



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

*Trabajo Estructurado de Manera Independiente, previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Mecánico*

**TEMA:**

---

“Estudio de sistemas de etiquetado de frascos de vidrio para reducir tiempos de producción en la Fábrica de mermelada LA CARLITA de la Parroquia Facundo Vela, Cantón Guaranda.”

---

**AUTOR:** Néstor Giovanni Patín Chimbo

**TUTOR:** Ing. Andrés Hidalgo, Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**2015**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “ESTUDIO DE SISTEMAS DE ETIQUETADO DE FRASCOS DE VIDRIO PARA REDUCIR TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE MERMELADA LA CARLITA DE LA PARROQUIA FACUNDO VELA, CANTÓN GUARANDA”, desarrollado por el señor NÉSTOR GIOVANNY PATÍN CHIMBO 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 revisado en cada uno de sus capítulos.
- Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Abril del 2015

TUTOR

.....  
Ing. Andrés Hidalgo, Mg.

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Yo, **NÉSTOR GIOVANNY PATÍN CHIMBO**, con cédula de ciudadanía N° 020194270-3, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el informe investigativo, bajo el tema: “ESTUDIO DE SISTEMAS DE ETIQUETADO DE FRASCOS DE VIDRIO PARA REDUCIR TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE MERMELADA LA CARLITA, DE LA PARROQUIA FACUNDO VELA, CANTÓN GUARANDA”, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis de datos y resultados son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de Investigación.

Ambato, Abril del 2015

**AUTOR**

.....

**Néstor Giovanni Patín Chimbo**

**C.I.: 0201942703**

## DEDICATORIA

*Esta tesis se lo dedico primordialmente A Dios por mantenerme con salud y permitirme culminar con una etapa de mi vida tan anhelada, con mucho cariño a mi familia, amigos y todas aquellas personas que me apoyaron para seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida y no desmayarme en los problemas que se presentaban, ensañándome a encarar las adversidades con dignidad.*

*Es para mí un honor que sean parte de mis metas y sueños cumplidos todo a través de las personas que me han rodeado durante todo mi caminar, a todos se los dedico mi esfuerzo y mi amor.*

*Con todo el cariño del mundo*

*Néstor Giovanni*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecimiento a mi Dios, por brindarme la sabiduría, salud, vida y las fuerzas para culminar esta etapa de formación con éxito.*

*Como no agradecer a mi madre, a mis abuelos y tíos, quienes fueron un pilar fundamental en mi vida, para guiarme e inculcarme buenas costumbres y principios. Gracias a sus consejos y sus altas expectativas de mí, lograron inspirar mi ser para seguir adelante e instituirme como profesional.*

*A mis hermanos porque de una u otra manera estuvieron pendientes de mí durante toda mi formación universitaria.*

*A la Universidad Técnica de Ambato por estrecharme esos lazos al convertirse en mi segundo hogar durante mi instrucción académica.*

*Al Ing. Andrés Hidalgo por haberme brindado su ayuda incondicional como amigo y como tutor para la elaboración del presente proyecto.*

*A todos los profesores de la Carrera de Ingeniería Mecánica quienes fueron mi guía en todo este camino de preparación.*

*A mis amigos con quienes compartí mi vida estudiantil y a todas las personas que aportaron para que se realice este proyecto de Titulación.*

*Néstor Giovanni*

## ÍNDICE

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVII
SUMMARY.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
1 EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 Contextualización del problema.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	2
1.2.3 Prognosis.....	3
1.2.4 Formulación del problema.....	3
1.2.5 Preguntas directrices.....	3
1.2.6 Delimitación del problema.....	3
1.2.6.1 De contenido.....	4
1.2.6.2 Espacial.....	4
1.2.6.3 Temporal.....	4

1.3 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 Objetivo general: .....	5
1.4.2 Objetivos específicos: .....	5
CAPÍTULO II .....	6
2 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	7
2.4 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	8
2.4.1 Gráficos de inclusión interrelacionados .....	8
2.4.2 Automatización .....	8
2.4.2.1 Tipos de Automatización .....	9
2.4.2.2 Ventajas y Desventajas de la automatización .....	9
2.4.3 Sistemas de medición y control.....	10
2.4.3.1 Sistema de medición .....	10
2.4.3.2 Sistema de control.....	12
2.4.3.3 Motorreductores .....	15
2.4.3.4 Cilindros neumáticos.....	17
2.4.3.5 Unidad de mantenimiento o FRL.....	18
2.4.3.6 Electroválvulas .....	18
2.4.4 Sistemas de etiquetado .....	19
2.4.4.1 Etiquetado manual.....	19
2.4.4.2 Etiquetadoras.....	20
2.4.4.3 Proceso de etiquetado.....	24
2.4.4.4 Etiquetas .....	25

