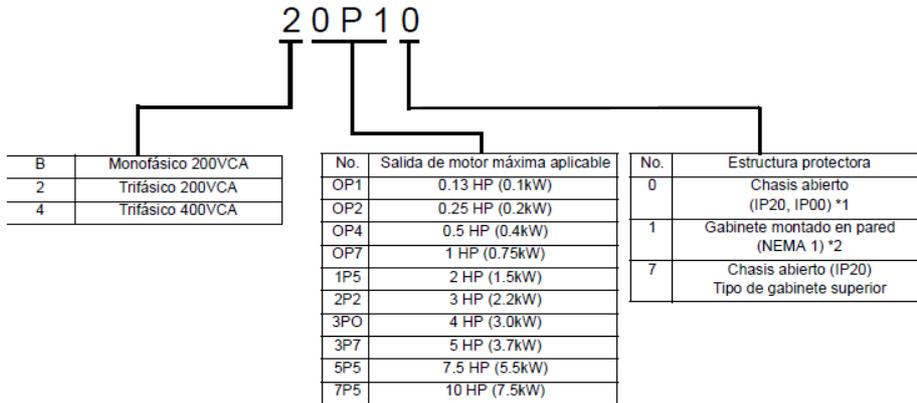
## ANEXO C5

### Variador de Frecuencia

La placa de características del variador de frecuencia YASKAWA

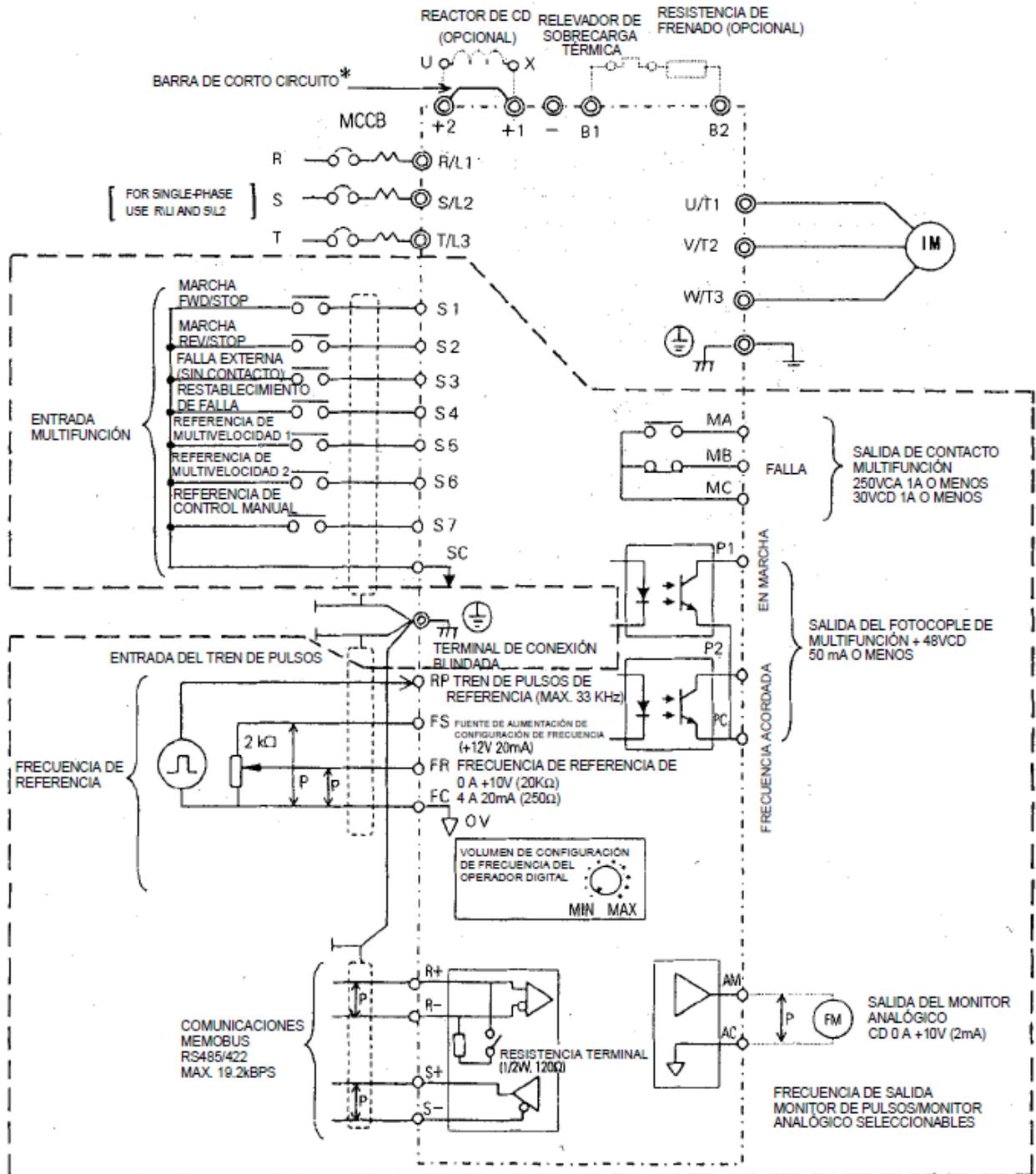


### ESPEC., continuación



- \*1 Del código No. OP1 al 3P7 son IP20. Siempre retire ambas cubiertas, la superior y la inferior cuando utilice los inversores 5P5 y 7P5 como tipos de chasis abierto IP00.
- \*2 Del NEMA 1 "OP1" al "3P7" son opcionales. Del NEMA 1 "5P5" y "7P5" son estándar.

## • Cableado Estándar



BLINDADO

Alambres de par trenzado

## ANEXO B C6

### Dimensiones de Cables y Tornillos de las Terminales

#### CIRCUITO CONTROL

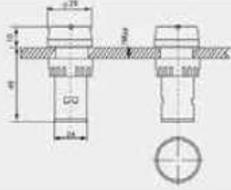
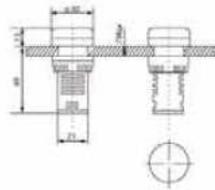
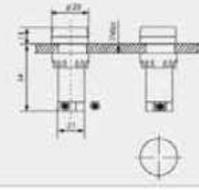
Modelo	Símbolo de la terminal	Tornillo	Ajuste del par de torsión lb · pulg. (N · m)	Alambre				Tipo
				Dimensión aplicable		Tamaño recomendado		
				mm <sup>2</sup>	AWG	mm <sup>2</sup>	AWG	
Común para	MA, MB, MC	M3	4.44 a 5.33 (0.5 a 0.6)	alambre trenzado de 0.5 a 1.25 sencillo de 0.5 a 1.25	20 a 16 20 a 16	0.75	18	Alambre forrado o
todos los modelos	S1 para S7,P1, P2,SC,PC,R+, R-,S+,S- ,FS,FR,FC,AM,AC,RP	M2	1.94 a 2.21 (0.22 a 0.25)	alambre trenzado de 0.5 a 0.75 sencillo de 0.5 a 1.25	20 a 18 20 a 16	0.75	18	equivalentet

#### CIRCUITO POTENCIA

Modelo	Símbolo terminal	Tornillo	Ajuste del par de tor. lb · pulg. (N · m)	Alambre				Tipo
				Tamaño aplicable		Tamaño recomendado		
				mm <sup>2</sup>	AWG	mm <sup>2</sup>	AWG	
CIMR-V7AA20P1	R/L1,S/L2,T/L3,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M3.5	7.1 a 8.88 (0.8 a 1.0)	0.75 a 2	18 to 14	2	14	Alambre forrado de vinil de 600V o equivalente
CIMR-V7AA20P2	R/L1,S/L2,T/L3,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M3.5	7.1 a 8.88 (0.8 a 1.0)	0.75 a 2	18 to 14	2	14	
CIMR-V7AA20P4	R/L1,S/L2,T/L3,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M3.5	7.1 a 8.88 (0.8 a 1.0)	0.75 a 2	18 to 14	2	14	
CIMR-V7AA20P7	R/L1,S/L2,T/L3,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M3.5	7.1 a 8.88 (0.8 a 1.0)	0.75 a 2	18 to 14	2	14	
CIMR-V7AA21P5	R/L1,S/L2,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M4	10.65 a 13.31 (1.2 a 1.5)	2 a 5.5	14 to 10	2	14	
CIMR-V7AA22P2	R/L1,S/L2,T/L3,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M4	10.65 a 13.31 (1.2 a 1.5)	2 a 5.5	14 to 10	3.5	12	
CIMR-V7AA24P0	R/L1,S/L2,T/L3,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M4	10.65 a 13.31 (1.2 a 1.5)	2 a 5.5	14 to 10	5.5	10	
CIMR-V7*A25P5	R/L1,S/L2,T/L3,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M5	22.19 (2.5)	5.5 a 8	10 to 8	8	8	
CIMR-V7*A27P5	R/L1,S/L2,T/L3,-,+1,+2,B1,B2,U/T1,V/T2,W/T3 ⊕	M5	22.19 (2.5)	5.5 a 8	10 to 8	8	8	

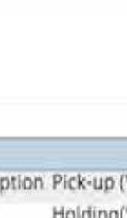
# ANEXO C7

## Luz Piloto

AD22 series LED indicators	Type code	Diameter	Voltage	Color	Overall dimensions
	AD22-22B	Ø22	21-DC.AC6V 22-DC.AC12V 23-DC.AC24V 24-DC.AC36V 25-DC.AC48V 26-DC.AC110V 27-DC.AC127V 31-DC.AC220V 32-AC380V	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Red</li> <li>● Green</li> <li>● Yellow</li> <li>○ White</li> <li>● Blue</li> </ul>	
	AD22-22D	Ø22	21-DC.AC6V 22-DC.AC12V <b>23-DC.AC24V</b> 24-DC.AC36V 25-DC.AC48V 26-DC.AC110V 27-DC.AC127V <b>31-DDC.AC220V</b> 32-AC380V	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Red</li> <li>● Green</li> <li>● Yellow</li> <li>○ White</li> <li>● Blue</li> </ul>	
<b>AD22 series Double color signal lamp</b>					
	AD22-22Dry	Ø22	23-DC.AC24V 24-DC.AC36V 25-DC.AC48V 26-DC.AC110V 27-DC.AC127V 28-DC.AC220V 31-DC.AC220V 32-AC380V	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Red ● Green</li> <li>● Red ● Yellow</li> </ul>	

## ANEXO C8

### Contadores

	current in category AC-3400V (A)	of poles	auxiliary contacts	control circuit voltages(VAC)	frequency (Hz)		
	9	3 -	1 -	230	50/60	C8 0910P7	21621
		3 -	- 1	230	50/60	C8 0901P7	21618
		4 -	- -	230	50/60	C8 09004P7	15528
		2 2	- -	230	50/60	C8 09008P7	10038
	12	3 -	1 -	230	50/60	C8 1210P7	21711
		3 -	- 1	230	50/60	C8 1201P7	21708
		4 -	- -	230	50/60	C8 12004P7	22269
		2 2	- -	230	50/60	C8 12008P7	22314
	18	3 -	1 -	230	50/60	C8 1810P7	21801
		3 -	- 1	230	50/60	C8 1801P7	21798
	25	3 -	1 -	230	50/60	C8 2510P7	21891
		3 -	- 1	230	50/60	C8 2501P7	21888
		4 -	- -	230	50/60	C8 25004P7	22359
		2 2	- -	230	50/60	C8 25008P7	22404
	32	3 -	1 -	230	50/60	C8 3210P7	21981
	3 -	- 1	230	50/60	C8 3201P7	21978	

Type	3SC8-09	3SC8-12	3SC8-18	3SC8-25	3SC8-32	3SC8-40	3SC8-50	3SC8-65	3SC8-80	3SC8-95
Coil consumption Pick-up (VA)	70	70	70	100	100	245	245	245	245	245
Holding(VA)	8	8	8	10	10	26	26	26	26	26
Power (W)	8~2.8	8~2.8	1.8~2.8	3~4	3~4	6~10	6~10	6~10	6~10	6~10

#### Coil voltage of contactor 3SC8

Coil voltage Us(V)	24	36	48	110	127	220	230	240	380	415	440	480	500	600	660
50Hz	B5	C5	E5	F5	G5	M5	P5	U5	Q5	N5	R5	T5	S5	-	Y5
60Hz	B6	-	E6	F6	G6	M6	P6	U6	Q6	N6	R6	T6	-	S6	-
50/60Hz	B7	C7	E7	F7	G7	M7	P7	U7	Q7	N7	R7	T7	-	-	-

## ANEXO C9

### BREAKERS

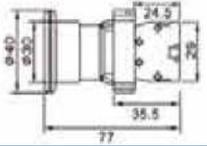
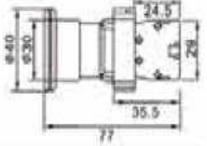
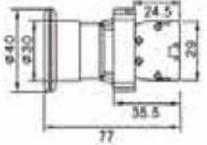
IEC60898 10kA	Number of poles	Rated current In(A)	Curve B		Curve C		Curve D		Pack.
			Type	Accessories	Type	Accessories	Type	Accessories	
			19231	19231	19271	19271	19291	19291	
	1	2	B71 81802H	19231	B71 81C02H	19271	B71 81D02H	19291	12
		4	B71 81804H	19253	B71 81C04H	19273	B71 81D04H	19293	12
		6	B71 81806H	20001	B71 81C06H	20046	B71 81D06H	20091	12
		10	B71 81810H	20002	B71 81C10H	20047	B71 81D10H	20092	12
		16	B71 81816H	20003	B71 81C16H	20048	B71 81D16H	20093	12
		20	B71 81820H	20004	B71 81C20H	20049	B71 81D20H	20094	12
		25	B71 81825H	20005	B71 81C25H	20050	B71 81D25H	20095	12
		32	B71 81832H	20006	B71 81C32H	20051	B71 81D32H	20096	12
		40	B71 81840H	20007	B71 81C40H	20052	B71 81D40H	20097	12
		50	B71 81850H	20008	B71 81C50H	20053	B71 81D50H	20098	12
		63	B71 81863H	20009	B71 81C63H	20054	B71 81D63H	20099	12

	2	2	B71 92802H	19435	B71 92C02H	19455	B71 92D02H	19475	6
		4	B71 92804H	19437	B71 92C04H	19457	B71 92D04H	19477	6
		6	B71 92806H	19124	B71 92C06H	19169	B71 92D06H	19214	6
		10	B71 92810H	19125	B71 92C10H	19170	B71 92D10H	19215	6
		16	B71 92816H	19126	B71 92C16H	19171	B71 92D16H	19216	6
		20	B71 92820H	19127	B71 92C20H	19172	B71 92D20H	19217	6
		25	B71 92825H	19128	B71 92C25H	19173	B71 92D25H	19218	6
		32	B71 92832H	19129	B71 92C32H	19174	B71 92D32H	19219	6
		40	B71 92840H	19130	B71 92C40H	19175	B71 92D40H	19220	6
		50	B71 92850H	19131	B71 92C50H	19176	B71 92D50H	19221	6
		63	B71 92863H	19132	B71 92C63H	19177	B71 92D63H	19222	6

	3	2	B71 93802H	19439	B71 93C02H	19459	B71 93D02H	19479	4
		4	B71 93804H	19441	B71 93C04H	19461	B71 93D04H	19481	4
		6	B71 93806H	19133	B71 93C06H	19178	B71 93D06H	19223	4
		10	B71 93810H	19134	B71 93C10H	19179	B71 93D10H	19224	4
		16	B71 93816H	19135	B71 93C16H	19180	B71 93D16H	19225	4
		20	B71 93820H	19136	B71 93C20H	19181	B71 93D20H	19226	4
		25	B71 93825H	19137	B71 93C25H	19182	B71 93D25H	19227	4
		32	B71 93832H	19138	B71 93C32H	19183	B71 93D32H	19228	4
		40	B71 93840H	19139	B71 93C40H	19184	B71 93D40H	19229	4
		50	B71 93850H	19140	B71 93C50H	19185	B71 93D50H	19230	4
		63	B71 93863H	19141	B71 93C63H	19186	B71 93D63H	19231	4

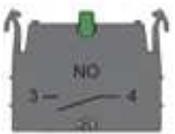
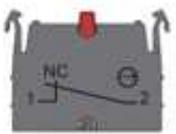
## ANEXO C10

### Pulsador Pro De Emergencia

	Contact	position	Description	Overall dimensions	
	N/C		Φ 30	3SA5-BS442 32791	
	N/C		Φ 40 Turn to release	3SA5-BS542 32792	
	N/C		Φ 60	3SA5-BS642 32793	
	N/C		Φ 40 Push-pull	3SA5-BT42 32789	
	N/C		Φ 60 Red	3SA5-BX42 32790	
	N/C		Φ 40 Turn to release Red release (Key n°445)	3SA5-BS142 32795	
	N/C		Φ 60	3SA5-BS242 32796	

### Bloque de contactos

Classification	Ordering information	Description
Model	① - ②	Switches Accessories
Contact /LED Block	SA	A Contact (Normal open)
	CA	B Contact (Normal close)
	LD	LED Block (12-24VDC/AC)
	LA	LED Block (110-220VAC 50/60HZ)

SA-CA	A Contact	SA-CB	B Contact	SA-LD	For LED DC	SA-LA	For LED AC
							
110VAC/10A, 250VAC/6A		12-24VDC/AC		110-220VAC			

## ANEXO C11

### Enchufe trifásico angular 3x50



Amperaje 50 A

Enchufe trifásico macho

## ANEXO C12

### PLC

## 2-5 Configuraciones del sistema CPM2C

### 2-5-1 CPUs

CPU con 10 puntos de E/S  
(salidas relé)



CPU con 10 puntos de E/S  
(salidas transistor)



CPU con 20 puntos de E/S  
(salidas transistor)



CPU	Entradas	Salidas	Reloj	Modelo	
10 puntos de E/S (6 entradas, 4 salidas)	Bloque de terminales de E/S	6 entradas (24Vc.c.)	4 salidas relé	No	CPM2C-10CDR-D
			4 salidas transistor (negativo común o NPN)	Sí	CPM2C-10C1DR-D
	Conector de E/S	6 entradas (24Vc.c.)	4 salidas transistor (negativo común o NPN)	No	CPM2C-10CDTC-D
			4 salidas transistor (positivo común o PNP)	Sí	CPM2C-10C1DTC-D
			4 salidas transistor (positivo común o PNP)	No	CPM2C-10CDT1C-D
Sí	CPM2C-10C1DT1C-D				
20 puntos de E/S (12 entradas, 8 salidas)	Conector de E/S	12 entradas (24Vc.c.)	8 salidas transistor (negativo común o NPN)	No	CPM2C-20CDTC-D
			8 salidas transistor (negativo común o NPN)	Sí	CPM2C-20C1DTC-D
		8 salidas transistor (positivo común o PNP)	No	CPM2C-20CDT1C-D	
			Sí	CPM2C-20C1DT1C-D	

### 3-4 Especificaciones CPM2C

#### 3-4-1 Especificaciones generales de la CPU

Item	CPUs con 10 puntos de E/S		CPUs con 20 puntos de E/S (Salidas transistor)	Unidades de expansión de E/S	
	Salidas a relé	Salidas a transistor		10 puntos E/S (Salidas relé)	24 puntos E/S (Salidas transistor)
Tensión de alimentación	24 Vc.c.				
Rango de tensión de operación	20.4 a 26.4 Vc.c.				
Consumo	4 W			1 W	
Corriente máxima	25 A máx.				
Resistencia de aislamiento	20 MΩ mín. (a 500 Vc.c.) entre terminales de c.a. externos y terminales de tierra de protección				
Rigidez dieléctrica	1,500 Vc.a. durante 1 min (entre circuitos aislados)				
Inmunidad al ruido	1,500 Vp-p, anchura del pulso: 0.1 a 1 μs, tiempo de subida: pulso de 1-ns (vía simulador de ruido)				
Resistencia a vibraciones	10 a 57 Hz, 0.075-mm de amplitud p-p, 57 a 150 Hz, aceleración: 9.8 m/s <sup>2</sup> en las direcciones X, Y y Z durante 80 minutos en cada una de ellas (Coeficiente de tiempo; 8 minutos x factor 10 = tiempo total 80 minutos)				
Resistencia a golpes	147 m/s <sup>2</sup> tres veces en cada una de las direcciones X, Y y Z				
Temperatura ambiente	Operación: 0° a 55°C Almacenaje: -20° a 75°C (excepto para la batería)				
Humedad	10% a 90% (sin condensación)				
Atmósfera	Debe estar libre de gases corrosivos				
Interfaz de E/S	Bloque de terminales	Conector		Bloque de terminales	Conector
Tiempo de corte de alimentación	2 ms mín.				
Peso	200 g máx.	200 g máx.	200 g máx.	150 g máx.	150 g máx.

#### Especificaciones de salida de CPU y de unidad de expansión de E/S

##### Salida relé

Item	Especificaciones
Capacidad de conmutación máx.	2 A, 250 Vc.a. (cosφ = 1) 2 A, 24 Vc.c. (4 A/común)
Capacidad de conmutación mín.	10 mA, 5 Vc.c.
Vida útil del relé (ver nota)	Eléctrica: 150,000 operaciones (24-Vc.c. carga resistiva) 100,000 operaciones (240-Vc.a. carga inductiva, cosφ = 0,4) Mecánica: 20,000,000 operaciones
Retardo a ON	15 ms máx.
Retardo a OFF	15 ms máx.
Configuración del circuito	<p>El diagrama muestra una configuración de salida relé con cuatro circuitos internos en serie. Cada circuito interno contiene un relé y un LED de salida. Los terminales de salida están etiquetados como OUT y COM. El diagrama ilustra cómo los circuitos internos están conectados a los terminales de salida.</p>

# ANEXO C13

## Pulsadores

### A22 Interruptores con Botón de Presión Sin Luz, 22 mm de diámetro, A22L Interruptores con Botón de Presión Con Luz, 22 mm de diámetro

Sin Luz



Redondo, plano **A22-F**



Redondo, de proyección **A22-T**



Redondo, protección completa **A22-G**



Redondo, media protección **A22-H**

Sin Luz



Cuadrado, de proyección **A22-C**



Cuadrado, protección completa **A22-D**



Redondo, tipo hongo 30 mm de diám. **A22-S**



Redondo, tipo hongo 40 mm de diám. **A22-M**

Con Luz



Redondo, de proyección, con luz **A22L-T**



Redondo, protección completa, con luz **A22L-G**



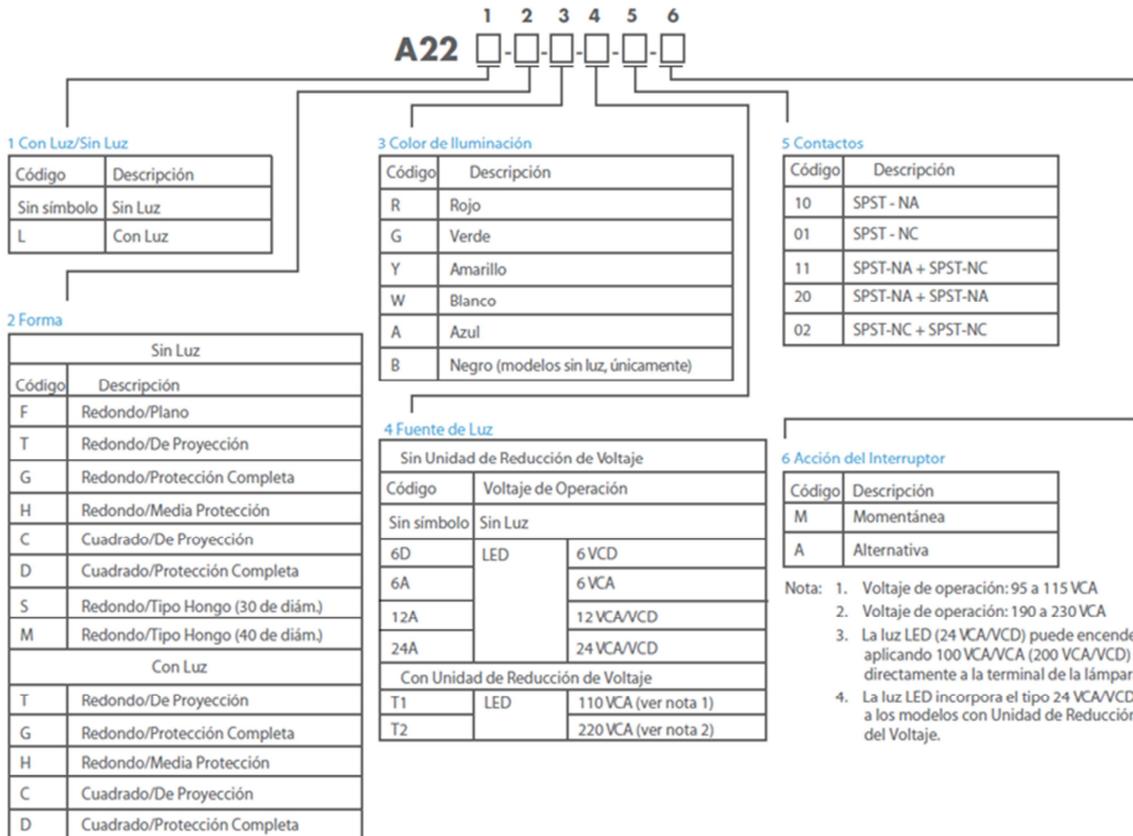
Redondo, media protección, con luz **A22L-H**



Cuadrado, de proyección, con luz **A22L-C**



Cuadrado, protección completa, con luz **A22L-D**



## ANEXO C14

### Potenciómetro



## Potenciómetros

[BORRAR RESULTADOS](#)

CODIGO	TIPO	Nº DE VUELTAS	VALOR DE RESISTENCIA (Ohms)	X	TOLERANCIA (±%)	COEF. DE TEMP. (±ppm/°C)	POTENCIA (W)	DIMENSIONES (mm)	FIG.	OBSERVACIONES	ELEMENTO RESISTIVO
	POTENCIOMETRO	1	10	K	Elegir...		Elegir...		E		Elegir...
3370C104	POTENCIOMETRO	1	100	K	20	1000	0.12	6.7x6.8x5	4	MINIATURA	PLASTICO
91AC15	POTENCIOMETRO	1	10	K	10	150	2	13x16x16	10	EJE 12.5mm	CERMET
91AC20	POTENCIOMETRO	1	100	K	10	150	2	13x16x16	10	EJE 12.5mm	CERMET
3852A-103	POTENCIOMETRO	1	10	K	10	150	2	19D	11	EJE: 6,35D 22,2L (mm)	CERMET
3852A-104	POTENCIOMETRO	1	100	K	10	150	2	19D	11	EJE: 6,35D 22,2L (mm)	CERMET
3852C-104	POTENCIOMETRO	1	100	K	10	150	2	19D	11	EJE: 3,18D 15/25L (mm)	CERMET

\* 53AAA-B28-B40, BOURNS , SELLADO.

## ANEXO C15

### Sensor Fotoeléctrico

- Easy installation by compact M18 housing
- Built-in power supply, suitable for 24-240 VAC; no extra power supply needed
- Through-beam, Retro-reflective and diffuse-reflective types



#### Ordering information

Sensing method	Sensing distance	Connection method				Order code	
						Light-ON	Dark-ON
Through-beam 	3 m	–	–	2 m	–	E3F2-3Z1 2M	E3F2-3Z2 2M
Retro-reflective without M.S.R.*1 	0.1 to 2 m <sup>2</sup>	–	–	2 m	–	E3F2-R2Z1-E 2M	E3F2-R2Z2-E 2M
Diffuse-reflective wide beam 	0.1 m (fixed)	–	–	2 m	–	E3F2-DS10Z1-N 2M	E3F2-DS10Z2-N 2M

\*1: Order reflector separately

#### Ratings / Characteristics

Item	E3F2-3Z1 E3F2-3Z2	E3F2-R2Z1 E3F2-R2Z2	E3F2-DS10Z1 E3F2-DS10Z2
Type	Through-beam	Retro-reflective without M.S.R.	Diffuse-reflective (wide-beam)
Power supply voltage	24 to 240 VAC $\pm$ 10 %, 50 / 60 Hz		
Current consumption	10 mA max.	5 mA max.	
Sensing distance*1	3 m	0.1 to 2 m (with E39-R1)	0.1 m (5 x 5 cm white mat paper)
Detectable object	Opaque object: 11 mm min.	Opaque object: 56 mm min.	
Directional angle	3° to 20°		–
Differential travel	–	20 % max.	
Response time	30 ms max.		
Control output	AC solid state (SCR) 200 mA max.; residual voltage: 5 V max. at 200 mA		
Power reset time	100 ms		
Ambient illumination	Incandescent lamp: 3000 lx max. Sunlight: 10000 lx max.		
Ambient temperature	Operating: -25 to 55 °C / Storage: -30 to 70 °C (with no icing or condensation)		
Ambient humidity	Operating: 35% to 85% / Storage: 35% to 95% (with no condensation)		
Insulation resistance	20 M $\Omega$ min. at 500 V DC between energized parts and case		
Dielectric strength	1500 VAC, 50 / 60 Hz for 1 min between energized parts and case		
Vibration resistance	10 to 55 Hz, 1.5 mm double amplitude for 2 hrs each direction (X, Y, Z)		
Shock resistance	500 m/sqr (approx. 50 g) for each direction (X, Y, Z)		
Degree of protection	IEC 60529: IP66		
Light source (wave length)	Infrared LED (880 nm)		
Indicators	Light incident/power indicator for light source (red)		
Sensitivity adjustment	Fixed		
Connection method	2 m, 5 m pre-wired cable (PVC dia. 4 mm (14 / 0.15) <sup>2</sup> )		
Operation mode	Light-ON or Dark-ON (fixed)		
Circuit protection	None		
Weight (approx.)	110 g (pre-wired 2 m cable)		
Housing materials	Plastic (case: ABS; lens: PMMA)		

\*1: For sensing distance in detail, please refer to "Engineering Data"

\*2: For other cable materials (e.g. PUR) please contact your OMRON sales representative.

## ANEXO D: CÁLCULOS NEUMATICOS



POSICIÓN A DE LA TAPA



POSICIÓN B DE LA TAPA

### ANEXO D1

**TABLA #1**

ANGULO	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DISTANCIA (mm)	PRECIÓN (PSI)	POSICIÓN DE LA TAPA	N DE VUELTAS	TAPAS VOLTEADAS
60	4,5	0	10	B	1	0
60	4,5	0	10	B	1	0
60	4,5	0	16	B	1	1
60	4,5	0	20	B	1	8
60	4,5	5	20	B	1	8
60	4,5	10	20	B	1	8
60	4,5	15	20	B	1	8
60	4,5	20	20	B	1	8
60	4,5	25	20	B	1	8
60	4,5	30	20	B	1	8
60	4,5	35	20	B	1	8
60	4,5	40	20	B	1	8
60	4,5	45	20	B	1	8
60	4,5	50	20	B	1	8
60	4,5	55	20	B	1	8
60	4,5	60	20	B	1	8
60	4,5	65	20	B	1	8
60	4,5	70	20	B	1	8
60	4,5	75	20	B	1	8
60	4,5	80	20	B	1	8
60	4,5	85	20	B	1	8
60	4,5	90	20	B	1	8
60	9	0	10	B	1	8
60	9	10	10	B	1	8
60	9	15	10	B	1	4

TABLA #1 (Cont.)

60	9	15	10	B	5	8
60	9	15	20	B	5	8
60	9	20	20	B	1	8
60	9	25	20	B	1	8
60	9	30	20	B	1	8
60	9	35	20	B	1	8
60	9	40	20	B	1	8
60	9	45	20	B	1	8
60	9	50	20	B	1	8
60	9	55	20	B	1	8
60	9	60	20	B	1	8
60	9	65	20	B	1	8
60	9	70	20	B	1	8
60	9	75	20	B	1	8
60	9	80	20	B	1	8
60	9	85	20	B	1	8
60	9	90	20	B	1	8
60	13,5	0	10	B	1	8
60	13,5	5	10	B	1	8
60	13,5	10	10	B	1	8
60	13,5	15	10	B	1	8
60	13,5	20	10	B	1	8
60	13,5	25	10	B	1	8
60	13,5	30	10	B	1	4
60	13,5	30	10	B	5	8
60	13,5	30	20	B	1	8
60	13,5	35	20	B	1	8
60	13,5	40	20	B	1	8
60	13,5	45	20	B	1	8
60	13,5	50	20	B	1	8
60	13,5	55	20	B	1	8
60	13,5	60	20	B	1	8
60	13,5	65	20	B	1	8
60	13,5	70	20	B	1	8
60	13,5	75	20	B	1	8
60	13,5	80	20	B	1	8
60	13,5	85	20	B	1	8
60	13,5	90	20	B	1	8
60	18	0	10	B	1	8

TABLA #1 (Cont.)

60	18	5	10	B	1	8
60	18	10	10	B	1	8
60	18	15	10	B	1	8
60	18	20	10	B	1	8
60	18	25	10	B	1	8
60	18	30	10	B	1	8
60	18	35	10	B	1	8
60	18	40	10	B	1	5
60	18	40	10	B	5	8
60	18	40	20	B	1	8
60	18	45	20	B	1	8
60	18	50	20	B	1	8
60	18	55	20	B	1	8
60	18	60	20	B	1	8
60	18	65	20	B	1	8
60	18	70	20	B	1	8
60	18	75	20	B	1	8
60	18	80	20	B	1	8
60	18	85	20	B	1	8
60	18	90	20	B	1	8
60	22,5	0	10	B	1	8
60	22,5	5	10	B	1	8
60	22,5	10	10	B	1	8
60	22,5	15	10	B	1	8
60	22,5	20	10	B	1	7
60	22,5	20	10	B	5	8
60	22,5	25	10	B	1	7
60	22,5	25	10	B	5	8
60	22,5	30	10	B	1	8
60	22,5	35	10	B	1	8
60	22,5	40	10	B	1	6
60	22,5	40	10	B	5	8
60	22,5	45	10	B	1	5
60	22,5	45	10	B	5	8
60	22,5	50	10	B	5	8
60	22,5	50	20	B	1	8
60	22,5	55	20	B	1	8
60	22,5	60	20	B	1	8
60	22,5	65	20	B	1	8
60	22,5	70	20	B	1	8

TABLA #1 (Cont.)

60	22,5	75	20	B	1	8
60	22,5	80	20	B	1	8
60	22,5	85	20	B	1	8
60	22,5	90	20	B	1	8

ANEXO D2

TABLA #2

ANGULO	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DISTANCIA (mm)	PRECIÓN (PSI)	POSICIÓN DE LA TAPA	N DE VUELTAS	TATAS VOLTEADAS
60	4,5	0	10	A	1	0
60	4,5	0	10	A	5	0
60	4,5	0	16	A	1	0
60	4,5	0	16	A	5	0
60	4,5	0	20	A	1	0
60	4,5	0	20	A	5	0
60	4,5	10	20	A	1	2
60	4,5	10	20	A	5	6
60	4,5	20	25	A	1	8
60	4,5	25	25	A	1	8
60	4,5	30	25	A	1	7
60	4,5	30	25	A	5	8
60	4,5	35	25	A	1	6
60	4,5	35	25	A	5	8
60	4,5	40	25	A	1	7
60	4,5	40	25	A	5	8
60	4,5	45	25	A	1	6
60	4,5	45	25	A	5	8
60	4,5	50	25	A	1	4
60	4,5	50	25	A	5	8
60	4,5	55	25	A	1	1
60	4,5	55	25	A	5	3
60	4,5	60	25	A	1	0
60	4,5	60	25	A	5	0
60	4,5	60	30	A	1	0
60	4,5	65	30	A	1	1
60	4,5	65	30	A	5	1
60	4,5	65	40	A	1	8
60	4,5	70	40	A	1	8

TABLA #2 (Cont.)

60	4,5	75	40	A	1	8
60	4,5	80	40	A	1	0
60	4,5	80	40	A	5	0
60	4,5	80	50	A	1	8
60	4,5	85	50	A	1	0
60	4,5	85	50	A	5	0
60	4,5	85	60	A	1	8
60	4,5	85	60	A	1	8
60	4,5	90	60	A	1	8
60	9	0	10	A	1	0
60	9	0	10	A	5	0
60	9	0	20	A	1	8
60	9	5	20	A	1	8
60	9	10	20	A	1	8
60	9	15	20	A	1	8
60	9	20	20	A	1	8
60	9	25	20	A	1	8
60	9	30	20	A	1	8
60	9	35	20	A	1	8
60	9	40	20	A	1	8
60	9	45	20	A	1	8
60	9	50	20	A	1	8
60	9	55	20	A	1	8
60	9	60	20	A	1	8
60	9	65	20	A	1	8
60	9	70	20	A	1	8
60	9	75	20	A	1	8
60	9	80	20	A	1	7
60	9	80	20	A	5	8
60	9	85	20	A	1	6
60	9	85	20	A	5	8
60	9	90	20	A	1	4
60	9	90	20	A	5	8
60	13,5	0	10	A	1	8
60	13,5	5	10	A	1	8
60	13,5	10	10	A	1	8
60	13,5	15	10	A	1	8
60	13,5	20	10	A	1	8
60	13,5	25	10	A	1	8
60	13,5	30	10	A	1	8
60	13,5	35	10	A	1	8

TABLA #2 (Cont.)

60	13,5	40	10	A	1	7
60	13,5	40	10	A	5	8
60	13,5	45	10	A	1	7
60	13,5	45	10	A	5	8
60	13,5	50	10	A	1	5
60	13,5	50	10	A	5	8
60	13,5	55	10	A	1	5
60	13,5	55	10	A	5	8
60	13,5	60	10	A	1	3
60	13,5	60	10	A	5	6
60	13,5	65	10	A	1	2
60	13,5	65	10	A	5	5
60	13,5	70	10	A	1	0
60	13,5	70	10	A	5	0
60	13,5	70	20	A	1	8
60	13,5	75	10	A	1	8
60	13,5	80	10	A	1	8
60	13,5	85	10	A	1	8
60	13,5	90	10	A	1	8
60	18	0	10	A	1	8
60	18	5	10	A	1	8
60	18	10	10	A	1	8
60	18	15	10	A	1	8
60	18	20	10	A	1	8
60	18	25	10	A	1	8
60	18	30	10	A	1	8
60	18	35	10	A	1	8
60	18	40	10	A	1	8
60	18	45	10	A	1	7
60	18	45	10	A	5	8
60	18	50	10	A	1	6
60	18	50	10	A	5	8
60	18	55	10	A	1	6
60	18	55	10	A	5	8
60	18	55	10	A	5	8
60	18	60	10	A	1	5
60	18	60	10	A	5	8
60	18	65	10	A	1	5
60	18	65	10	A	5	8
60	18	70	10	A	1	5
60	18	70	10	A	5	8

TABLA #2 (Cont.)

60	18	75	10	A	1	4
60	18	75	10	A	4	7
60	18	80	10	A	1	3
60	18	80	10	A	5	6
60	18	85	10	A	1	2
60	18	85	10	A	5	4
60	18	90	10	A	1	1
60	18	90	10	A	5	4
60	22,2	0	10	A	1	8
60	22,2	5	10	A	1	8
60	22,2	10	10	A	1	8
60	22,2	15	10	A	1	8
60	22,2	20	10	A	1	8
60	22,2	25	10	A	1	8
60	22,2	30	10	A	1	8
60	22,2	35	10	A	1	8
60	22,2	40	10	A	1	8
60	22,2	45	10	A	1	8
60	22,2	50	10	A	1	8
60	22,2	55	10	A	1	8
60	22,2	60	10	A	1	8
60	22,2	65	10	A	1	8
60	22,2	70	10	A	1	8
60	22,2	75	10	A	1	8
60	22,2	80	10	A	1	8
60	22,2	85	10	A	1	7
60	22,2	85	10	A	5	8
60	22,2	90	10	A	1	6
60	22,2	90	10	A	5	8

ANEXO D3

**TABLA # 3**

ANGULO	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DISTANCIA (mm)	PRECIO (PSI)	POSICIÓN DE LA TAPA	N DE VUELTAS	TATAS VOLTEADAS
60	4,5	0	10	4A/4B	1	0A/3B
60	4,5	0	12	4A/4B	1	0A/3B
60	4,5	0	16	4A/4B	1	0A/3B
60	4,5	0	20	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	5	20	4A/4B	1	0A/3B
60	4,5	5	22	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	10	22	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	15	22	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	20	24	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	25	24	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	30	24	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	35	24	4A/4B	1	0A/3B
60	4,5	35	24	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	40	24	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	45	24	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	50	24	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	55	26	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	60	26	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	65	26	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	70	28	4A/4B	1	0A/2B
60	4,5	70	28	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	75	28	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	80	20	4A/4B	1	0A/2B
60	4,5	80	20	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	85	20	4A/4B	1	0A/4B
60	4,5	85	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	0	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	5	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	10	22	4A/4B	1	0A/2B
60	9	10	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	15	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	20	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	25	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	30	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	35	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	40	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	45	22	4A/4B	1	0A/4B

TABLA #3 (Cont.)

60	9	50	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	55	24	4A/4B	1	0A/4B
60	9	60	24	4A/4B	1	0A/4B
60	9	65	24	4A/4B	1	0A/4B
60	9	70	24	4A/4B	1	0A/3B
60	9	70	26	4A/4B	1	0A/4B
60	9	75	26	4A/4B	1	0A/4B
60	9	80	20	4A/4B	1	0A/4B
60	9	85	20	4A/4B	1	0A/3B
60	9	85	22	4A/4B	1	0A/4B
60	9	90	22	4A/4B	1	0A/4B
60	13,5	65	22	4A/4B	1	1A/4B
60	13,5	70	22	4A/4B	1	0A/2B
60	13,5	70	22	4A/4B	1	4A/4B
60	13,5	75	22	4A/4B	1	4A/4B
60	13,5	80	24	4A/4B	1	2A/4B
60	13,5	85	24	4A/4B	1	1A/4B
60	13,5	85	24	4A/4B	1	1A/4B

# ANEXO E: FOTOS

## Anexo E 1: Preparación del Material



## Anexo E 2: Armado de la Estructura

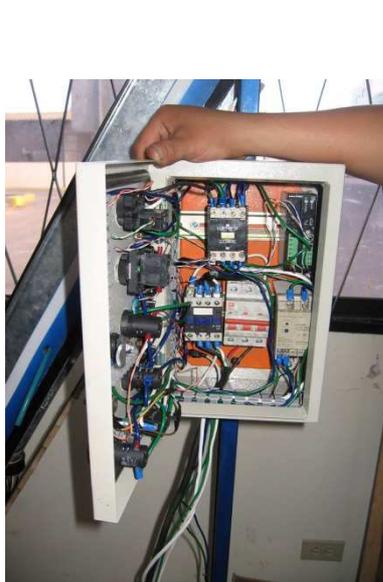
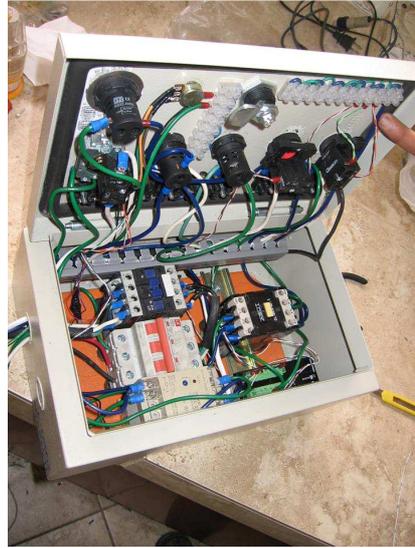


### Anexo E 3: Construcción de la Banda Transportadora





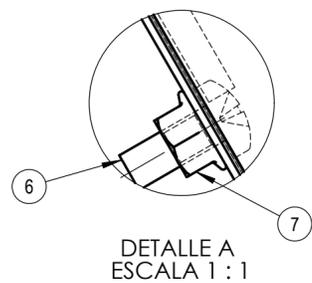
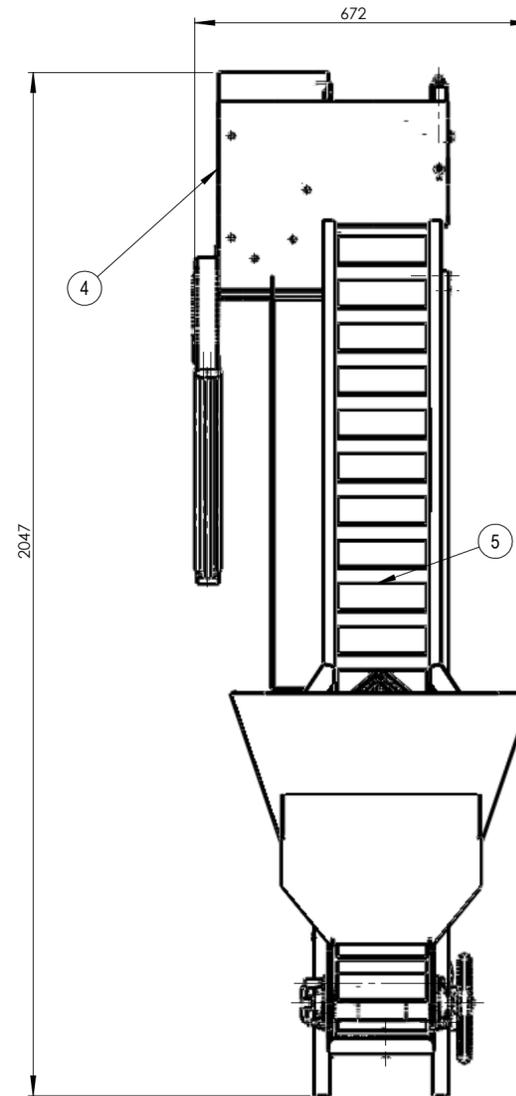
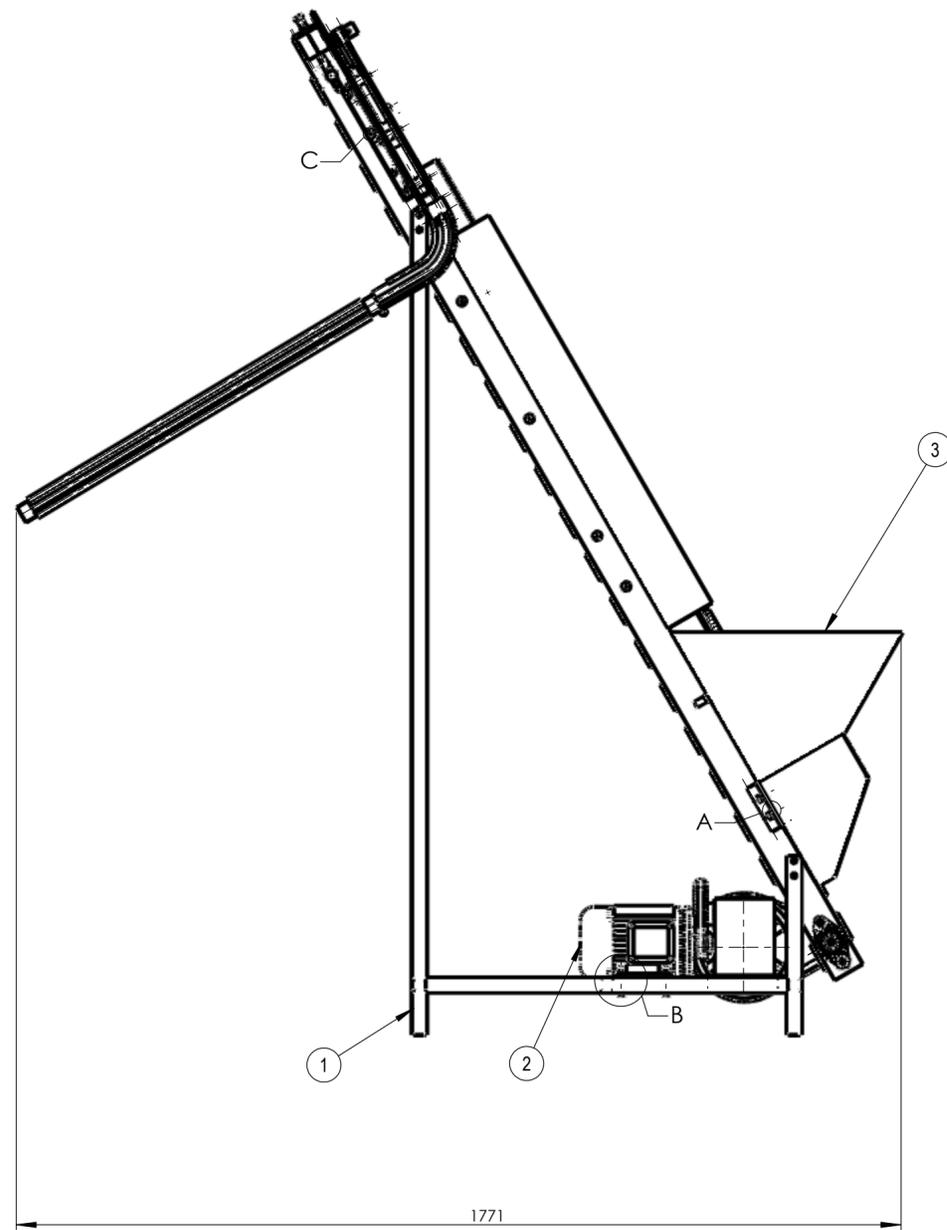
#### Anexo E 4: Ensamblaje del Circuito Eléctrico