2.4.4.5 Frascos y tarros de vidrio .....	27
2.4.5 Tiempos de producción .....	28
2.4.6 Organización de plantas industriales.....	30
2.4.6.1 Tipos de plantas industriales: .....	30
2.5 HIPÓTESIS.....	31
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	31
CAPÍTULO III.....	32
3 METODOLOGÍA .....	32
3.1 ENFOQUE .....	32
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.2.1 De campo .....	32
3.2.2 Bibliográfica.....	32
3.2.3 Experimental .....	33
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.3.1 Exploratorio.....	33
3.3.2 Descriptiva .....	33
3.3.3 Asociación de variables.....	33
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	34
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	35
3.5.1 Variable Independiente: Sistemas de etiquetado de frascos de vidrio. ....	35
3.5.2 Variable dependiente: Reducir tiempos de producción en la fábrica de mermeladas LA CARLITA.....	36
3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	37
3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	37
3.7.1 Plan que se empleó para procesar la información recopilada .....	37



3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados.....	37
CAPÍTULO IV .....	38
4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	38
4.1 Análisis de resultados.....	38
4.1.1 Parámetros de Diseño y Funcionamiento.....	38
4.1.1.1 Parámetros de diseño.....	38
4.1.1.2 Parámetros funcionales .....	38
4.2 Conformación de Alternativas .....	39
4.2.1 Alternativas de máquinas etiquetadoras.....	39
4.2.1.1 Cuadro comparativo de las alternativas .....	43
4.2.2 Tipo de Etiquetas.....	45
4.3 Evaluación y selección de la mejor alternativa .....	46
4.3.1.1 Método ordinal corregido de criterios ponderados .....	46
4.3.1.2 Criterios de selección .....	47
4.3.2 Tablas de ponderación.....	49
4.3.3 Selección de la etiqueta .....	61
4.4 Pruebas de etiquetado.....	65
4.4.1 Análisis del tiempo de etiquetado manual .....	65
4.4.2 Diagrama de flujo del proceso de etiquetado manual (artesanal) .....	66
4.4.3 Análisis del tiempo de etiquetado semiautomático.....	67
4.5 Interpretación de datos .....	68
4.6 Verificación de la Hipótesis .....	70
CAPÍTULO V .....	72
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1 Conclusiones .....	72

5.2 Recomendaciones.....	72
CAPÍTULO VI.....	74
6 PROPUESTA.....	74
6.1 DATOS INFORMATIVOS .....	74
6.1.1 Título.....	74
6.1.2 Institución Ejecutora .....	74
6.1.3 Beneficiarios .....	74
6.1.4 Ubicación .....	74
6.1.5 Tiempo Estimado Para La Ejecución.....	74
6.1.6 Equipo Técnico Responsable .....	75
6.1.7 Costo .....	75
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	75
6.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	76
6.4 OBJETIVOS .....	76
6.4.1 Objetivo General .....	76
6.4.2 Objetivos Específicos.....	77
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	77
6.6 FUNDAMENTACIÓN.....	77
6.6.1 Dimensiones de la etiquetadora de frascos de vidrio semiautomática. ....	77
6.6.2 Sistemas constituyentes de la etiquetadora .....	78
6.6.3 Cálculos de inercias: .....	78
6.6.3.1 Sistema Desbobinador de Etiquetas .....	78
6.6.3.2 Sistema Rebobinador de Desperdicio .....	84
6.6.3.3 Sistema Giro de Envases .....	87
6.6.4 Cálculo de velocidades angulares .....	89

6.6.4.1 Sistema rebobinador de desperdicios .....	89
6.6.4.2 Sistema desbobinador de etiquetas .....	90
6.6.4.3 Sistema Giro de Envases .....	90
6.6.5 Cálculo de aceleraciones angulares.....	90
6.6.5.1 Sistema desbobinador de etiquetas .....	90
6.6.5.2 Sistema rebobinador de desperdicios .....	91
6.6.5.3 Sistema Giro de Envases .....	91
6.6.6 Cálculo de torques.....	91
6.6.6.1 Sistema desbobinador de etiquetas .....	92
6.6.6.2 Sistema rebobinador de desperdicios .....	92
6.6.6.3 Sistema giro de envases .....	92
6.6.7 Cálculo de la potencia requerida.....	93
6.6.7.1 Sistema desbobinador de etiquetas .....	93
6.6.7.2 Sistema rebobinador de desperdicios .....	93
6.6.7.3 Sistema giro de envases .....	94
6.6.8 Cálculo de la potencia del motor.....	94
6.6.8.1 Sistema de Etiquetado .....	94
6.6.9 Diseño del sistema de transmisión. ....	95
6.6.9.1 Factores de corrección de potencia .....	96
6.6.10 Posicionamiento de los ejes del sistema de transmisión .....	98
6.6.11 Tensión del papel .....	99
6.6.12 Diseño de los ejes.....	100
6.6.12.1 Sistema Desbobinador de Etiquetas .....	100
6.6.12.2 Sistema rebobinador de Etiquetas .....	111
6.6.12.3 Diseño del eje del sistema giro de envases .....	132
6.6.13 Selección de rodamientos.....	142
6.6.13.1 Sistema Desbobinador de Etiquetas .....	142
6.6.13.2 Sistema rebobinador de desperdicios .....	145