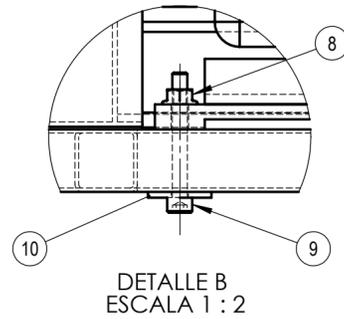
**Anexo E 5: Banda Transportadora ensamblada**



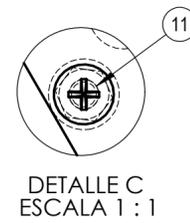
# PLANOS



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



DETALLE B  
ESCALA 1 : 2

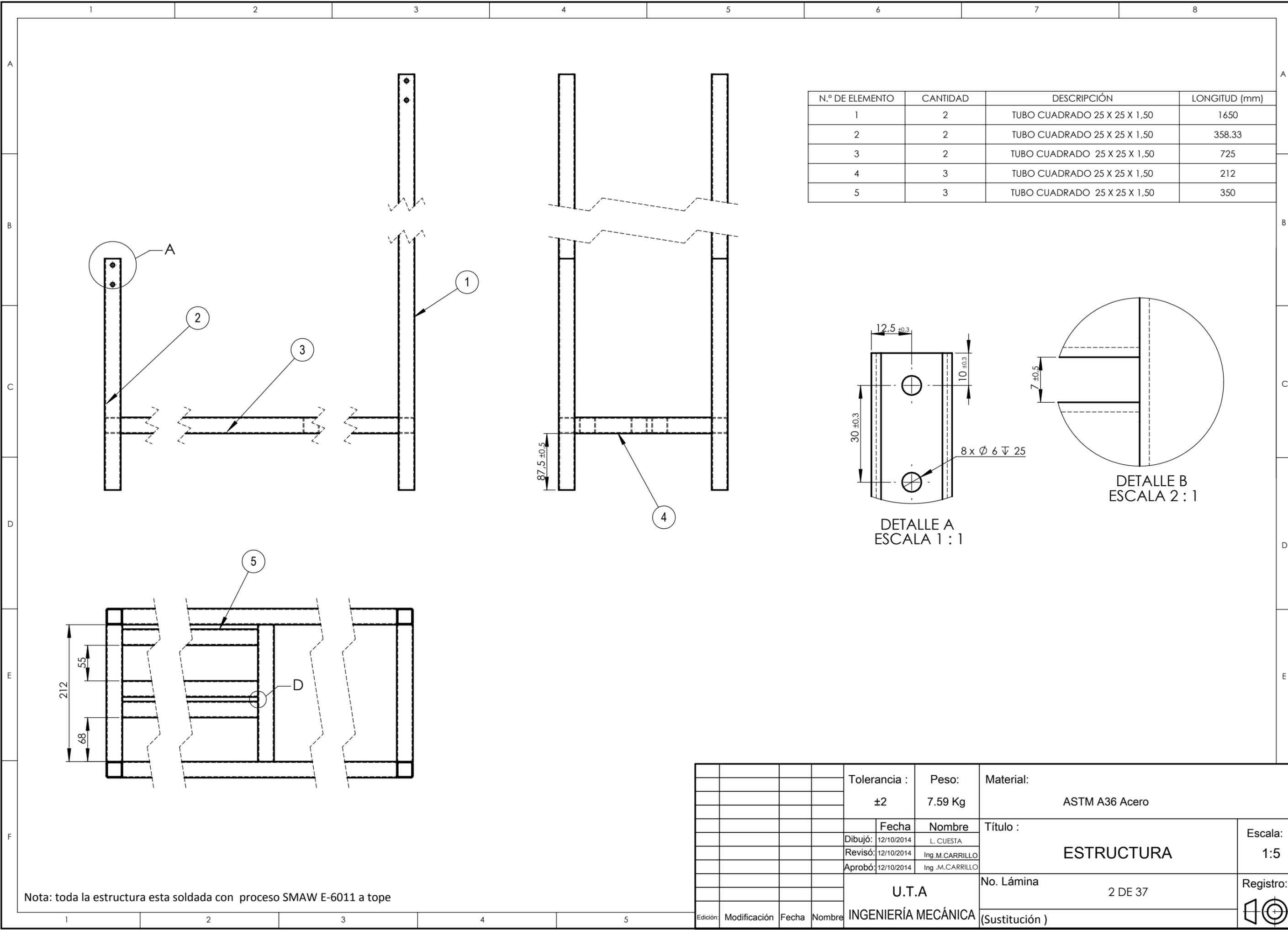


DETALLE C  
ESCALA 1 : 1

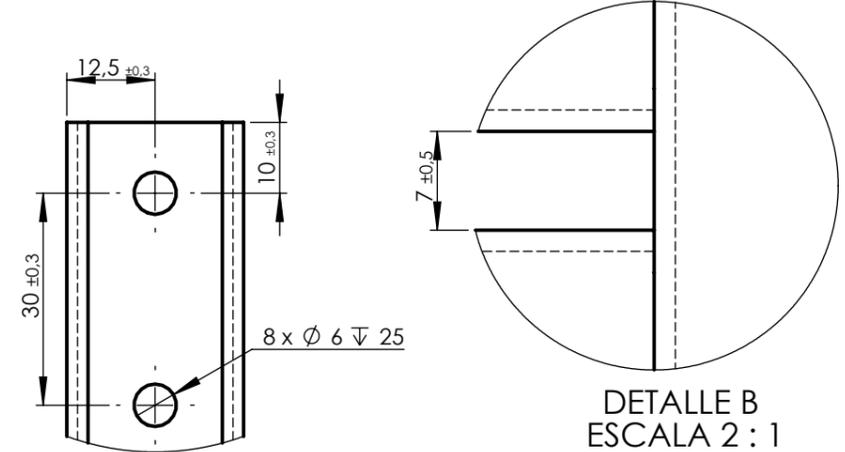
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones
4	TORNILLO	M6 x 1.0 x 16		11		0.001	
4	RODELA PLANA	6 mm		10		0.001	
10	PERNO	6 x 1.0 x 50 Hex. SHCS -24NFK		9		0.002	
15	TUERCA	M6 x 1		8		0.000	
2	TUERCA	M8x 1.25		7		0.001	
4	TORNILLO	M8 x 1.25 x 20		6		0.002	
1	SISTEMA DE ELEVACIÓN		VARIOS	5		24.70	Armado
1	SISTEMA DE RIELES Y DE VOLTEO		VARIOS	4		5.19	Armado
1	SISTEMA DE ACOPIO		VARIOS	3		8.37	Armado
1	SISTEMA DE TRASMISIÓN		VARIOS	2		13.34	Armado
1	ESTRUCTURA		ASTM A36	1		7.59	Cortado/Soldado/Taladrado

Tolerancia:		Peso:	Material:
±2		59.24 Kg	VARIOS
Fecha	Nombre	Título :	
12/10/2014	L. CUESTA	ORIENTADORA DE TAPAS CINTA PULMÓN.	
Revisó:	Ing. M. CARRILLO	No. Lámina	1 DE 37
Aprobó:	Ing. M. CARRILLO	Registro:	
U.T.A		INGENIERÍA MECÁNICA	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre



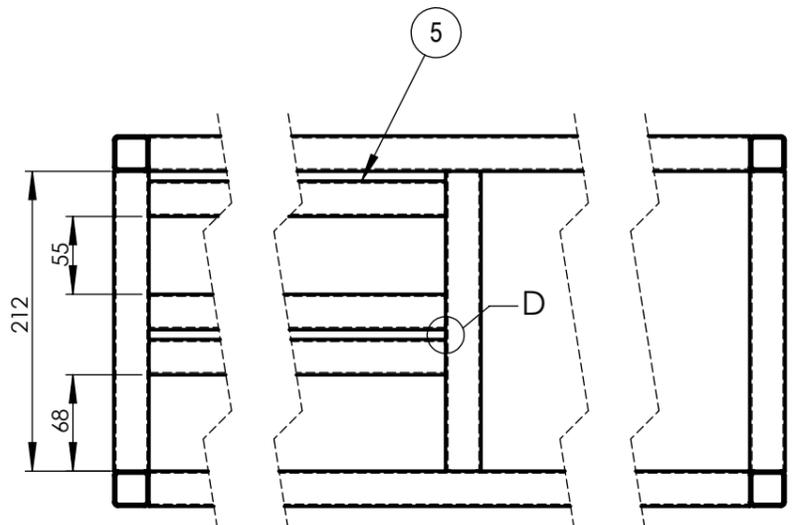


N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (mm)
1	2	TUBO CUADRADO 25 X 25 X 1,50	1650
2	2	TUBO CUADRADO 25 X 25 X 1,50	358,33
3	2	TUBO CUADRADO 25 X 25 X 1,50	725
4	3	TUBO CUADRADO 25 X 25 X 1,50	212
5	3	TUBO CUADRADO 25 X 25 X 1,50	350



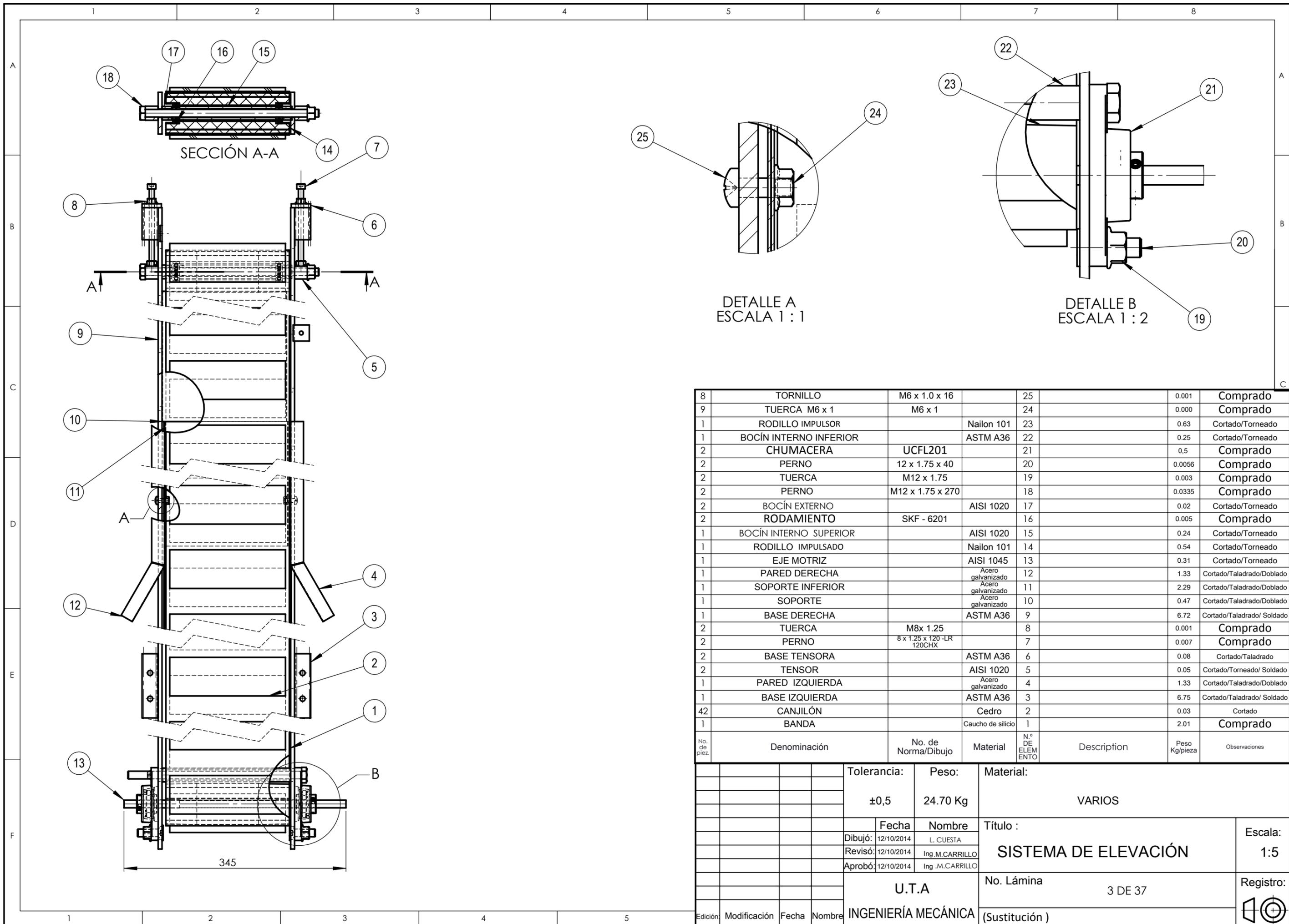
DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

DETALLE B  
ESCALA 2 : 1



Nota: toda la estructura esta soldada con proceso SMAW E-6011 a tope

				Tolerancia : ±2	Peso: 7.59 Kg	Material: ASTM A36 Acero	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	ESTRUCTURA	1:5
				Revisó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		2 DE 37	(Sustitución)
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre				



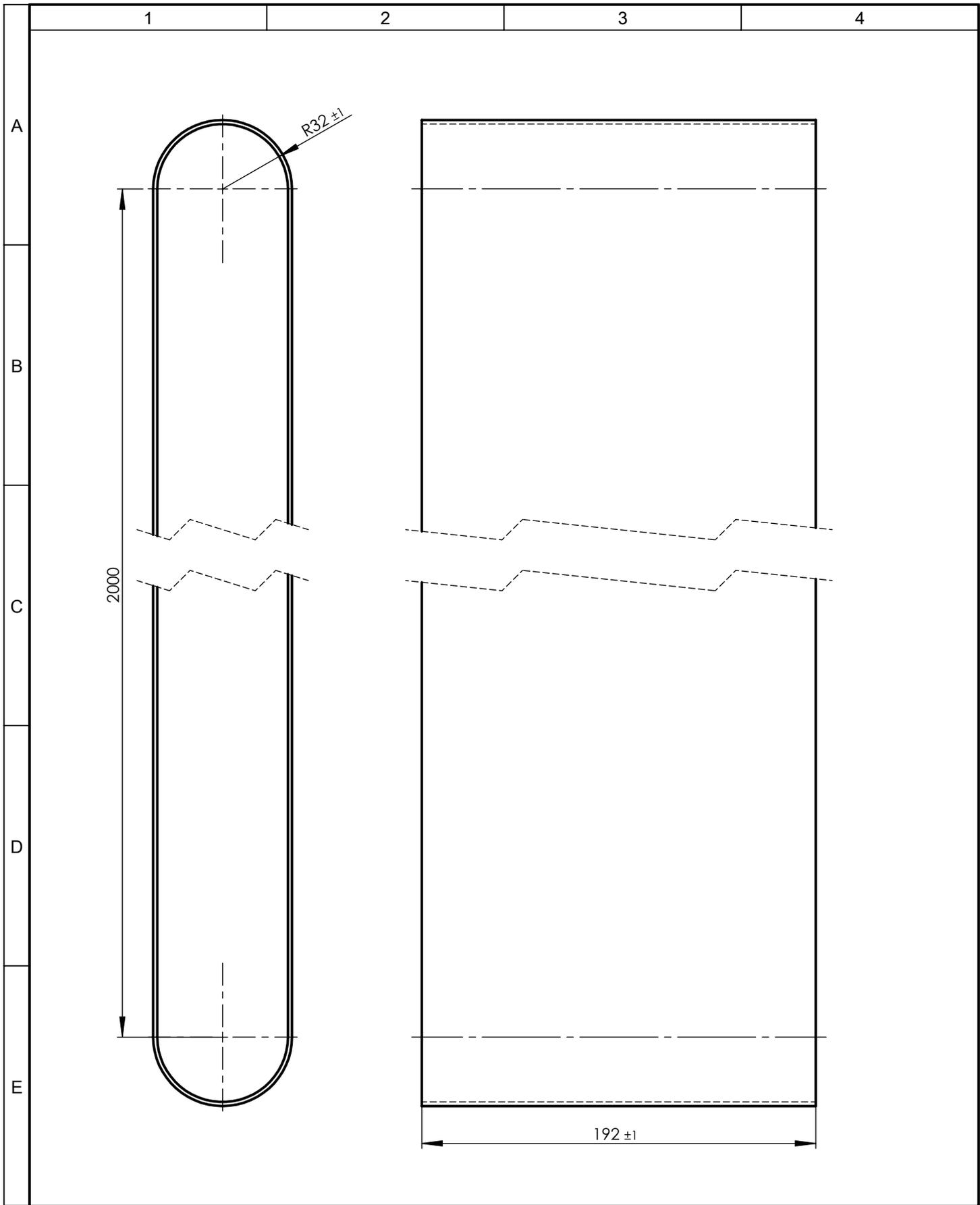
SECCIÓN A-A

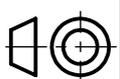
DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

DETALLE B  
ESCALA 1 : 2

8	TORNILLO	M6 x 1.0 x 16		25		0.001	Comprado
9	TUERCA M6 x 1	M6 x 1		24		0.000	Comprado
1	RODILLO IMPULSOR		Nailon 101	23		0.63	Cortado/Torneado
1	BOCÍN INTERNO INFERIOR		ASTM A36	22		0.25	Cortado/Torneado
2	CHUMACERA	UCFL201		21		0.5	Comprado
2	PERNO	12 x 1.75 x 40		20		0.0056	Comprado
2	TUERCA	M12 x 1.75		19		0.003	Comprado
2	PERNO	M12 x 1.75 x 270		18		0.0335	Comprado
2	BOCÍN EXTERNO		AISI 1020	17		0.02	Cortado/Torneado
2	RODAMIENTO	SKF - 6201		16		0.005	Comprado
1	BOCÍN INTERNO SUPERIOR		AISI 1020	15		0.24	Cortado/Torneado
1	RODILLO IMPULSADO		Nailon 101	14		0.54	Cortado/Torneado
1	EJE MOTRIZ		AISI 1045	13		0.31	Cortado/Torneado
1	PARED DERECHA		Acero galvanizado	12		1.33	Cortado/Taladrado/Doblado
1	SOPORTE INFERIOR		Acero galvanizado	11		2.29	Cortado/Taladrado/Doblado
1	SOPORTE		Acero galvanizado	10		0.47	Cortado/Taladrado/Doblado
1	BASE DERECHA		ASTM A36	9		6.72	Cortado/Taladrado/ Soldado
2	TUERCA	M8x 1.25		8		0.001	Comprado
2	PERNO	8 x 1.25 x 120 -LR 120CHX		7		0.007	Comprado
2	BASE TENSORA		ASTM A36	6		0.08	Cortado/Taladrado
2	TENSOR		AISI 1020	5		0.05	Cortado/Torneado/ Soldado
1	PARED IZQUIERDA		Acero galvanizado	4		1.33	Cortado/Taladrado/Doblado
1	BASE IZQUIERDA		ASTM A36	3		6.75	Cortado/Taladrado/ Soldado
42	CANJILÓN		Cedro	2		0.03	Cortado
1	BANDA		Caucho de silicio	1		2.01	Comprado
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	N.º DE ELEMENTO	Description	Peso Kg/pieza	Observaciones

Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0,5		24.70 Kg		VARIOS	
Fecha		Nombre		Título :	
Dibujó: 12/10/2014		L. CUESTA		SISTEMA DE ELEVACIÓN	
Revisó: 12/10/2014		Ing. M. CARRILLO		Escala: 1:5	
Aprobó: 12/10/2014		Ing. M. CARRILLO		Registro:	
U.T.A		No. Lámina		3 DE 37	
INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)			



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	2.01 Kg	Caucho de silicio (e=2mm)	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BANDA	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	4 DE 37
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
							Registro: 

1

2

3

4

Torneado

N7

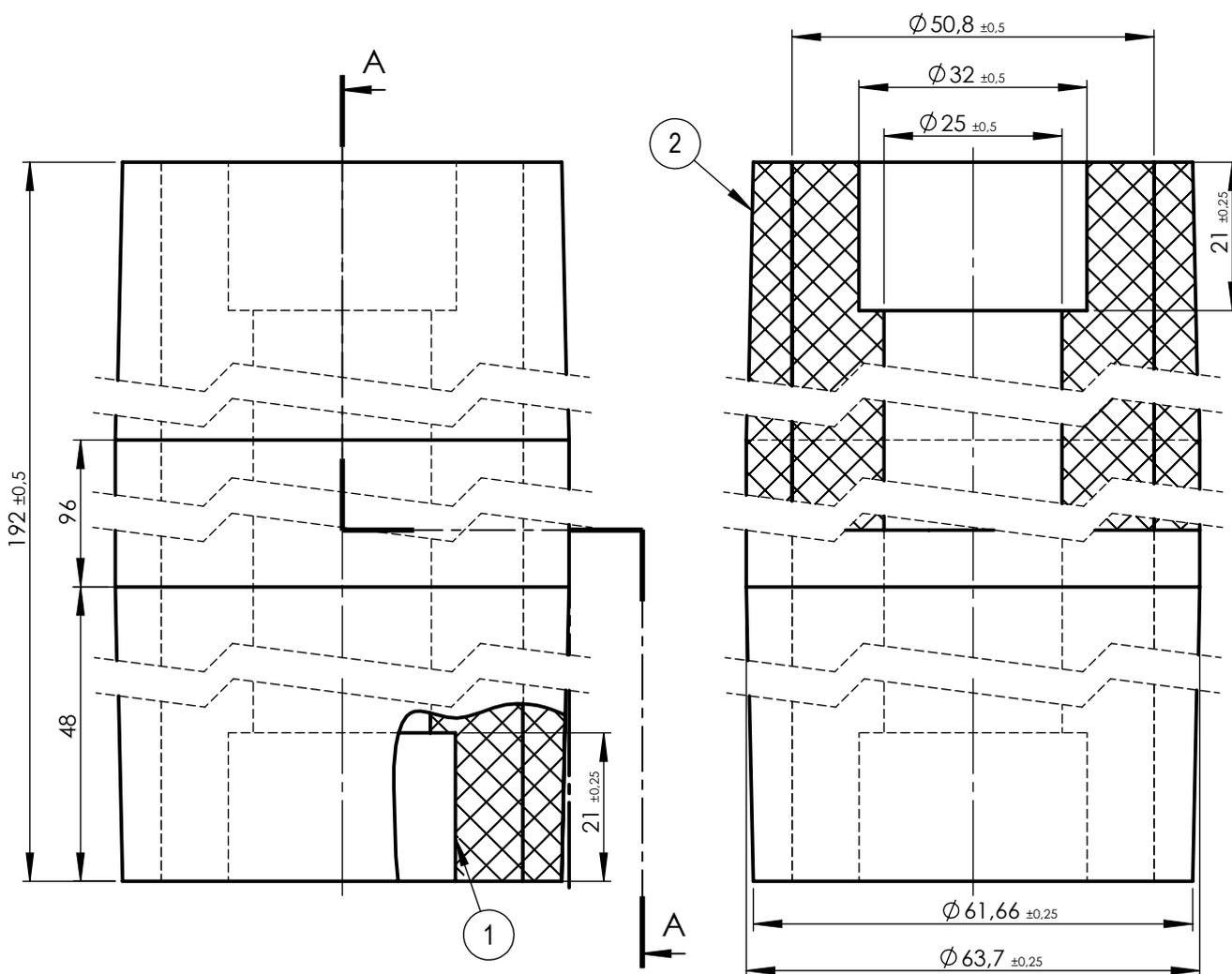
A

B

C

D

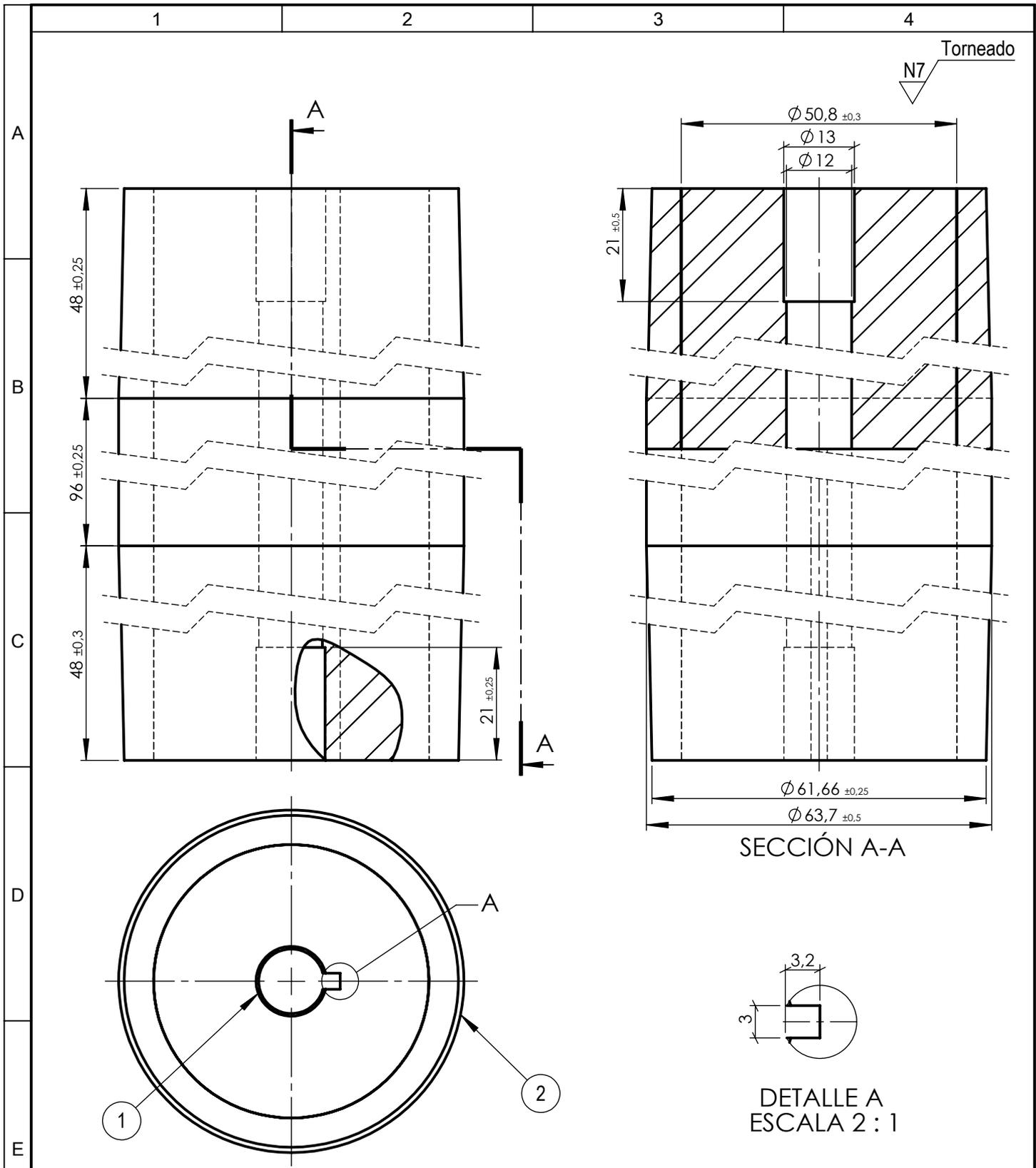
E



SECCIÓN A-A

1	Cubierta		Caucho	2		0.21	
1	Base		Nailon 101	1		0.32	
No. de piez.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

		Tolerancia :		Peso:		Material:	
		±0,5		0.54 Kg		Nailon 101	
		Fecha		Nombre		Título :	
		Dibujó: 12/10/2014		L. CUESTA		Escala:	
		Revisó: 12/10/2014		Ing.M.CARRILLO		1:1	
		Aprobó: 12/10/2014		Ing.M.CARRILLO		Registro:	
		U.T.A		No. Lámina		5 DE 37	
Edición:		Modificación		INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Fecha		Nombre					



Torneado  
N7

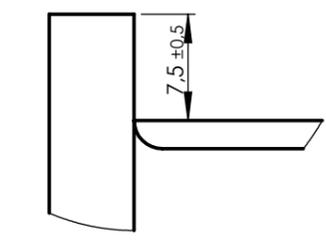
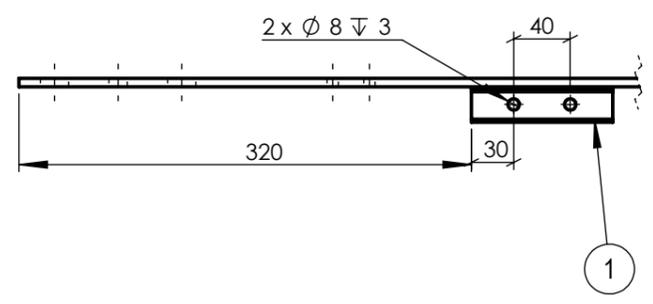
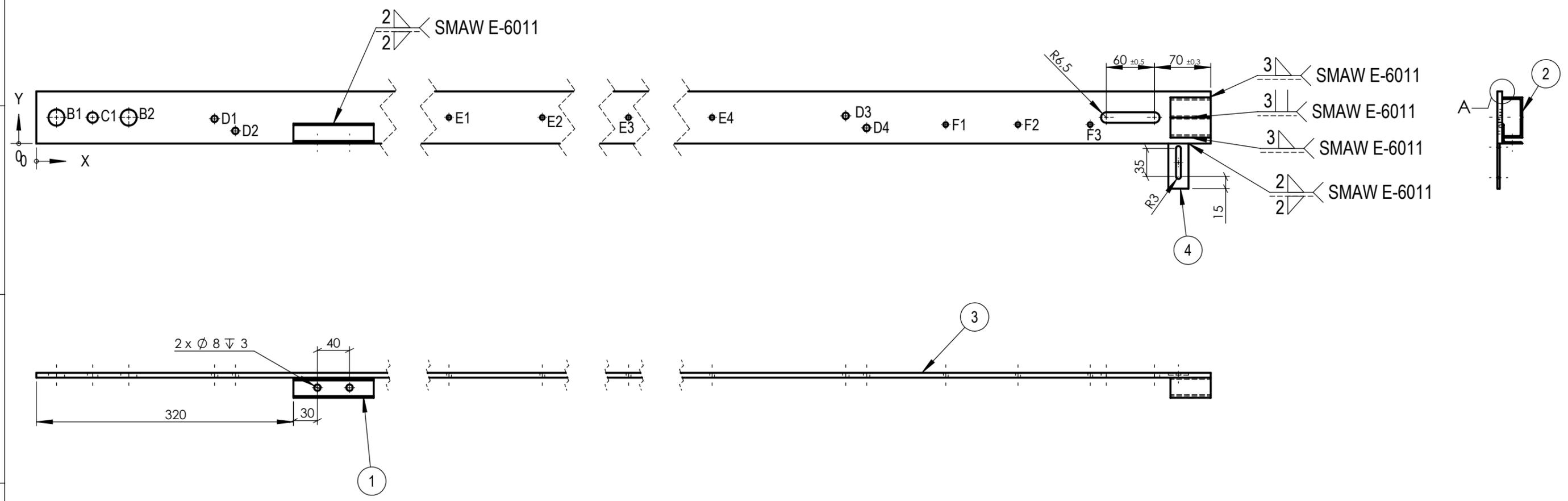
SECCIÓN A-A

DETALLE A  
ESCALA 2 : 1

1			Caucho	2		0.21	
1			Nailon 101	1		0.42	
No. de piez.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

Tolerancia:		Peso:		Material:			
±0,5		0.63 Kg		Nailon 101			
Fecha		Nombre		Título :			Escala:
Dibujó: 12/10/2014		L. CUESTA		RODILLO			1:1
Revisó: 12/10/2014		Ing.M.CARRILLO					
Aprobó: 12/10/2014		Ing.M.CARRILLO					
U.T.A				No. Lámina		Registro:	
INGENIERÍA MECÁNICA				6 DE 37			
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			

N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD (mm)
1	1	L 25 X 25 X 2	ASTM A36 Acero	100
2	2	L 25 X 25 X 2	ASTM A36 Acero	50
3	1	PL 65 x 6	ASTM A36 Acero	2170
4	1	PL 25 x 3	ASTM A36 Acero	56

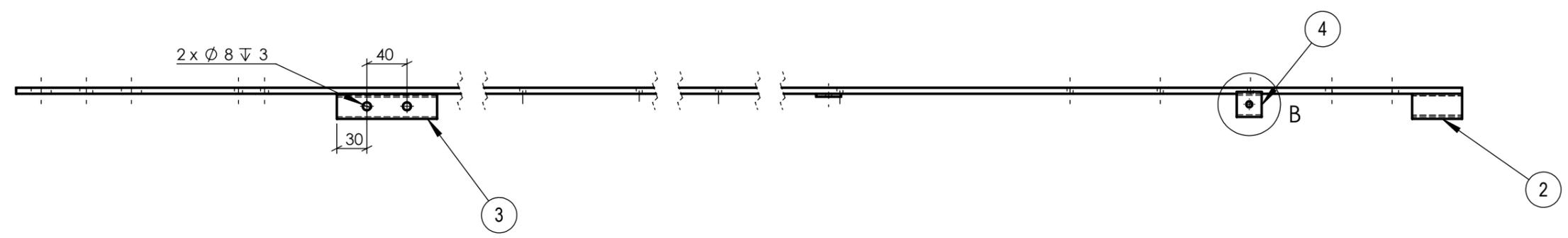
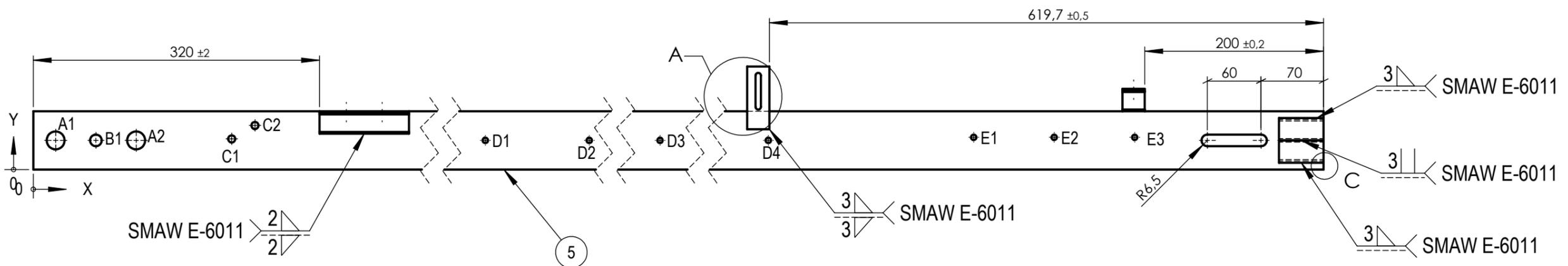


DETALLE A  
ESCALA 2 : 1

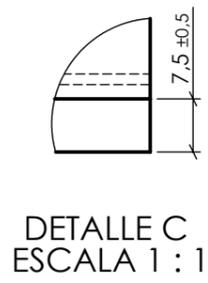
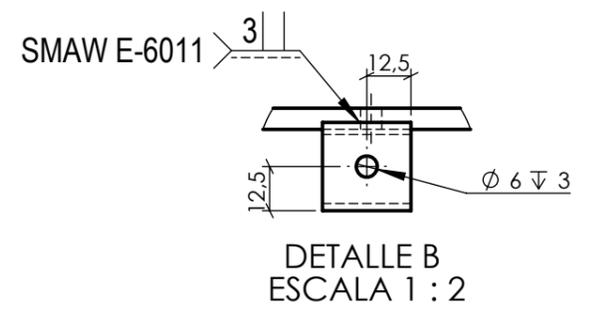
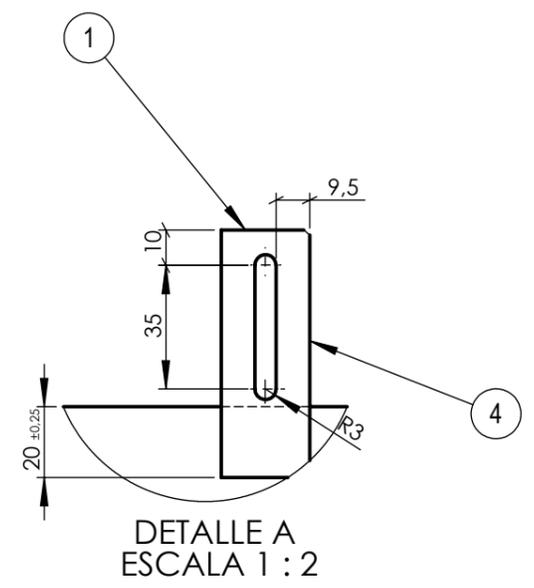
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
B1	25	32,50	Ø 20
B2	115	32,50	
C1	70	32,50	Ø 13 POR TODO
D1	221,86	30,83	Ø 8 ∇ 6
D2	247,84	15,83	
D3	1715,47	34,51	
D4	1741,45	19,51	
E1	890,95	32,50	Ø 3 POR TODO 6 POR TODO
E2	1007,20	32,50	
E3	1278,13	32,50	
E4	1549,07	32,50	Ø 6 ∇ 6
F1	1840	23,75	
F2	1930	23,75	
F3	2020	23,75	

				Tolerancia : ±2	Peso: 6.72 Kg	Material: ASTM A36 Acero	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BASE DERECHA	
				Revisó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	7 DE 37
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre				
				Escala: 1:5			
				Registro: 			

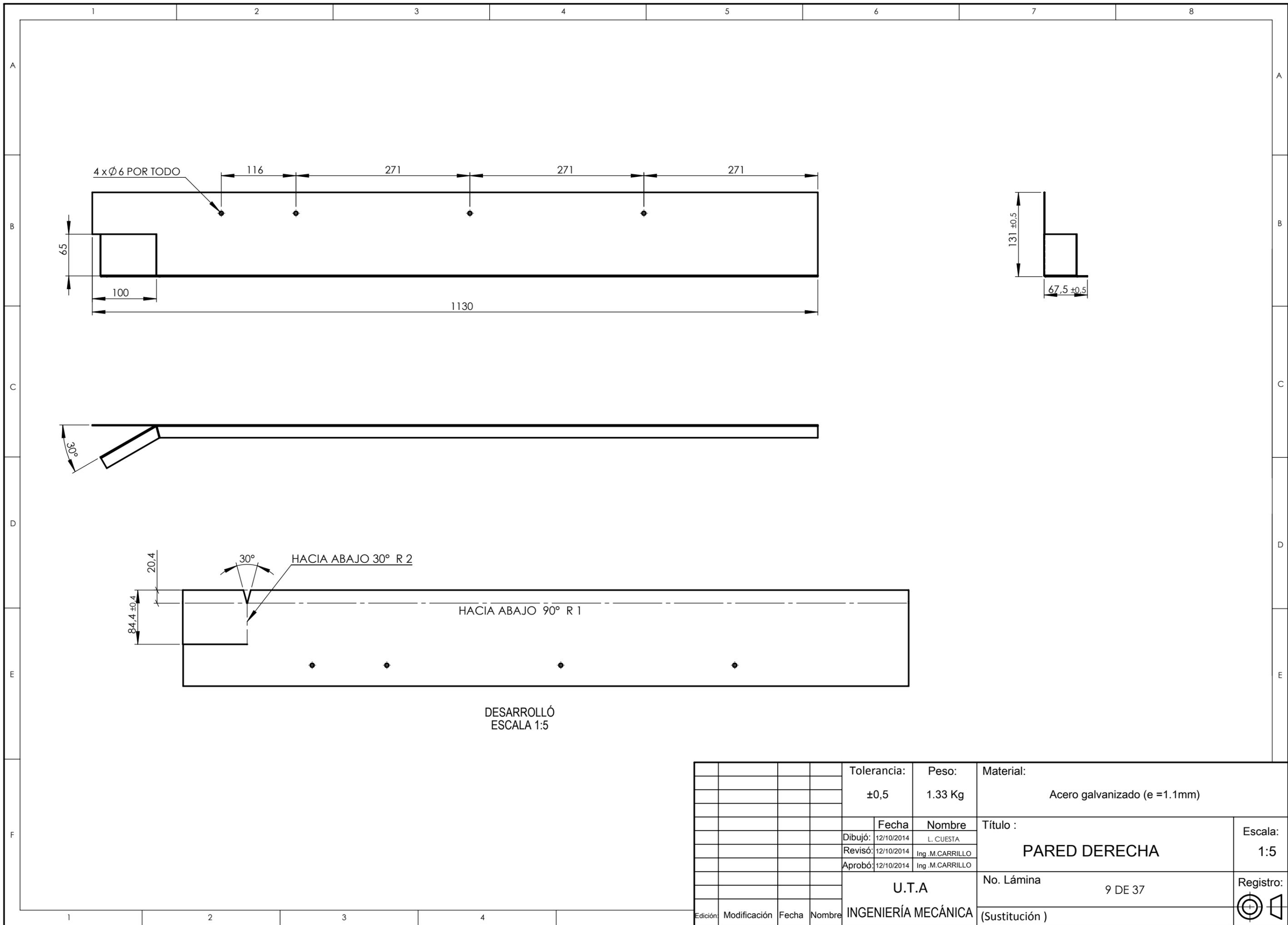
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD (mm)
1	1	PL 25X3	ASTM A36 Acero	70
2	2	L 25 X 25 X 2	ASTM A36 Acero	50
3	1	L 25 X 25 X 2	ASTM A36 Acero	100
4	1	L 25 X 25 X 2	ASTM A36 Acero	25
5	1	PL 65X6	ASTM A36 Acero	2170



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	25	32,50	Ø 20
A2	115	32,50	
B1	70	32,50	Ø 13 POR TODO
C1	221,86	34,17	Ø 8 POR TODO
C2	247,84	49,17	
D1	890,95	32,50	Ø 3 POR TODO 6 POR TODO
D2	1007,20	32,50	
D3	1278,13	32,50	
D4	1549,07	32,50	
E1	1778,71	35,92	Ø 6 ∇ 6
E2	1868,71	35,92	
E3	1958,71	35,92	

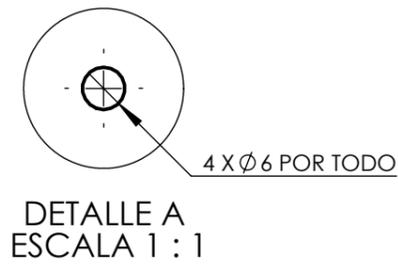
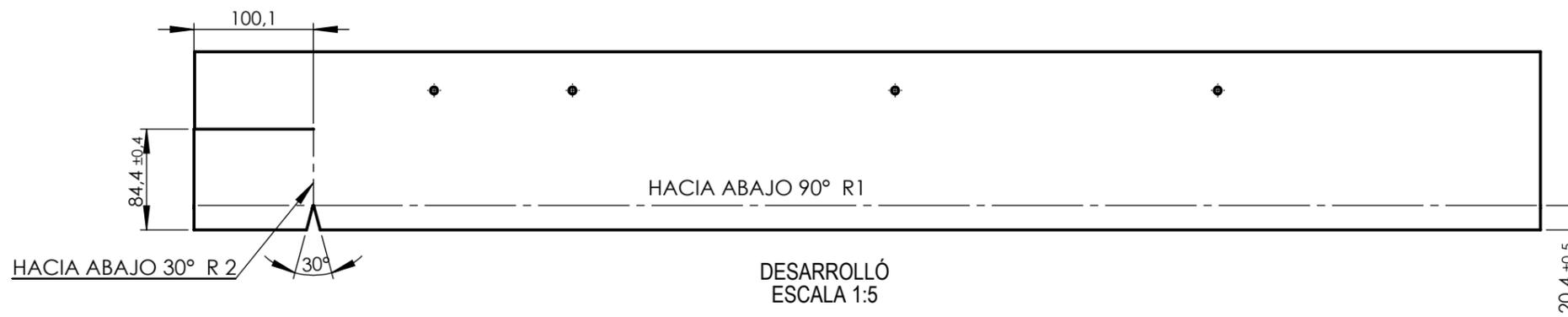
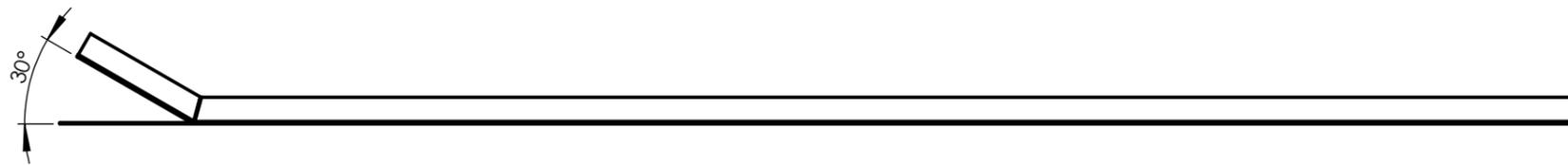
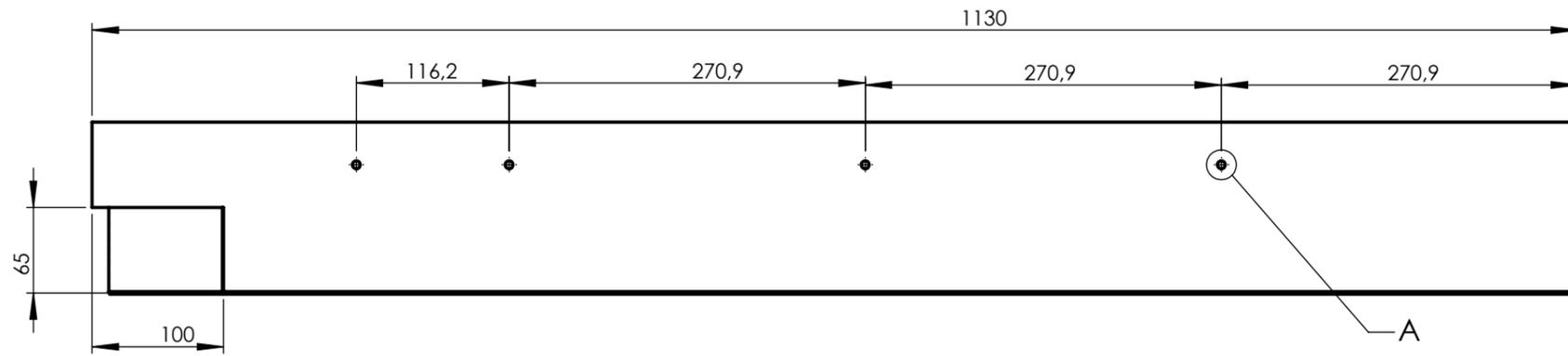


				Tolerancia : ±2	Peso: 6.75 Kg	Material: ASTM A36 Acero	
				Fecha 12/10/2014	Nombre L. CUESTA	Título : BASE IZQUIERDA	
				Revisó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO	Escala: 1:5	
				Aprobó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO	Registro: No. Lámina 8 DE 37	
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		Registro: (Sustitución)	