6.6.14 Sistema giro de envases .....	145
6.6.15 Diseño del sistema eléctrico y de control.....	147
6.6.15.1 Lógica de funcionamiento.....	147
6.6.15.2 Sistema de codificado .....	152
6.7 METODOLOGÍA .....	153
6.7.1 Estructura de la máquina.....	154
6.7.2 Base para montar los rodillos.....	155
6.7.3 Rodillos para girar los envases.....	156
6.7.4 Rodillos tensores o guías de etiqueta .....	157
6.7.5 Sistema desbobinador de etiquetas.....	157
6.7.6 Etiquetadora semiautomática totalmente construida.....	158
6.8 ADMINISTRACIÓN .....	158
6.8.1 Costos directos .....	159
6.8.2 Costos Indirectos.....	162
6.8.3 Costos Varios .....	162
6.8.4 Costo total del sistema de etiquetado de frascos de vidrio.....	163
6.9 PREVISIÓN DE EVALUACIÓN .....	163
6.9.1 Pruebas de funcionamiento .....	163
6.9.1.1 Prueba de funcionamiento 1 .....	163
6.9.1.2 Prueba de funcionamiento 2.....	165
6.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	166
6.10.1 Conclusiones .....	166
6.10.2 Recomendaciones.....	167

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Categorías Fundamentales .....	8
Figura 2.2: Esquema de un sistema de medición .....	10
Figura 2.3: Elementos de un sistema de medición .....	11
Figura 2.4: Esquema de un sistema control .....	12
Figura 2.5: Sistema de control de lazo abierto (Calefacción de una habitación) .....	13
Figura 2.6: Sistema de control de lazo cerrado (Calefacción de una habitación) .....	13
Figura 2.7: Elementos de un sistema de control de lazo cerrado .....	14
Figura 2.8: Motorreductor Astero .....	15
Figura 2.9: Cilindro neumáticos.....	17
Figura 2.10: Unidad de mantenimiento (FRL).....	18
Figura 2.11: Válvula electoneumática 3/2 .....	19
Figura 2.12: Etiquetadora Manual- Modelo ETIMANPED.....	20
Figura 2.13: Etiquetadora semiautomática- Modelo EFECONO .....	21
Figura 2.14: Etiquetadora automática lineal doble lado.....	23
Figura 2.15: Etiquetado de Productos .....	25
Figura 2.16: Partes principales de frascos de vidrio .....	28
Figura 4.1: Etiquetadora Manual.....	39
Figura 4.2: Etiquetadora semiautomática WORKERS .....	40
Figura 4.3: Etiquetadora lineal autoadherible .....	42
Figura 4.4: Promedio de producción con los dos métodos de etiquetado.....	68
Figura 6.1: Eje del sistema Desbobinador.....	79
Figura 6.2: Porta rollo .....	80
Figura 6.3: Rollo de etiquetas .....	82
Figura 6.4: Soporte de etiquetas.....	83
Figura 6.5: Eje rebobinador.....	84
Figura 6.6: Sistema giro de envases .....	87
Figura 6.7: Rodillo de duralón (Sistema giro de envases) .....	88
Figura 6.8: Posicionamiento de los Ejes .....	98