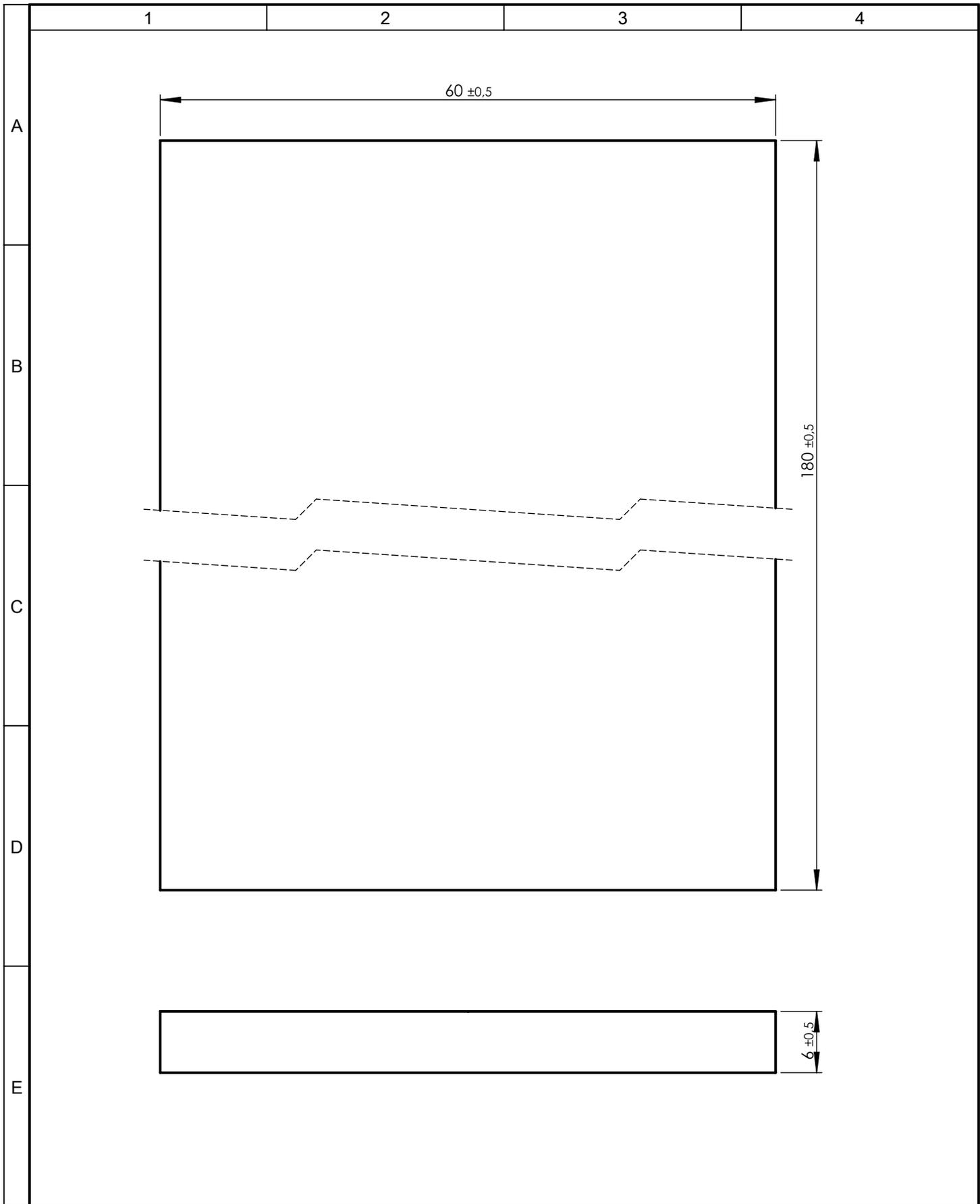


DESARROLLÓ  
ESCALA 1:5

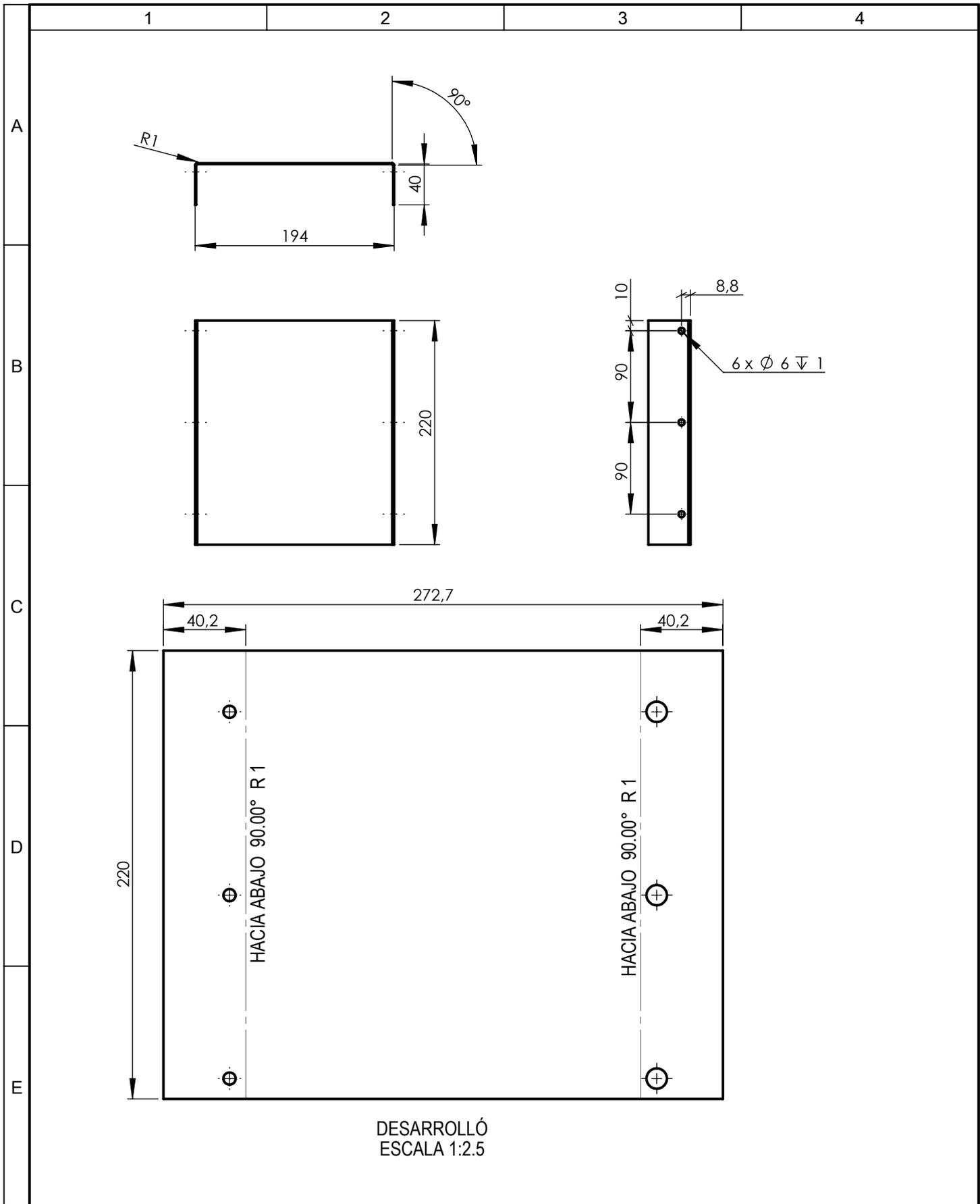
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0,5	1.33 Kg	Acero galvanizado (e =1.1mm)	
					Fecha	Nombre	Título :
				Dibujó:	12/10/2014	L. CUESTA	PARED DERECHA
				Revisó:	12/10/2014	Ing. M.CARRILLO	
				Aprobó:	12/10/2014	Ing. M.CARRILLO	
				U.T.A		No. Lámina	9 DE 37
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	Escala: 1:5



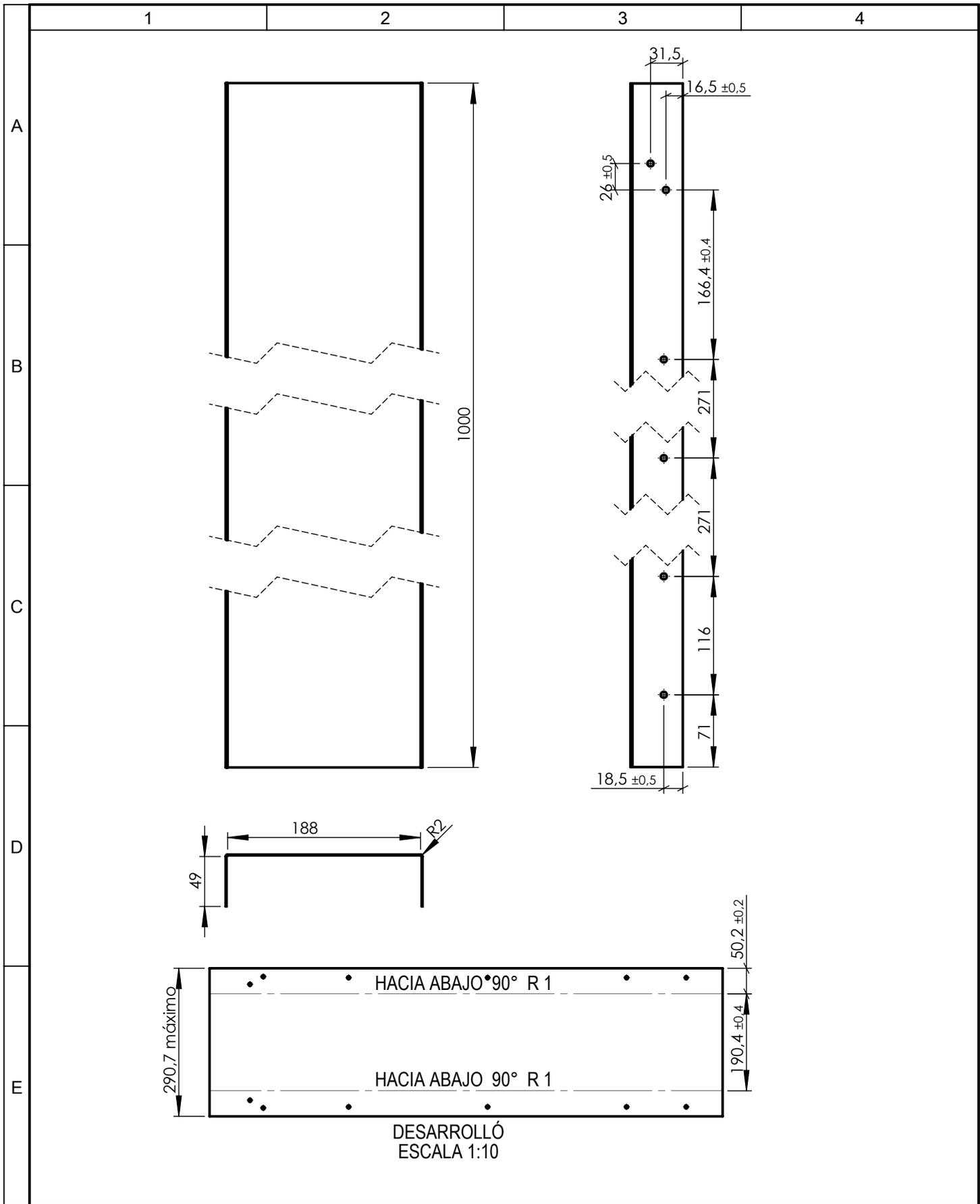
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0,5	1.33 Kg	Acero galvanizado (e=1.1mm)	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	PARED IZQUIERDA	
				Revisó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	10 DE 37
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:5	
						Registro:	



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0,6	0.03 Kg	Cedro	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA		
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO	CANJILÓN	2:1
				U.T.A			
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		11 DE 37	(Sustitución)



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0,3	0.47 Kg	Acero galvanizado (e=1.1mm)	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
			Dibujó:	12/10/2014	L. CUESTA		
			Revisó:	12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó:	12/10/2014	Ing.M.CARRILLO	1:5
				U.T.A		No. Lámina	
				INGENIERÍA MECÁNICA		12 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia : ±0,3	Peso: 2.29 Kg	Material: Acero galvanizado(e=1.1mm)	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	<b>SOPORTE INFERIOR</b>	
				Revisó: 12/10/2014	Ing..M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing..M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	13 DE 37
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
							Registro: 

1

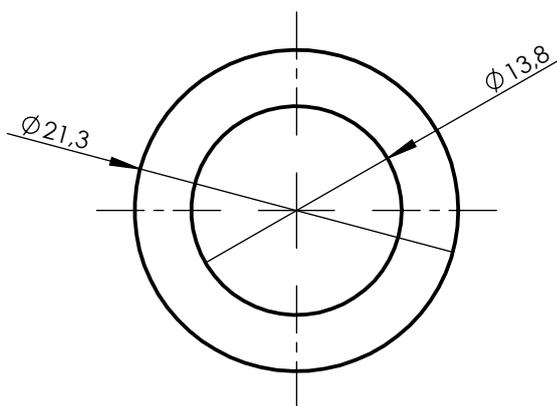
2

3

4

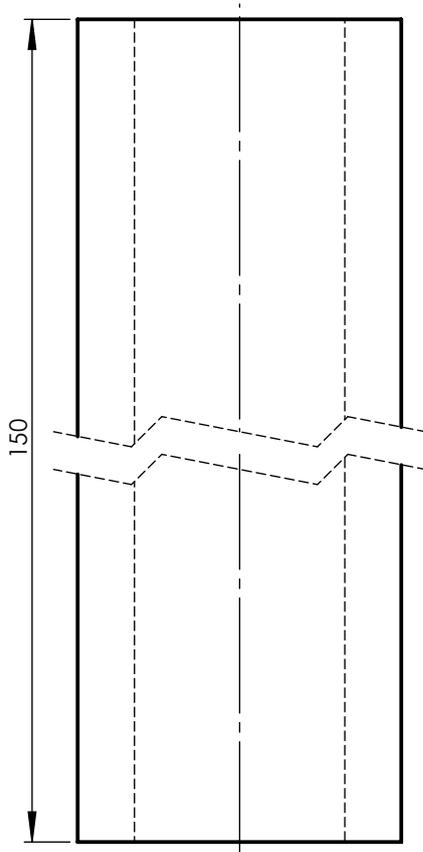
N7 Torneado

A



B

C



D

E

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				$\pm 0,1$	0.02 Kg	AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BOCÍN INTERNO SUPERIOR	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		14 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

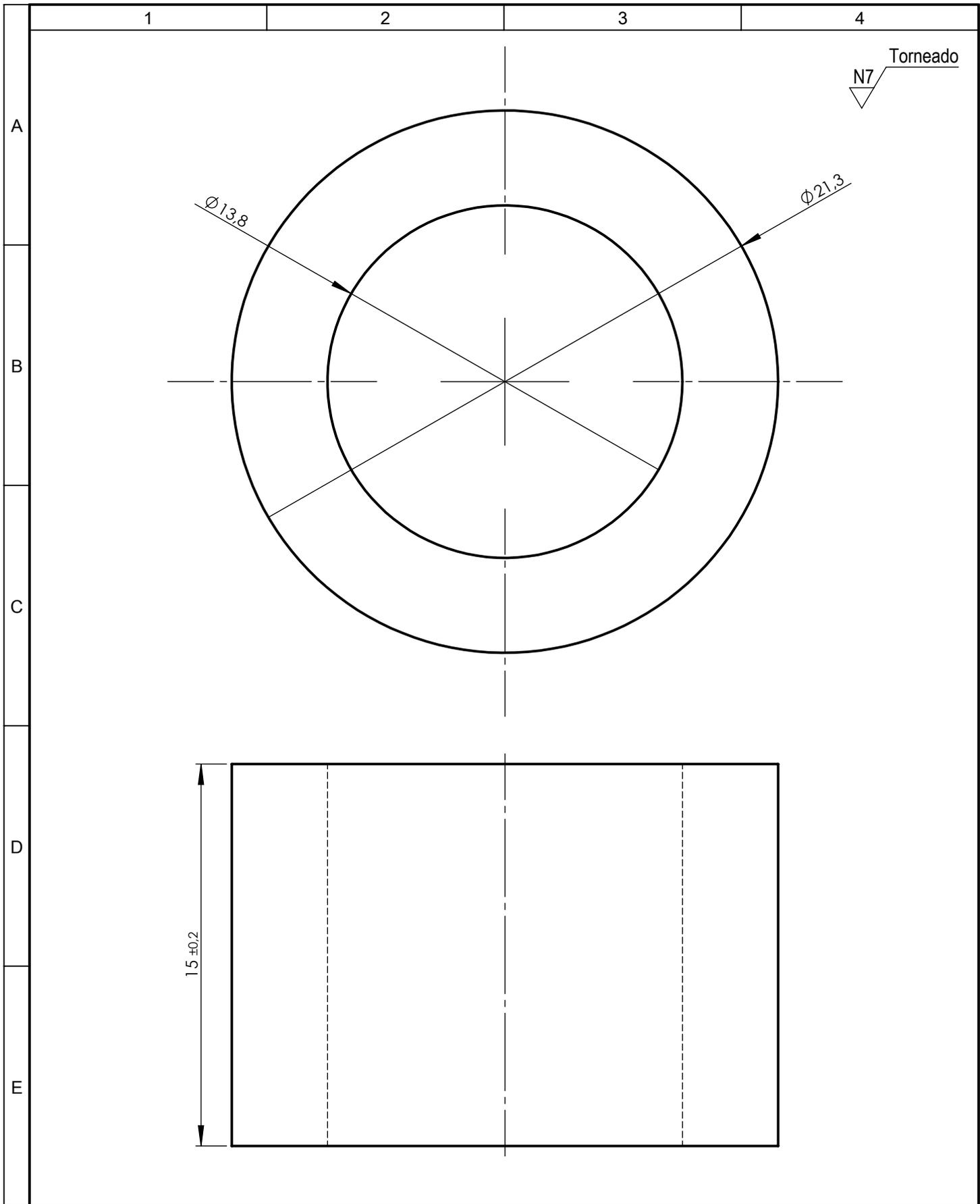
Escala:  
2:1

No. Lámina

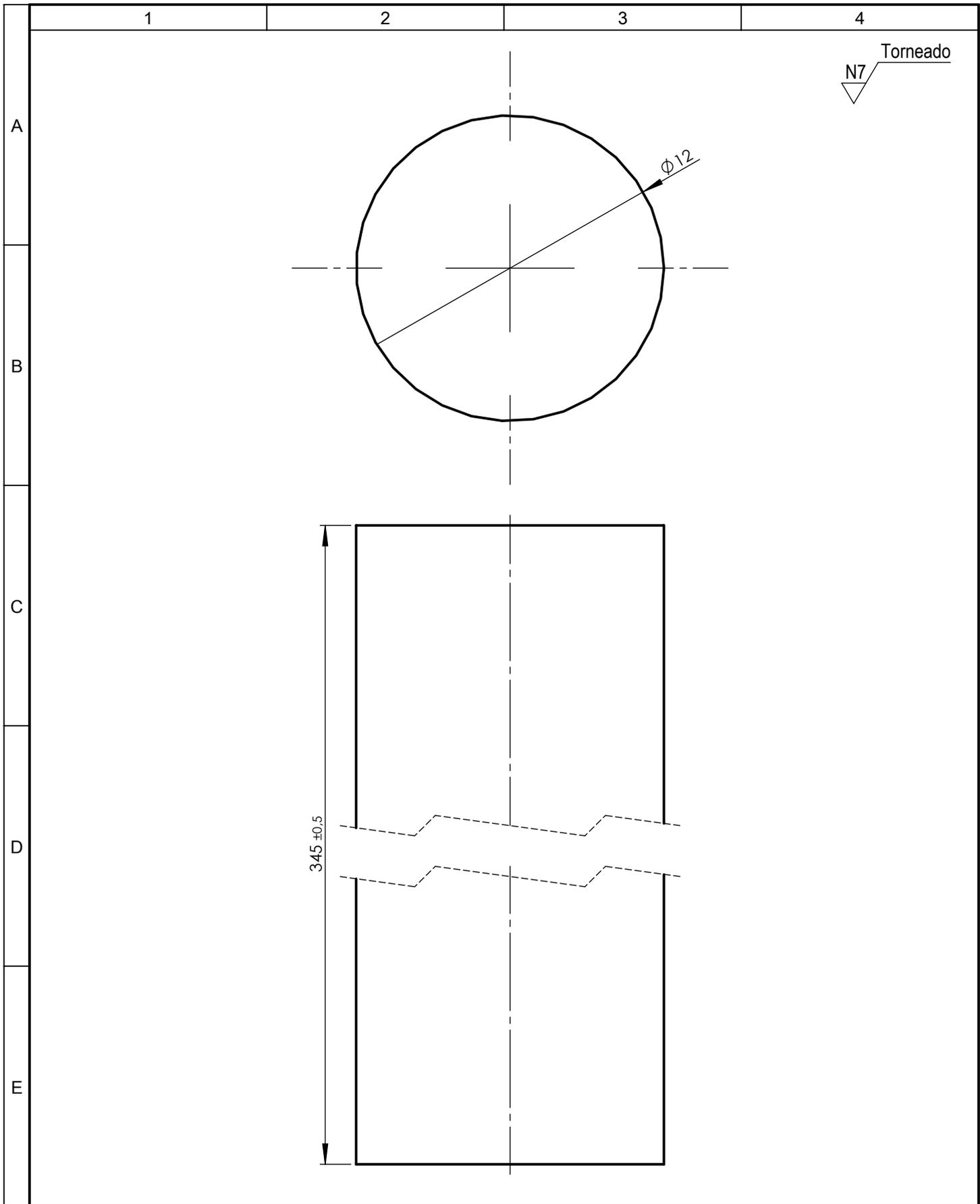
14 DE 37

Registro:





				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,2	0.02 Kg	AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BOCÍN EXTERNO	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	15 DE 37
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,6	0.31 Kg	AISI 1045 Acero estirado en frío	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	EJE MOTRIZ	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	16 DE 37
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	