Figura 6.9: Diagrama de cuerpo libre del eje rebobinador.....	101
Figura 6.10: Diagrama de fuerza cortante.....	102
Figura 6.11: Diagrama de Momento Flector.....	103
Figura 6.12: Diagrama de cuerpo libre de la tensión generada por la cadena .....	112
Figura 6.13: Descomposición de las fuerzas en el plano X-Z.....	113
Figura 6.14: Diagrama de Fuerza cortante del eje rebobinador Plano X-Z .....	114
Figura 6.15: Diagrama de Momento cortante del eje rebobinador Plano X-Z.....	114
Figura 6.16: Descomposición de las fuerzas en el plano X-Y .....	115
Figura 6.17: Diagrama de Fuerza cortante del eje rebobinador Plano X-Y .....	116
Figura 6.18: Diagrama Momento cortante del eje rebobinador Plano X-Y .....	116
Figura 6.19: Diagrama de cuerpo libre del eje rebobinador sección dos .....	124
Figura 6.20: Diagrama de fuerza cortante.....	125
Figura 6.21: Diagrama de Momento Flector.....	125
Figura 6.22: Diagrama de cuerpo libre del eje sistema giro de envases .....	133
Figura 6.23: Diagrama de fuerza cortante.....	134
Figura 6.24: Diagrama de Momento Flector.....	135
Figura 6.25: Diagrama de flujo .....	149
Figura 6.26: Diagrama de potencia .....	150
Figura 6.27: Diagrama de control del sistema de etiquetado .....	151
Figura 6.28: Sistema neumático del fechador .....	152
Figura 6.29: Trazado y corte de vigas y columnas de la estructura .....	154
Figura 6.30: Armado de la estructura.....	155
Figura 6.31: Proceso de desbaste .....	155
Figura 6.32: Ensamblaje de base y la estructura .....	156
Figura 6.33: Canastilla con Rodamientos .....	157
Figura 6.34: Rodillos guía o tensores.....	157
Figura 6.35: Máquina etiquetadora semiautomática construida con fechador.....	158

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Variable Independiente .....	35
Tabla 3.2: Variable dependiente .....	36
Tabla 4.1: Características técnicas de etiquetadora semiautomática WORKERS .....	41
Tabla 4.2: Características técnicas de etiquetadora lineal automática .....	43
Tabla 4.3: Diferencias generales de las alternativas .....	44
Tabla 4.4: Valores asignados para la tabulación de ponderaciones .....	47
Tabla 4.5: Evaluación del peso específico de cada criterio .....	49
Tabla 4.6: Costos estimados de fabricación de una etiquetadora manual.....	50
Tabla 4.7: Costos estimado de fabricación de una etiquetadora semiautomática. ....	51
Tabla 4.8: Costos estimado de fabricación de una etiquetadora lineal automática.....	52
Tabla 4.9: Costos estimado de fabricación de máquinas etiquetadoras .....	53
Tabla 4.10: Evaluación del peso específico del criterio costo .....	53
Tabla 4.11: Capacidad de producción de etiquetadora manuales .....	54
Tabla 4.12: Capacidad de producción promedio de etiquetadoras semiautomáticas..	55
Tabla 4.13: Capacidad de producción de etiquetadoras lineales automáticas .....	55
Tabla 4.14: Capacidad de producción de máquinas etiquetadoras .....	56
Tabla 4.15: Evaluación del peso específico de la capacidad de producción.....	57
Tabla 4.16: Evaluación del peso específico de facilidad de construcción .....	57
Tabla 4.17: Evaluación del peso específico de versatilidad.....	58
Tabla 4.18: Evaluación del peso específico de facilidad de mantenimiento.....	58
Tabla 4.19: Evaluación del peso específico de tecnología.....	59
Tabla 4.20: Dimensiones de las alternativas de solución.....	59
Tabla 4.21: Evaluación del peso específico de espacio .....	60
Tabla 4.22: Evaluación del peso específico de manejo.....	60
Tabla 4.23: Resultado de la ponderación .....	61
Tabla 4.24: Evaluación del peso específico .....	62
Tabla 4.25: Análisis de criterio costo de las etiquetas .....	62
Tabla 4.26: Análisis de criterio calidad de las etiquetas .....	63

Tabla 4.27: Análisis de criterio adherencia.....	63
Tabla 4.28: Análisis de criterio duración .....	64
Tabla 4.29: Tabla de ponderación del tipo de etiquetas.....	64
Tabla 4.30: Prueba de etiquetado manual (Artesanal) .....	65
Tabla 4.31: Diagrama de flujo del proceso de etiquetado manual (Artesanal).....	66
Tabla 4.32: Valor Promedio de Tiempos y Producción.....	67
Tabla 4.33: Valor Promedio de Producción de etiquetado semiautomático .....	67
Tabla 4.34: Producción de envases etiquetados .....	68
Tabla 6.1: Características de los envase.....	89
Tabla 6.2: Materiales Mecánicos .....	159
Tabla 6.3: Materiales eléctricos .....	160
Tabla 6.4: Materiales neumáticos .....	161
Tabla 6.5: Costo total directos .....	161
Tabla 6.6: Costo total indirecto.....	162
Tabla 6.7: Costos varios.....	162
Tabla 6.8: Costos total del sistema.....	163
Tabla 6.9: Tiempos de la prueba de funcionamiento 1 .....	164
Tabla 6.10: Tiempos de la prueba de funcionamiento 2 .....	165
Tabla 6.11: Valor Promedio de Producción.....	166



## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de investigación “ESTUDIO DE SISTEMAS DE ETIQUETADO DE FRASCOS DE VIDRIO PARA REDUCIR TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE MERMELADA LA CARLITA DE LA PARROQUIA FACUNDO VELA, CANTÓN GUARANDA”, se llevó a cabo debido a la importancia del sistema dentro del proceso de producción para la fábrica; además con la finalidad de eliminar uno de los cuellos de botella que por años no se ha logrado superar.