1

2

3

4

N10

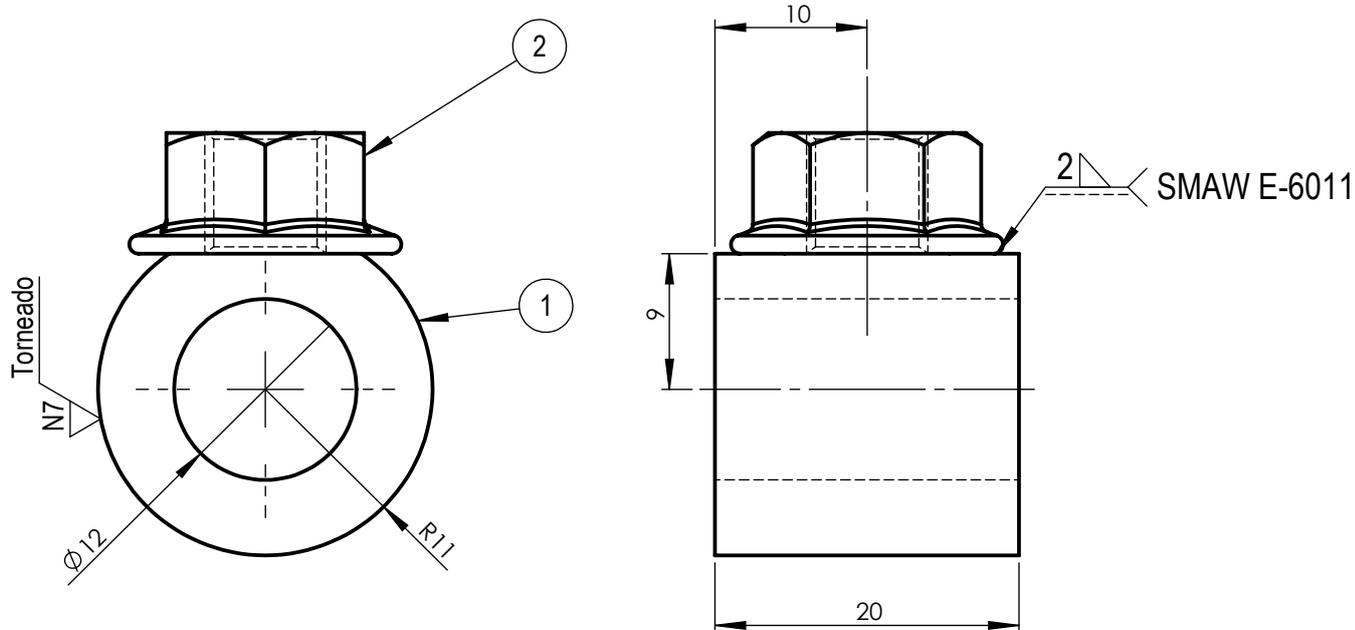
A

B

C

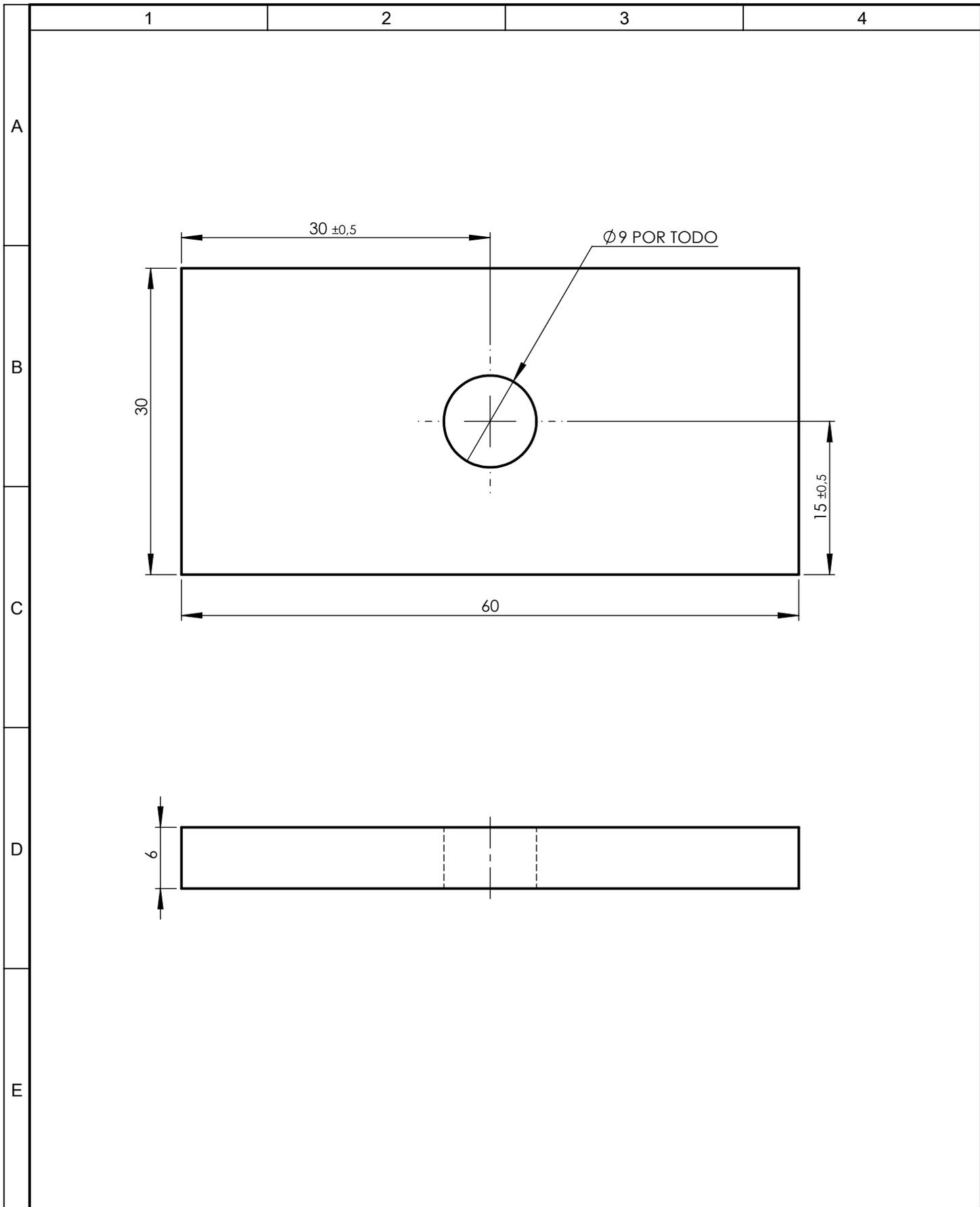
D

E

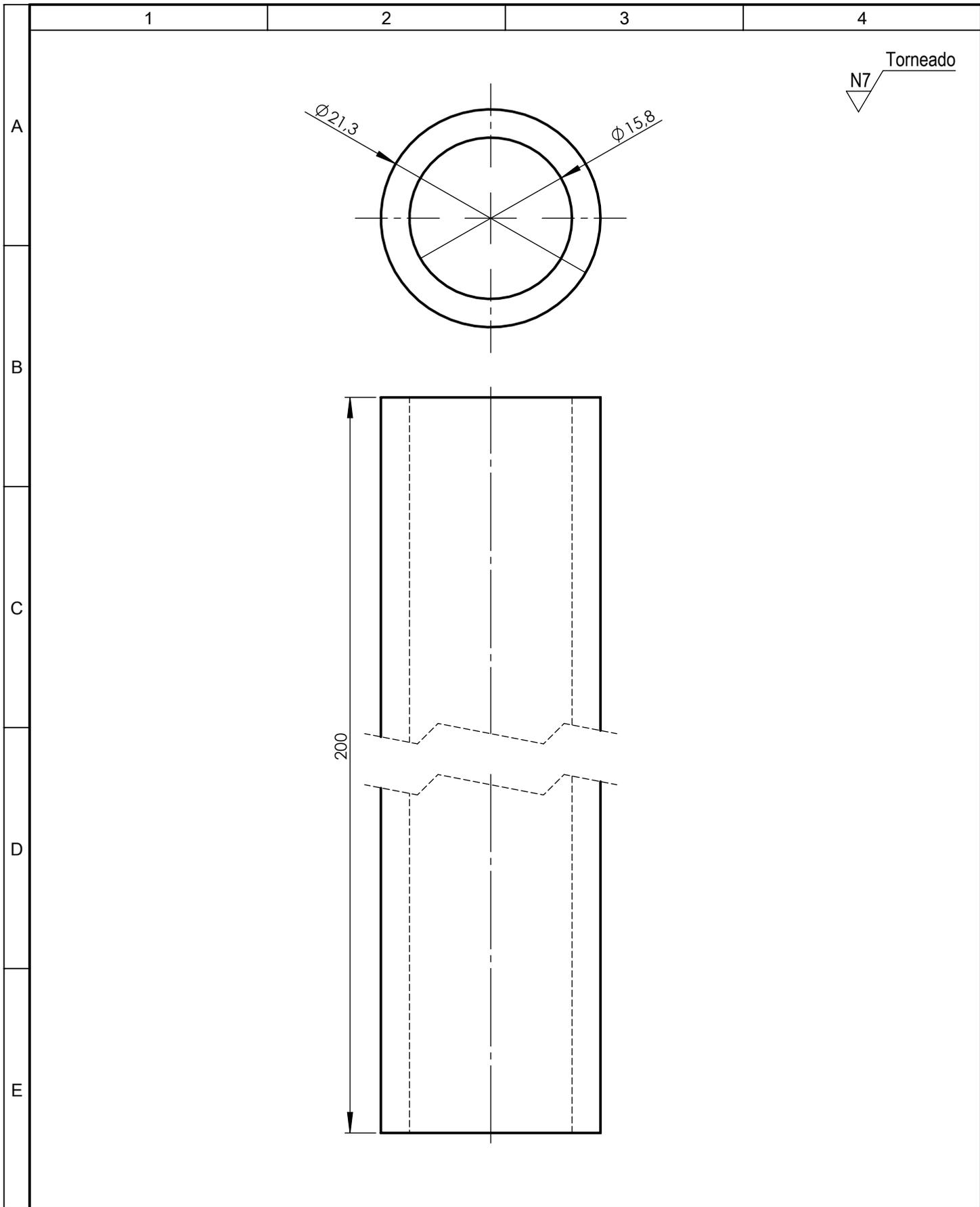


1	Tuerca 8 mm		AISI 1020	2		0.01	Comprado
1	Bocín		AISI 1020	1		0.04	Torneado
No. de pieza	DESCRIPTION	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

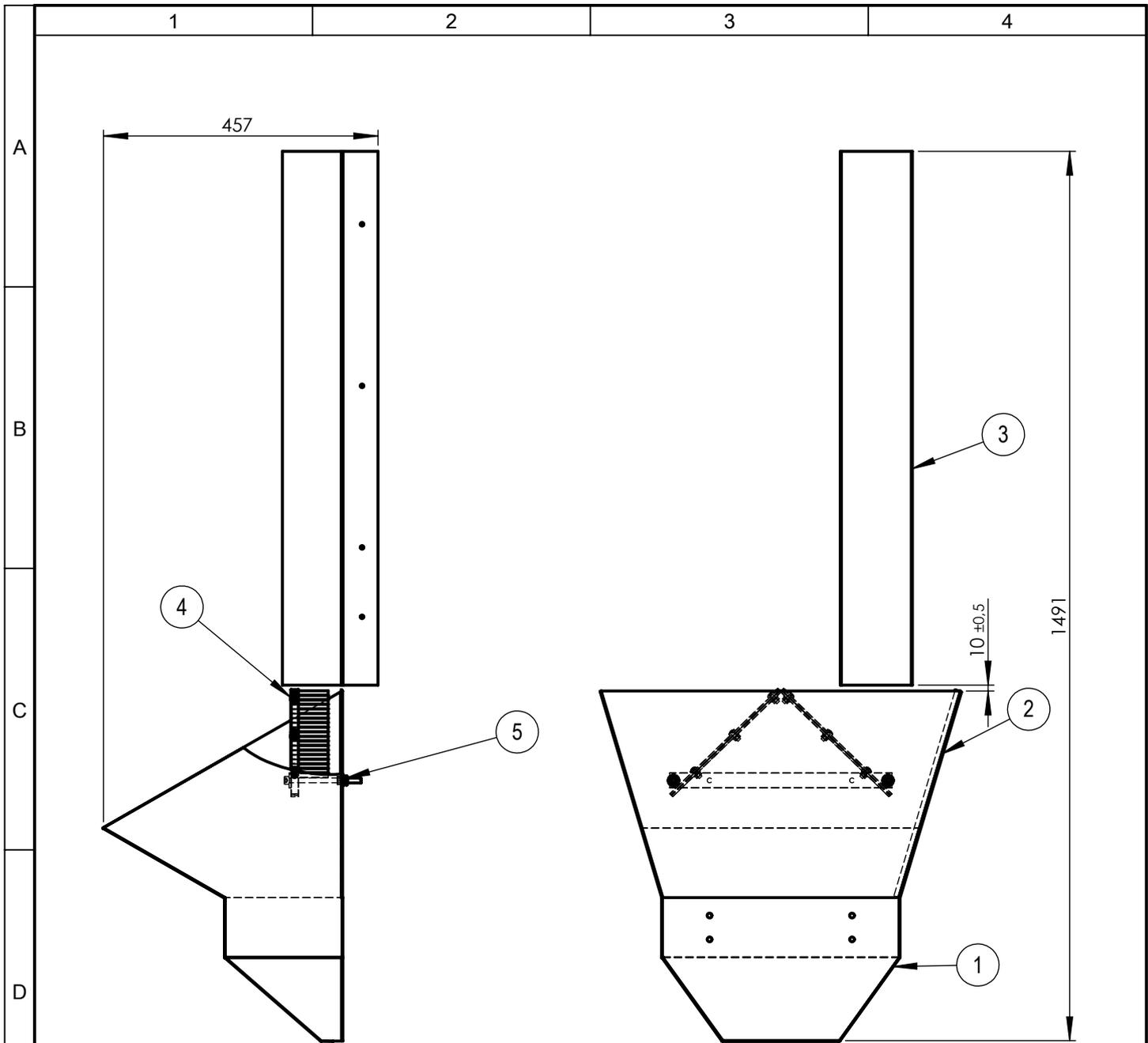
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,1	0.05 Kg	AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	SENSOR	2:1
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		17 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,6	0.08 Kg	ASTM A36 Acero	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BASE TENSORA	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		18 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	



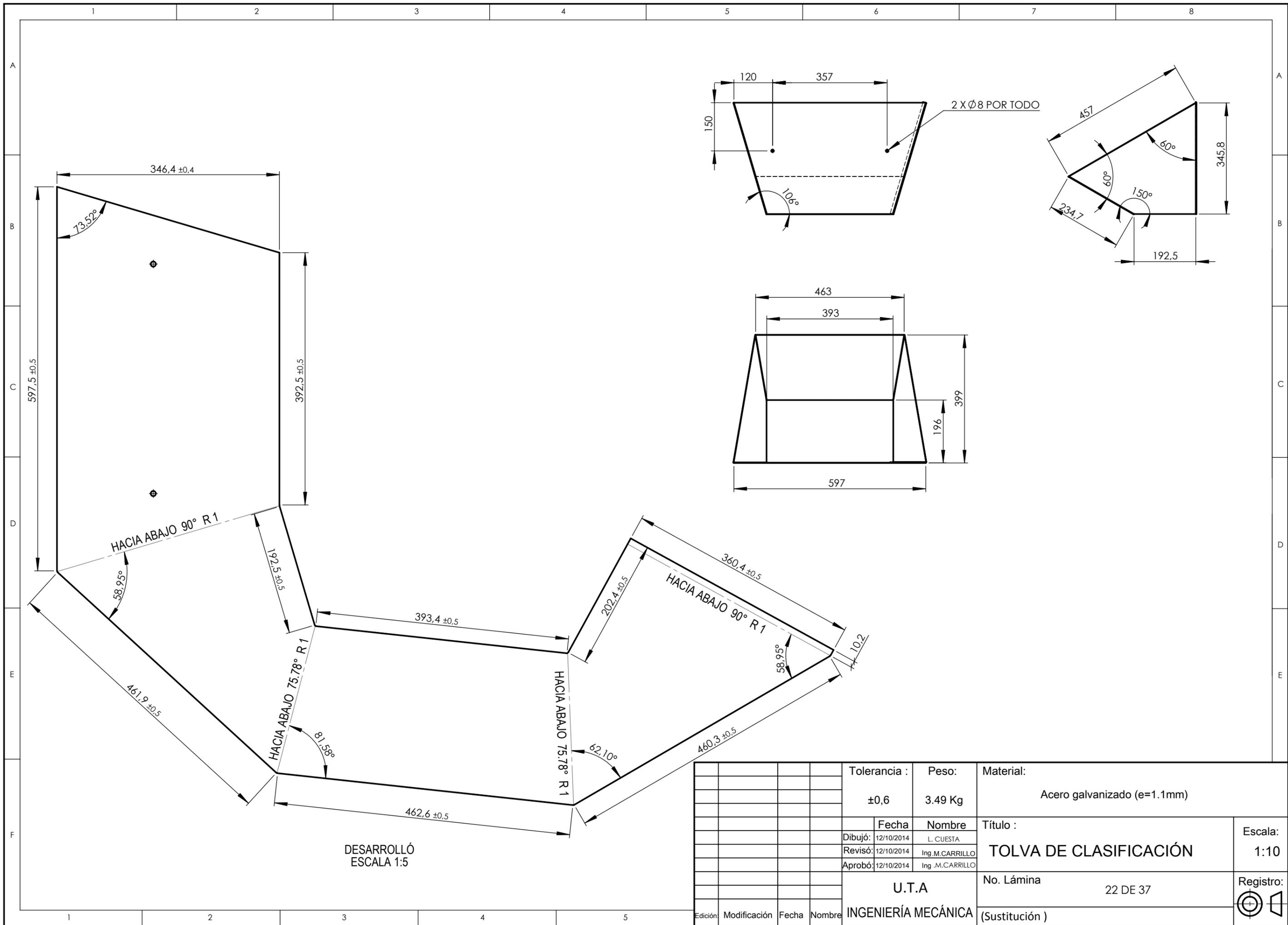
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,3	0.25 Kg	ASTM A36 Acero	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	<b>BOCÍN INTERNO INFERIOR</b>	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	19 DE 37
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	



4	hex flange nut_am			5			Comprado
1	ESCOBILLA		VARIOS	4		0.64	Armado
1	BASE DE RECOLECCIÓN		Acero galvanizado	3		2.14	Cortado/Doblado
1	TOLVA DE CLASIFICACIÓN		Acero galvanizado	2		3.49	Cortado/Doblado
1	TOLVA DE ALIMENTACIÓN		Acero galvanizado	1		2.09	Cortado/Doblado
No. de piez.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

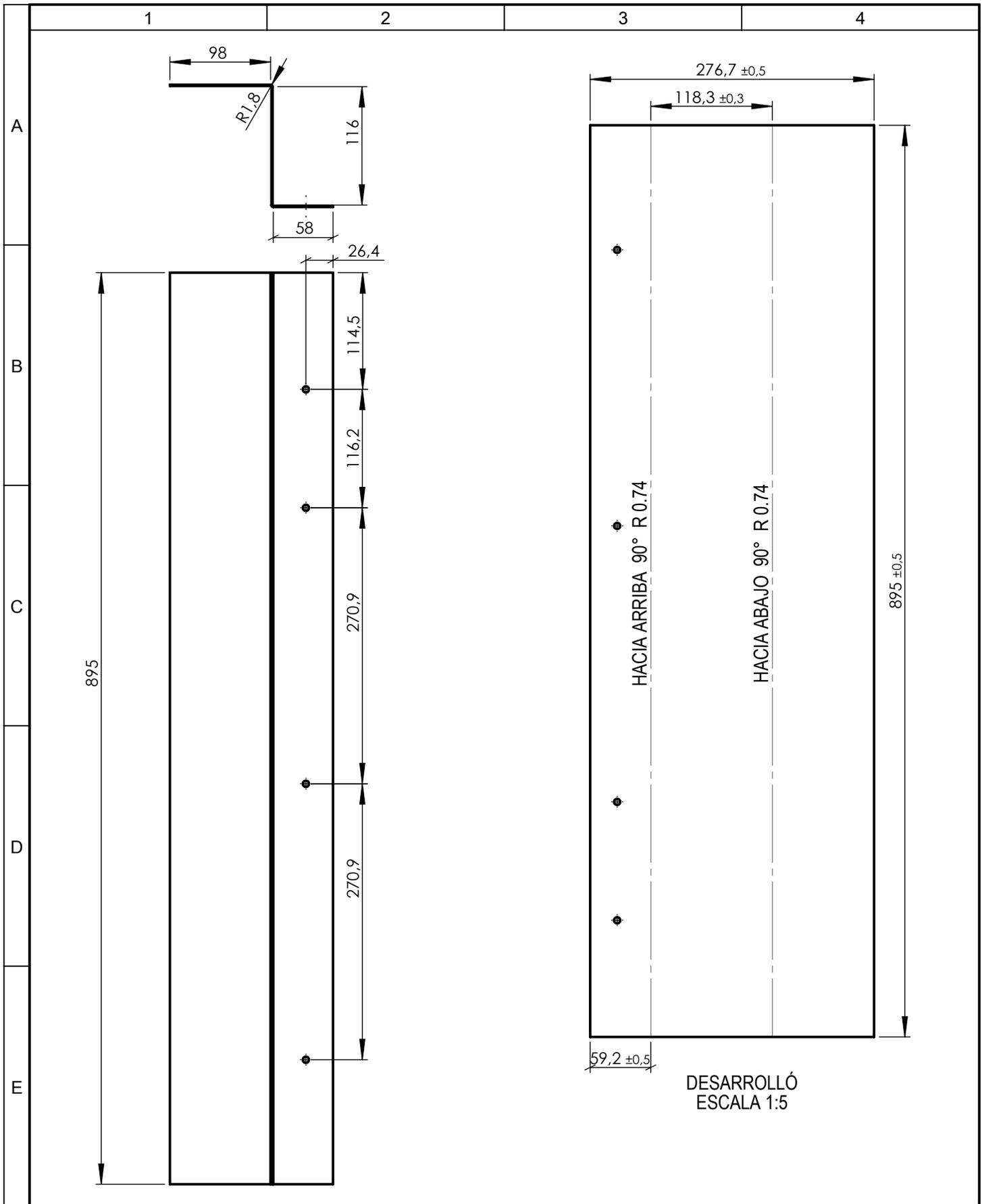
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±1	8.37 Kg	VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	SISTEMA DE ACOPIO	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		20 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución )			





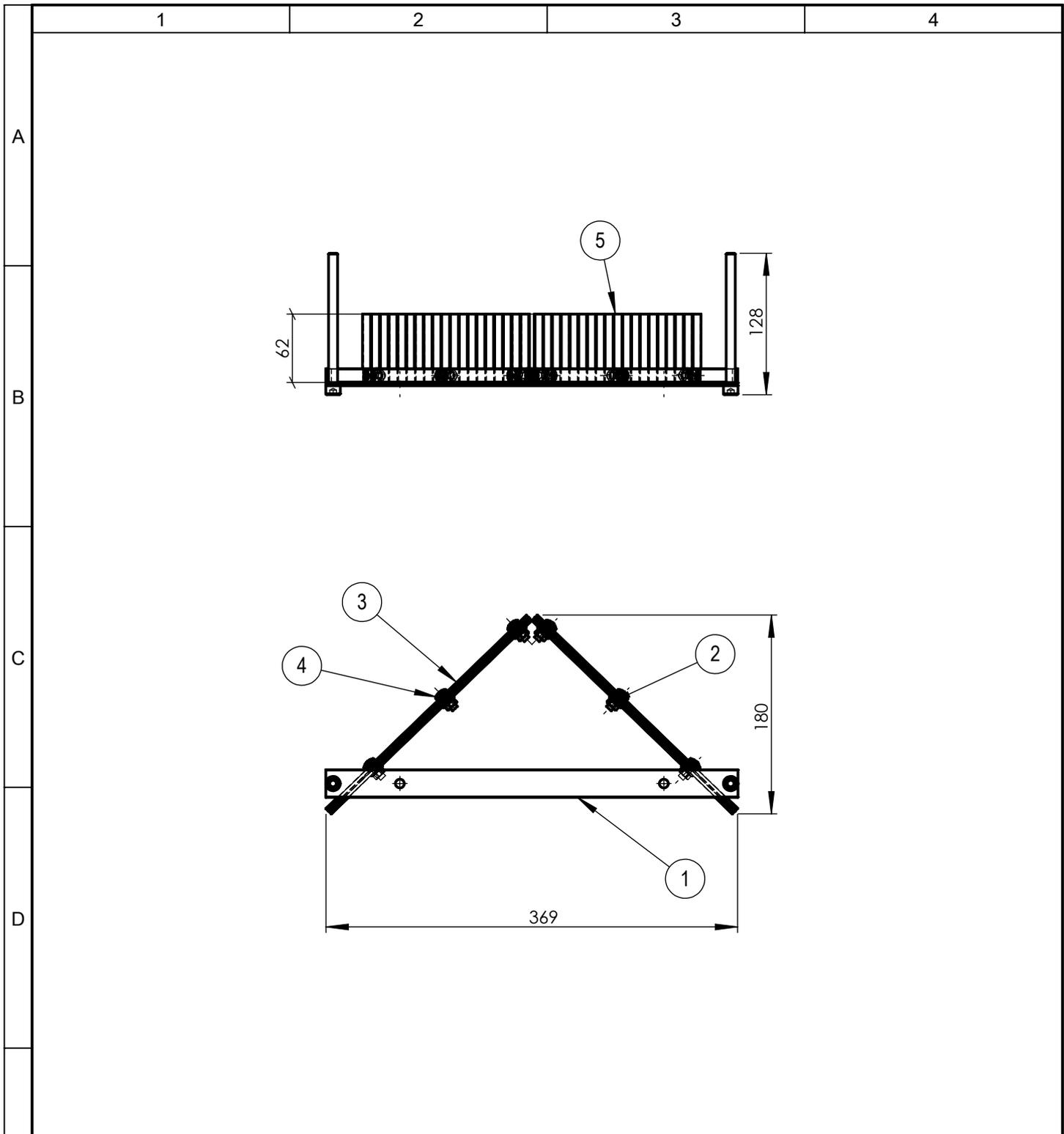
DESARROLLÓ  
ESCALA 1:5

				Tolerancia : ±0,6	Peso: 3.49 Kg	Material: Acero galvanizado (e=1.1mm)	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	TOLVA DE CLASIFICACIÓN	1:10
				Revisó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		22 DE 37	(Sustitución)



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,6	2.14 Kg	Acero galvanizado (e=1.1mm)	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BASE DE RECOLECCIÓN	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		23 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