Primeramente se realizó la recopilación de la información básica acerca del proceso de etiquetado, del tipo de máquinas etiquetadoras existentes en el mercado; la información recopilada permitió comprender el funcionamiento de los diferentes sistemas la misma que nos permitió generar tres alternativas de solución las cuales fueron analizadas bajo criterios como: capacidad de producción, bajo costo de implementación, facilidad de mantenimiento, espacio, manejo y versatilidad.

Una vez elegida la mejor alternativa se procedió al diseño y selección de los elementos que constituye la etiquetadora. Después se realizó un análisis económico para determinar el costo de construcción de la máquina.

Para finalizar se presentó la solución adoptada que se implementó en la Fábrica de mermeladas LA CARLITA, con sus respectivos cálculos, planos y recomendaciones de funcionamiento con el fin de evitar fallas prematuras en el sistema.

## **SUMMARY**

The research project "STUDY OF LABELING OF GLASS JARS TO REDUCE PRODUCTION TIMES IN THE JAM FACTORY LA CARLITA PARISH FACUNDO VELA, GUARANDA CANTON" was held due to the importance of this system in the process of Factory production and in order to remove one of the bottlenecks that for years has not been overcome.

Initially the basic information about the process of labeling glass jars, of the types of labeling machines in the overseas market and with the help of the theory allowed understand how different labeling systems and generate three alternative solutions were collected the were analyzed using criteria such as production capacity, low cost of implementation, ease of maintenance, space and versatility.

After selecting the best option proceeded to design and select each of the elements making up the labeling system. After designing an economic analysis was conducted to know the approximate cost of construction of the labeler.

To end the adopted solution that was implemented was implemented in the jam factory LA CARLITA, calculations, drawings to avoid damage or premature failure occurs to finish.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 TEMA**

“Estudio de sistemas de etiquetado de frascos de vidrio para reducir tiempos de producción en la fábrica de mermelada LA CARLITA de la parroquia Facundo Vela, Cantón Guaranda”

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 Contextualización del problema**

A nivel mundial, todas las industrias en general en algún punto de su línea de producción requieren implementar un sistema de etiquetado o colocación de etiqueta, ya sea para la identificación de sus productos, organización del almacén, control de inventarios, entre otros; todo esto con el fin de llevar un mejor control de la producción que hoy en día se ha vuelto de suma importancia para todas aquellas empresas que desean tener control total mediante la trazabilidad de su producto.

En nuestro País, existen varias empresas productoras de mermeladas como Ecuavegetal S.A, Pronaca S.A, Conserveras Guayas, Sipia S.A; líderes indiscutibles de mercado ecuatoriano, éstas empresas ofertan al mercado nacional e internacional gran variedad en sabores y en presentaciones para lo cual utilizan desde instrumentos caseros hasta tecnologías avanzadas. Además son empresas muy bien posicionadas y con varios años en el mercado doméstico.

Según Calero, Representante Técnica de Planta en la Fábrica de Mermeladas LA CARLITA, manifiesta que la fábrica está en el mercado desde hace unos 45 años, desde entonces ha mantenido su producción de forma artesanal con la colaboración de manos campesinas, a pesar de esto, los productos que se elaboran en la parroquia se caracterizan por ser muy bien tratados.

El etiquetado de envases es un proceso complejo y de precisión, ya que los adhesivos necesitan acomodarse a toda clase de requerimientos como son: la superficie del envase, el material, el diseño de la etiqueta y la tecnología del sistema de etiquetado; debido a estos factores se ha visto la necesidad de realizar el presente estudio.

### **1.2.2 Análisis crítico**

En la fábrica de mermeladas LA CARLITA la problemática que se encontró es el proceso de etiquetado debido a que actualmente el etiquetaje se realiza de forma manual que depende en gran medida de la destreza del obrero para obtener un etiquetado satisfactorio.

Cuando se efectúa el etiquetado manualmente el trabajador comete muchos errores como colocar la etiqueta descuadrada, ensuciar o doblar la etiqueta, ocasionando tiempos y costos altos de producción.

Los sistemas destinados en realizar la aplicación de etiquetas con mayor rapidez no son elaboradas en nuestro país y el proceso de importación aumenta los costos del sistema, lo que ocasiona que las pequeñas empresas productoras de mermeladas no opten por esta posibilidad, ya que los valores de la inversión se recuperan en un periodo muy largo, por lo que existió la necesidad de realizar la investigación con el objeto de buscar un sistema que se adapte a las necesidades de la fábrica de mermeladas LA CARLITA.

### **1.2.3 Prognosis**

Al no efectuar el estudio de sistemas de etiquetado de frascos de vidrio en la fábrica de mermeladas LA CARLITA, el etiquetado continuará realizándose de forma manual, ocasionando tiempos altos de producción, demora en la entrega de pedidos; lo que llevaría a una inestabilidad a la empresa y puede verse en desventaja frente a sus competidores.

### **1.2.4 Formulación del problema**

¿El estudio de sistemas de etiquetado de frascos de vidrio servirá para reducir tiempos de producción en la fábrica de mermelada la Carlita?

### **1.2.5 Preguntas directrices**

- ¿Cuáles son los parámetros que debe cumplir el sistema de etiquetado de frascos de vidrio?
- ¿Cuál es el tiempo que toma el proceso de etiquetado de frascos de vidrio?
- ¿Cuál será el sistema adecuado para etiquetar frascos de vidrio en la Fábrica de mermeladas LA CARLITA de la parroquia Facundo Vela, Cantón Guaranda?

### **1.2.6 Delimitación del problema**

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario delimitar el tiempo y el lugar, por ello se procedió a la delimitación de contenidos, espacial y temporal que a continuación son descritas.

### **1.2.6.1 De contenido**

Dicha investigación se fundamentó en el campo científico de la Ingeniería Mecánica, en el área de Básicos Profesionalizantes y el aspecto en el que se ubicó el proyecto son los siguientes: Sistemas de Medición y Control Industrial I y II, Diseño Mecánico, Plantas Industriales.

### **1.2.6.2 Espacial**

La presente investigación se ejecutó en la fábrica de mermeladas LA CARLITA, ubicada en la Parroquia de Facundo Vela. Además se complementó en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica mediante el contenido de libros que se relacionan con el tema.

### **1.2.6.3 Temporal**

El desarrollo del presente proyecto está comprendido en el período entre Julio y Diciembre del 2014.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Se consideró de importancia la investigación debido a que el proyecto fue propuesto por la fábrica de mermeladas LA CARLITA, a través del cual el autor de este estudio tuvo la oportunidad de llevar a la práctica los conocimientos adquiridos durante la formación profesional. De este modo, mediante una mutua colaboración, se buscó un doble objetivo; por un lado, la elaboración de un proyecto de investigación y por otro, que tenga una aplicación real en la empresa derivando en la solución del problema.

El interés de este trabajo investigativo es reducir el tiempo en el proceso de etiquetado mediante la implementación de un sistema que realice esta operación con mayor rapidez; con él cual también se reduce los costos de producción y la intervención de la mano de obra en el proceso.

La investigación propuesta fue novedosa para el Cantón Guaranda y la Parroquia de Facundo Vela; debido a que ninguna fábrica productora de mermeladas del sector posee un sistema de etiquetado no artesanal. Además constituyó un adelanto para la fábrica ya que estaría en condiciones de competir con empresas similares.

Los beneficiarios principales de la investigación fue la fábrica de mermeladas LA CARLITA, al mismo tiempo el proyecto será una fuente de investigación para otras empresas productoras de mermeladas que requieran de la información. Por lo tanto era oportuno y trascendental la ejecución del trabajo investigativo.

El proyecto fue factible de realizarlo, ya que se contó con recursos económicos, bibliográficos, el espíritu innovador y técnico por parte del investigador que fueron los factores indispensables para llevar a cabo la investigación. También existió la apertura suficiente de las instalaciones por parte de la fábrica.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general:**

Determinar el sistema de etiquetado de frascos de vidrio para reducir tiempos de producción en la fábrica de mermelada LA CARLITA.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

- ✓ Identificar los parámetros que debe cumplir el sistema de etiquetado de frascos de vidrio.
- ✓ Determinar el tiempo de etiquetado actual de la fábrica.
- ✓ Proponer una alternativa de solución para reducir tiempos de producción en la fábrica de mermeladas LA CARLITA.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El estudio de sistemas de etiquetado de frascos de vidrio para reducir tiempos de producción en la fábrica de mermelada LA CARLITA de la parroquia Facundo Vela, Cantón Guaranda; se apoyó en investigaciones realizadas con anterioridad por otros autores, a continuación se presenta referencias respecto al tema de investigación.

En la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, en el año 2013 el Sr. Fabián Danilo Criollo Cholota realizó el **“Estudio de una etiquetadora de botellas cilíndricas para mejorar la productividad en el prototipo de embotelladora en el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”**, donde llegó a concluir que con la implementación del sistema de etiquetado en el prototipo de embotelladora mejora la producción de envases etiquetados, reduciendo el tiempo de colocación de la etiqueta con respecto a un etiquetado manual.