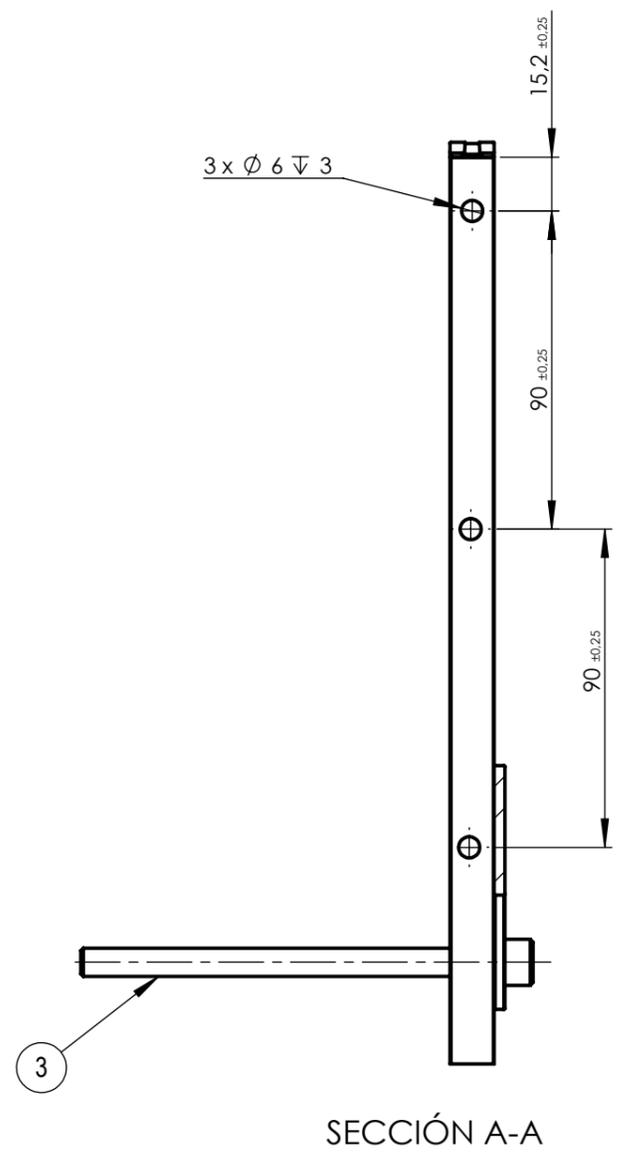
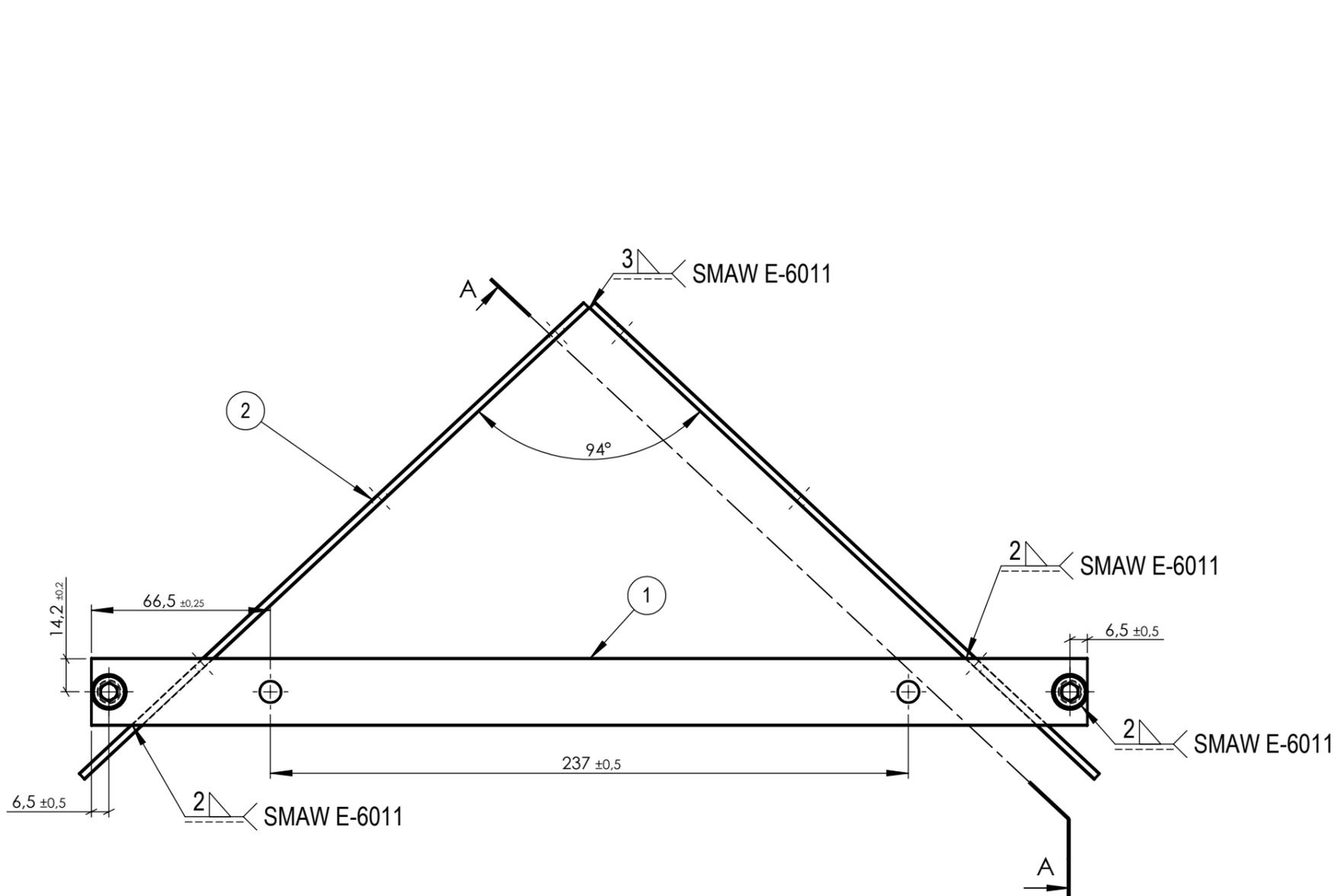




38	Escoba		Caucho	5		0.00	Comprado
6	TORNILLO	M6 x 1.0 x 16		4		0.001	Comprado
2	PLATINA DE BROCHA		ASTM A36	3		0.07	Cortado/Taladrado
6	TUERCA	M6 x 1		2		0.000	Comprado
1	BASE ESCOBILLA		VARIOS	1		0.47	Cortado/Taladrado
No. de pieza.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,5	0.64 Kg	VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	ESCOBILLA	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		24 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			

N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD (mm)
1	1	PL 25X3	ASTM A36 Acero	370
2	2	PL 12,50X3	ASTM A36 Acero	256.48
3	2	Perno M8 x 1.25 x 60 --60C		

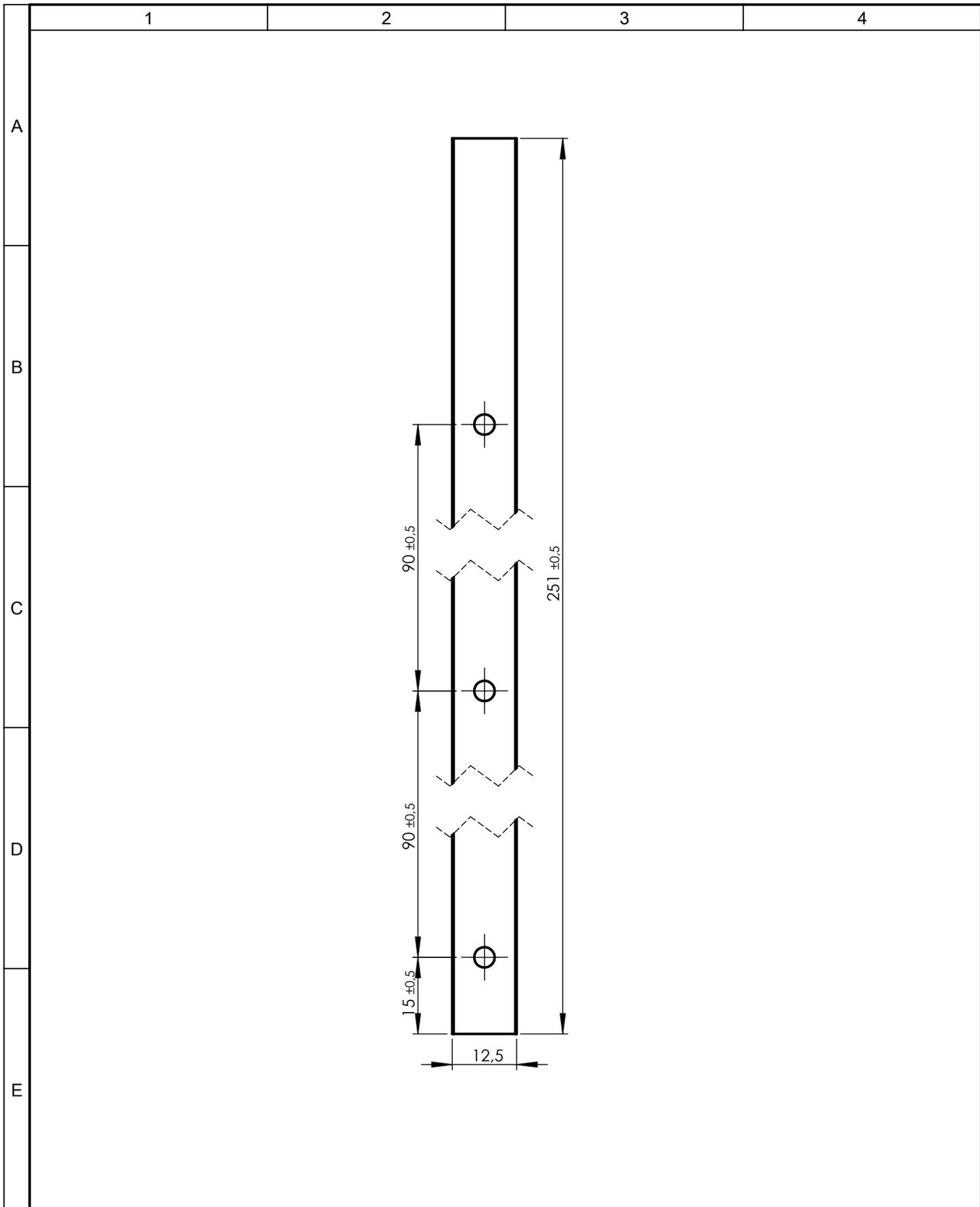


SECCIÓN A-A

				Tolerancia : ±2	Peso: 0.47 Kg	Material: VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BASE ESCOBILLA	
				Revisó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	25 DE 37
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre				

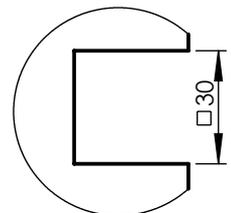
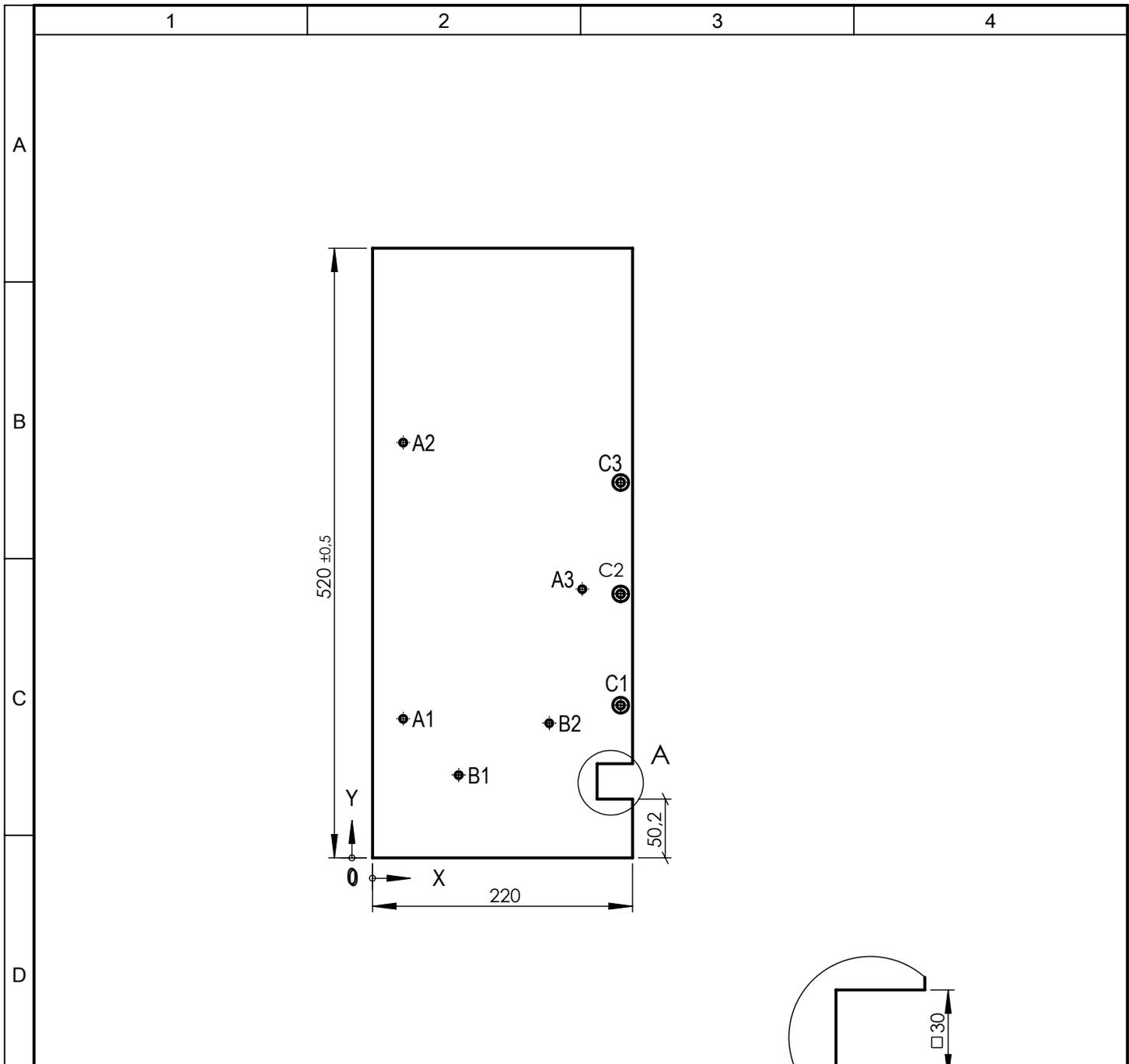
Escala:  
1:2

Registro:



				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				$\pm 0,5$	0.07 Kg	ASTM A36 Acero (e=3mm)		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	PLATINA DE BROCHA		1:1
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				U.T.A		No. Lámina	26 DE 37	
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución )		Registro:
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre					

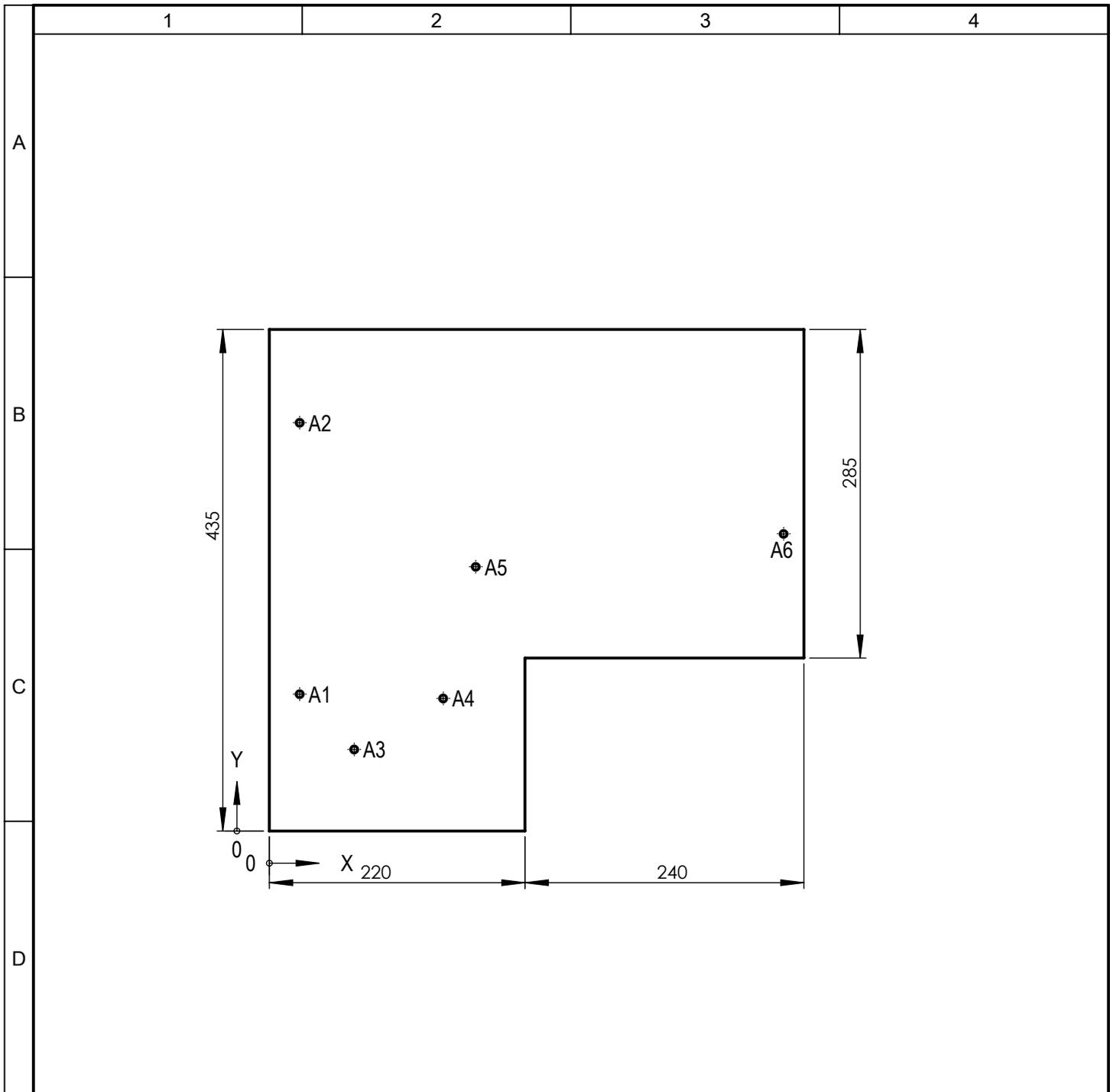




DETALLE A  
ESCALA 1 : 2

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	25,98	118,60	Ø 6 POR TODO
A2	25,98	354,13	
A3	177,50	229,15	
B1	72,92	70,65	Ø 6 POR TODO
B2	149,58	114,91	
C1	210	130,19	Ø 6.6 POR TODO ✓ Ø 13.4 X 90°
C2	210	225,19	
C3	210	320,19	

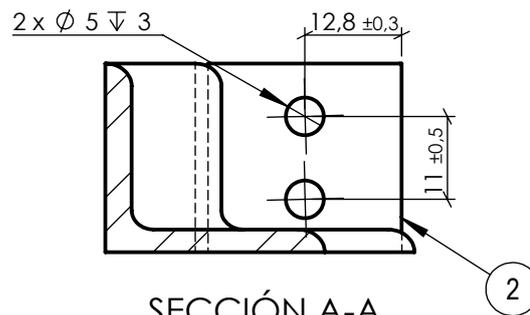
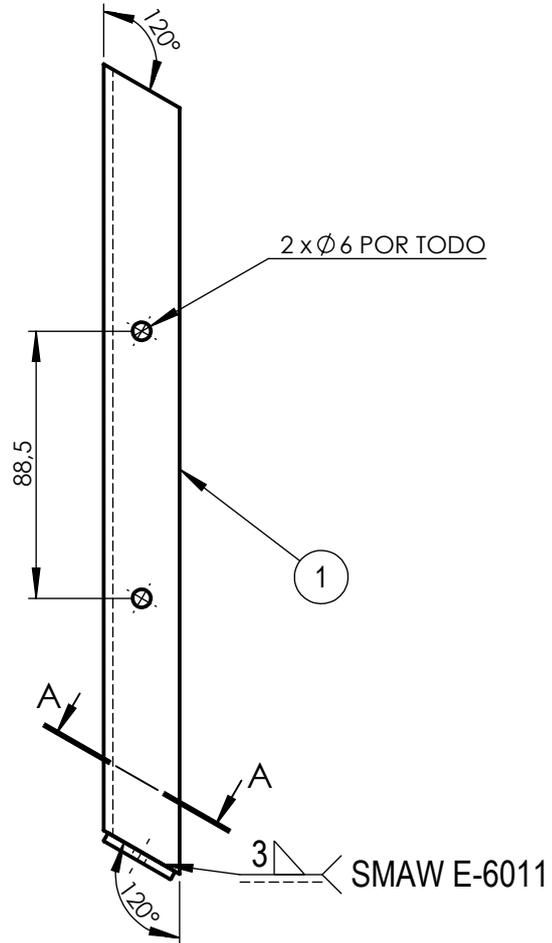
				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±0,5	0.81 Kg	Acrílico (Impacto medio-alto) (e=6mm)		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BASE TRASERA		1:5
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				U.T.A		No. Lámina	Registro:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		28 DE 37		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)				



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	25,98	118,60	Ø 6 POR TODO
A2	25,98	354,13	
A3	72,92	70,65	
A4	149,58	114,91	
A5	177,50	229,15	
A6	442,50	257,69	

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,6	0.98 Kg	Acrílico (Impacto medio-alto) (e=5mm)	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	<b>TAPA RIELE</b>	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		29 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			

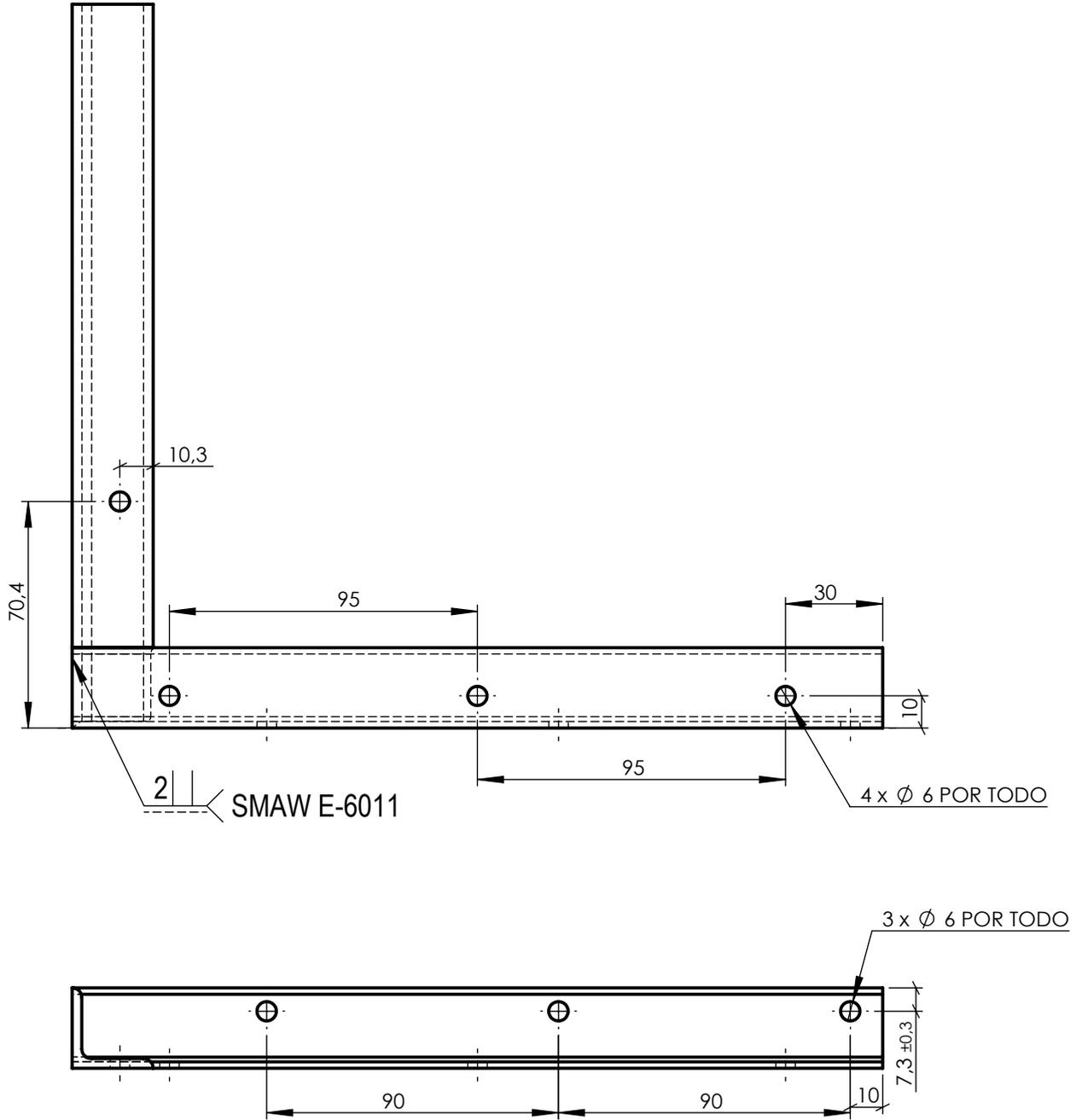
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD (mm)
1	1	L 25x25 x3	ASTM A36 Acero	268.47
2	1	PL25x3	ASTM A36 Acero	25