En los registros de la Escuela Politécnica del Litoral de la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la producción en el año 2007 el Sr. Gustavo Arnaldo Zambrano Calderón realizó el **“Diseño de un Túnel de Termocontracción para etiquetar botellas con Película PVC en una empresa licorera de la ciudad de Guayaquil”**, en donde, se pudo concluir que la máquina etiquetadora puede etiquetar botellas de: 3.5, 3, 2.5, 1.7 y 0.5 litros a una velocidad de transportación de 3.85 mm/min logrando una producción de 25 botellas/ minuto por línea.



En la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en el año 2010 el Srta. Magaly Elizabeth Caiza López realizó la **“Implementación de una máquina acampanadora para minimizar tiempos de producción en la elaboración de juntas en tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A”**, llegando a la conclusión que con la implementación de la máquina se consigue minimizar los días de producción de 17 a 3 días que es el tiempo que se requiere para la elaboración de un lote de tubería de 110 por 0,8 MPa.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

La investigación se realizó aplicando un paradigma crítico-propositivo; crítico porque se analizó los diferentes sistemas de etiquetado y propositiva porque se buscó plantear una solución práctica al problema propuesto. Además el estudio parte de un problema real existente en la producción de mermeladas, cabe recalcar que este estudio permitió reducir el tiempo de etiquetado.

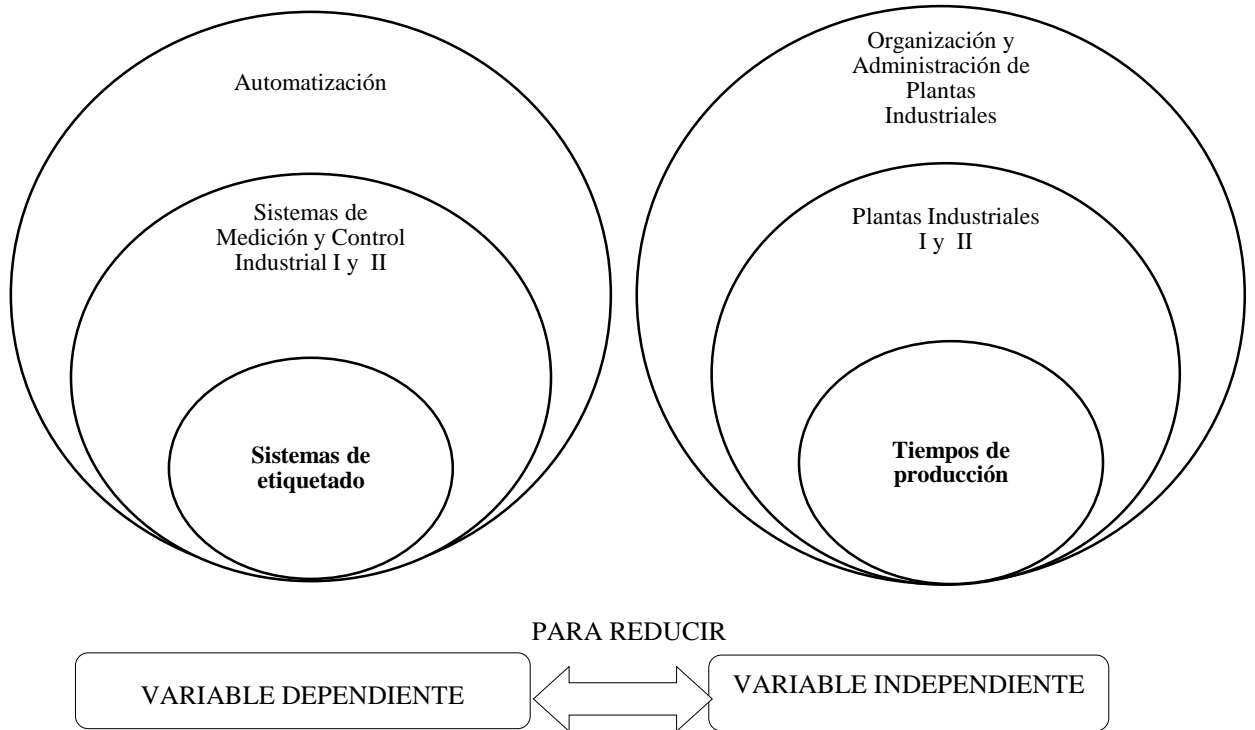
## **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

El proyecto se fundamentó en las siguientes normas:

- ✓ CPE INEN 003:89 Código de dibujo técnico, mecánico.
- ✓ RTE INEN 022:08 Rotulado de Productos Alimenticios, Procesados, Envasados y Empaquetados.
- ✓ CODEX STAN 1-1985 Norma general para el Etiquetado de los alimentos preenvasados.
- ✓ RS232 Protocolo de Comunicación para Manejo de puertos.