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±0,5	0.29 Kg	ASTM A36 Acero		
				Fecha	Nombre	Título :		
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	PLATINA		
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				U.T.A		No. Lámina	30 DE 37	
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre					Registro:

N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD (mm)
1	1	L 25 X 25 X 3	ASTM A36 Acero	250
2	1	L 25 X 25 X 3	ASTM A36 Acero	225



				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±0,4	0.42 Kg	ASTM A36 Acero		
				Fecha	Nombre	Título :		
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	<b>ÁNGULO DE SUJECIÓN</b>		
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				U.T.A		No. Lámina	31 DE 37	
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre					Registro:

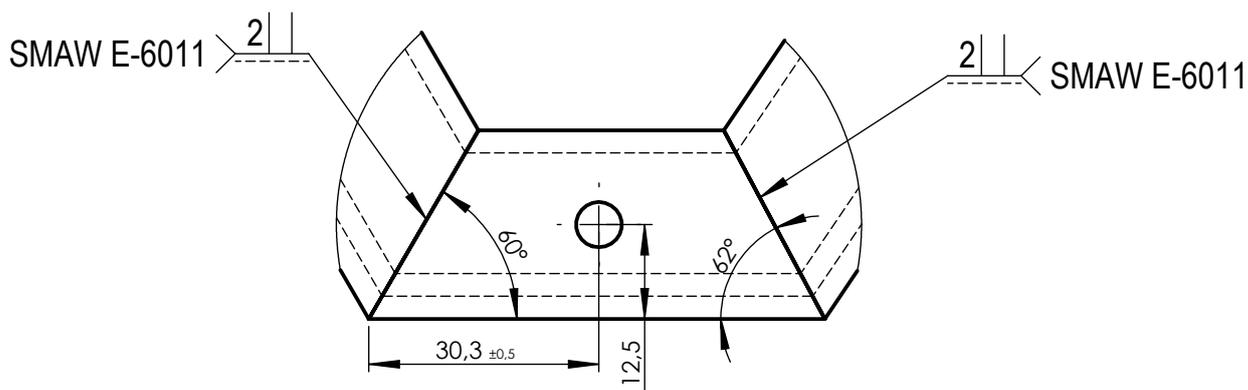
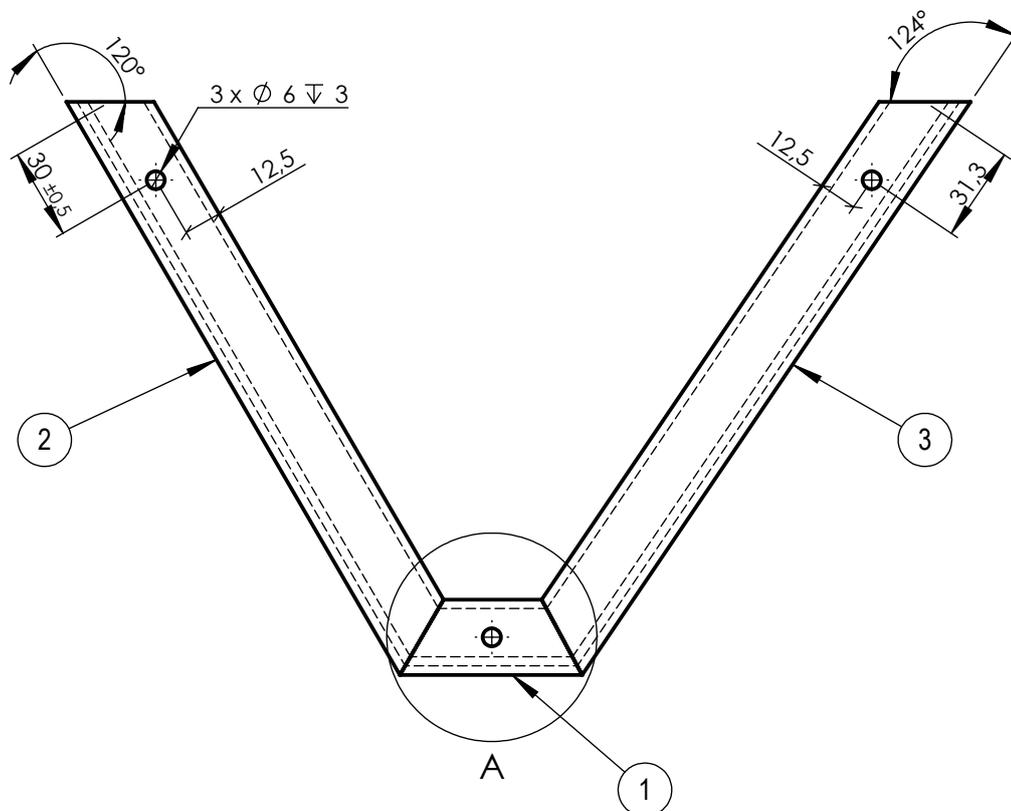
1

2

3

4

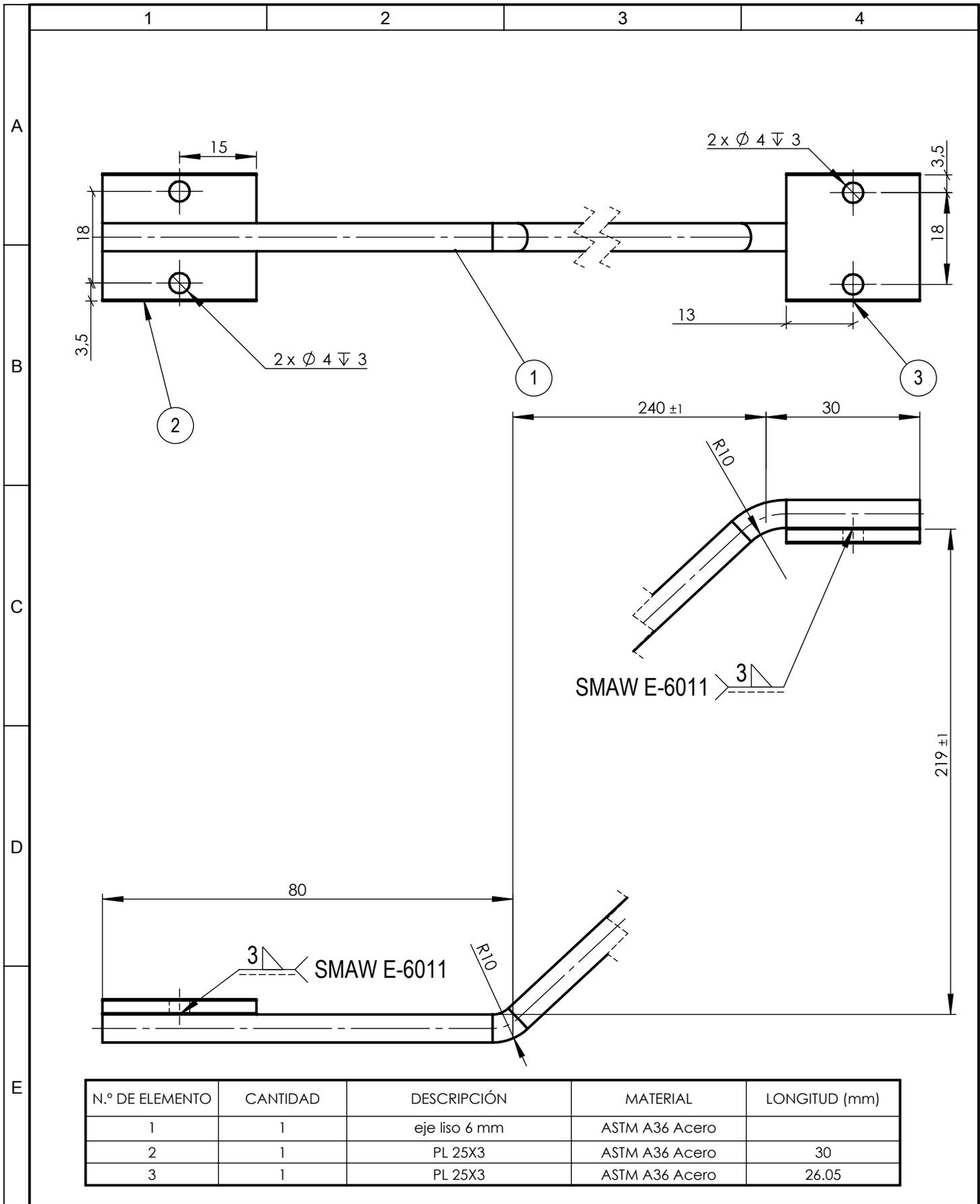
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD (mm)
1	1	L 25 X 25 X 3	ASTM A36 Acero	60
2	1	L 25 X 25 X 3	ASTM A36 Acero	219.39
3	1	L 25 X 25 X 3	ASTM A36 Acero	228.98



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,1	0.53 Kg	ASTM A36 Acero	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	RIEL	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO	Escala:	
				Aprobó: 12/10/2014	Ing .M.CARRILLO	1:2.5	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		32 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución )			

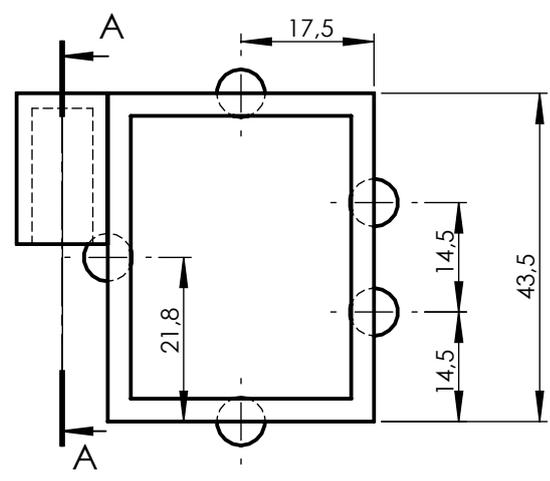
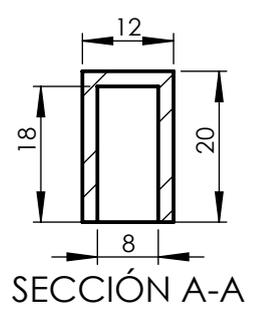
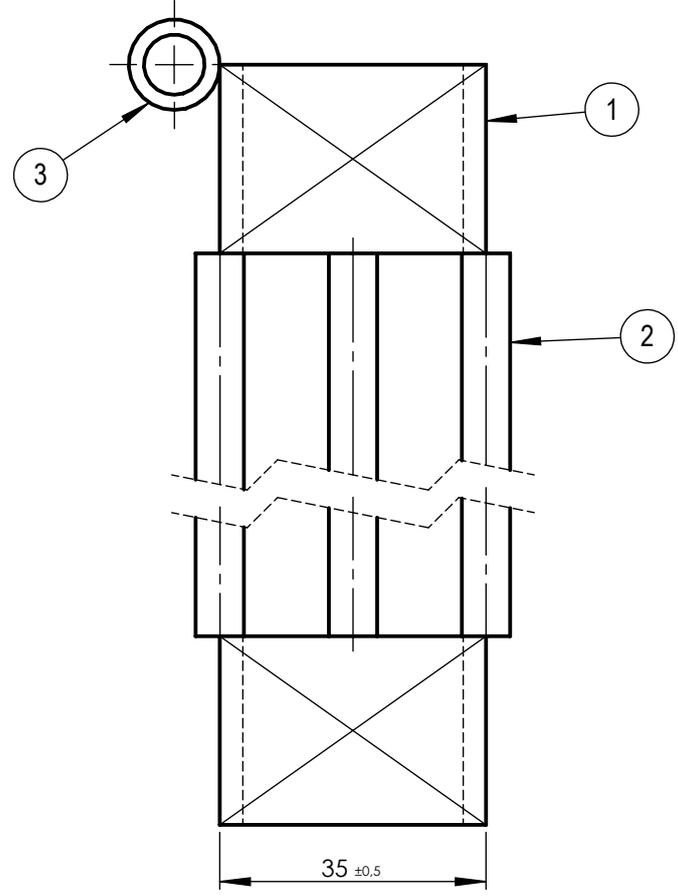




N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD (mm)
1	1	eje liso 6 mm	ASTM A36 Acero	
2	1	PL 25X3	ASTM A36 Acero	30
3	1	PL 25X3	ASTM A36 Acero	26.05

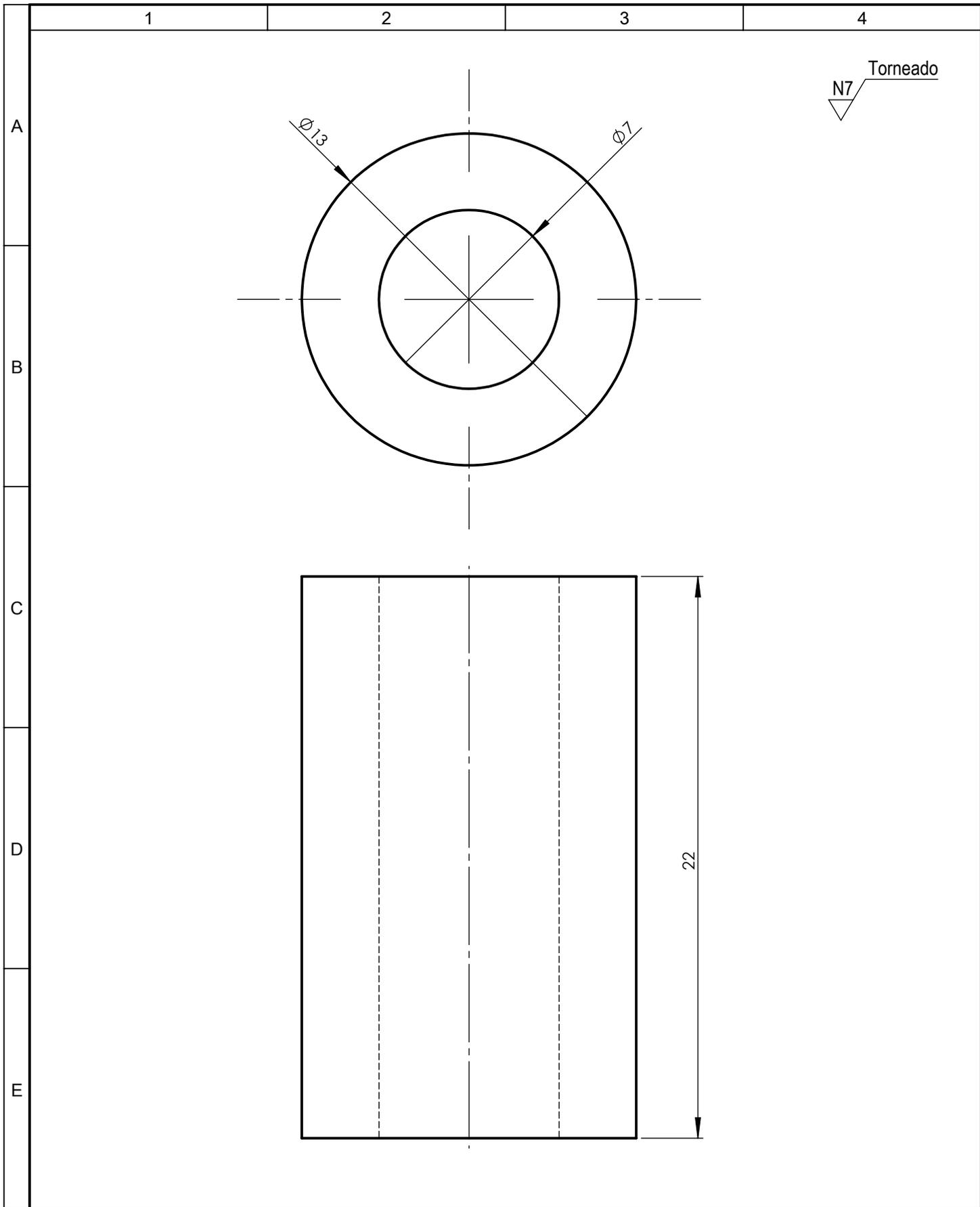
				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±0,5	0.11 Kg	ASTM A36 Acero		
				Fecha	Nombre	Título :		
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	GUÍA		
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO			
				U.T.A		No. Lámina	34 DE 37	
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre					Registro:

N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD (mm)
1	2	PL 25x3	ASTM A36 Acero	160
2	5	eje 6,35mm	ASTM A36 Acero	780
3	1	eje 12 mm	AISI 1020	

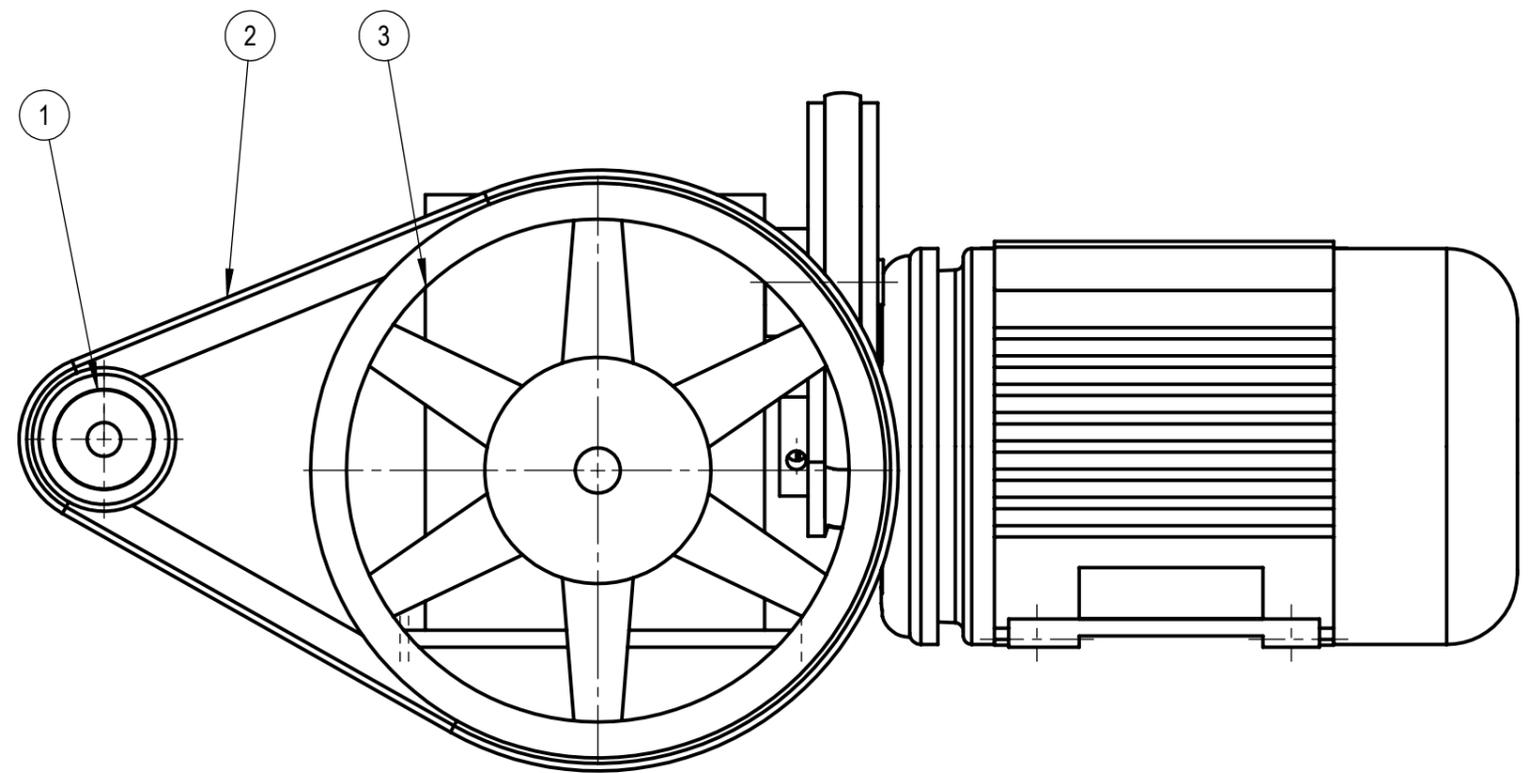
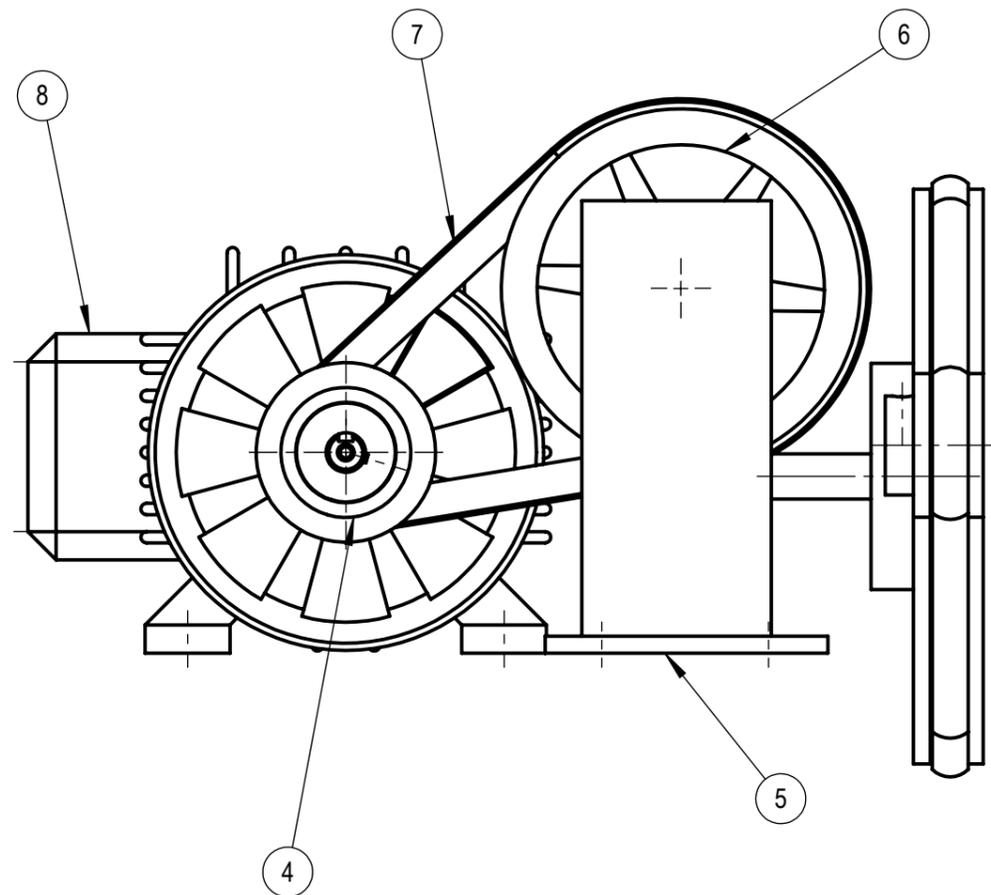


Nota: todo esta soldada con proceso SMAW E-6011 a tope

				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±0,1	1.15 Kg	ASTM A36 Acero		
				Fecha	Nombre	Título :		
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	RIEL DE ALMACENAMIENTO		
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO	Escala:		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO	1:1		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		35 DE 37		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)				



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,1	0.02 Kg	AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	BOCÍN	
				Revisó: 12/10/2014	Ing.M.CARRILLO		
				Aprobó: 12/10/2014	Ing .M.CARRILLO		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		36 DE 37	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	



1	Motor Eléctrico	0.5 HP		8		8.25	Comprado
1	Banda	19in	Caucho de silicio	7		79.67	Comprado
1	Polea	5 in	Aluminio	6		0.374	Comprado
1	MOTO REDUCTOR	1 a 20		5		3.33	Comprado
1	Polea	2.5 in	Aluminio	4			Comprado
1	Polea	8 in	Aluminio	3		1.071	Comprado
1	Banda	33 in	Caucho de silicio	2		0.13	Comprado
1	Polea	2 in	Aluminio	1		0.04	Comprado
No. de piez.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones
			Tolerancia :	Peso:	Material:		
			±1	13.34 Kg	VARIOS		
			Fecha	Nombre	Título :		Escala:
			Dibujó: 12/10/2014	L. CUESTA	SISTEMA DE TRASMISIÓN		1:2.5
			Revisó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO			
			Aprobó: 12/10/2014	Ing. M. CARRILLO			
			U.T.A		No. Lámina	37 DE 37	Registro:
			INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		