## 2.4 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1 Gráficos de inclusión interrelacionados



**Figura 2.1:** Categorías Fundamentales

**Elaborado por:** Néstor Patín

### 2.4.2 Automatización

Según Baumeister-Marks, (1994) menciona que: “La Automatización es una rama de la ingeniería que tiene como principal objetivo sustituir la intervención del hombre en un proceso o tarea específica, esto reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador”.

En el ámbito industrial actualmente la automatización es un instrumento que permite aumentar la calidad de los productos, reducir tiempos de producción, realizar tareas complicadas y sobre todo aumentar la rentabilidad para la empresa. Un sistema automatizado consta básicamente de dos partes principales:

- a) Parte de Mando
- b) Parte Operativa

**La Parte de Mando.-** Es un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta ahora se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada).

**La Parte Operativa.-** Es la parte que actúa directamente sobre la máquina para realizar la operación deseada. Entre los elementos que forman la parte operativa tenemos los actuadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, etc.

#### **2.4.2.1 Tipos de Automatización**

Entre los principales tipos de automatización tenemos:

- El control automático de procesos
- El procesamiento electrónico de datos
- La automatización fija
- El control numérico computarizado.
- La automatización flexible.

#### **2.4.2.2 Ventajas y Desventajas de la automatización**

A continuación se presenta las ventajas y desventajas más importantes de la automatización:

##### **Ventajas**

- Reemplaza a los operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo.
- Reduce el costo de mano de obra.

- Aumenta la seguridad laboral.
- Incrementa la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.
- Mejora de calidad en el producto.
- Disminuye la contaminación y daño ambiental.
- Etc.

### Desventajas

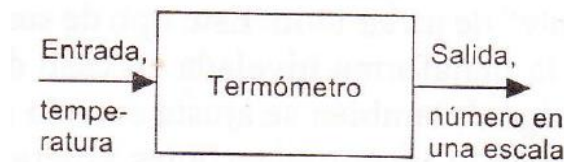
- Sumamente costosa.
- Requiere de personal altamente calificado para la implementación.
- El costo de inversión es muy alto.

### 2.4.3 Sistemas de medición y control.

#### 2.4.3.1 Sistema de medición

Según Bolton (2002) considera al sistema de medición como: “Una caja negra que se utiliza para medir. Su entrada es la magnitud que se desea medir y su salida es el valor correspondiente a dicha magnitud” (p.2).

En la figura 2.2 se muestra un sistema de medición.

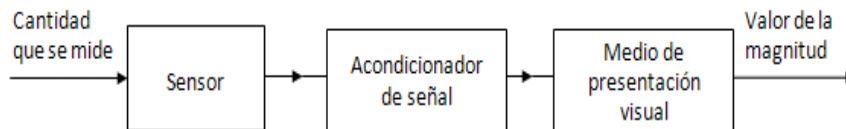


**Figura 2.2:** Esquema de un sistema de medición

**Fuente:** (Bolton, 2002: p.2)

## Elementos de un sistema de medición

En forma general, los sistemas de medición constan de tres elementos como se representa a continuación en la figura 2.3.



**Figura 2.3:** Elementos de un sistema de medición

**Fuente:** (Bolton, 2002: p.2)

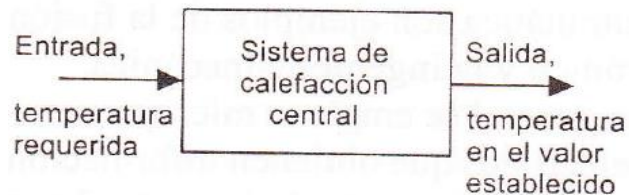
**Sensor.-** El sensor es un elemento que produce una señal relacionada con la cantidad que se está midiendo. Por ejemplo, en el caso que se desee medir la temperatura mediante una resistencia eléctrica, la cantidad que se mide es la temperatura y el sensor transforma una entrada de la temperatura en un cambio en la resistencia. Un termopar es un ejemplo de sensor de temperatura. (Bolton, 2002: p.17)

**Acondicionador de señal.-** Es el elemento que 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. (Bolton, 2002: p.3)

**Sistema de presentación visual (pantalla o display).-** “El sistema de presentación visual o display es el elemento que 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” (Bolton, 2002: p.3).

### 2.4.3.2 Sistema de control

Según Bolton (2002) considera al sistema de control como: “Una caja negra que sirve para controlar la salida de un valor o secuencia de valores determinados” (p.2).



**Figura 2.4:** Esquema de un sistema control

**Fuente:** (Bolton, 2002: p.2)

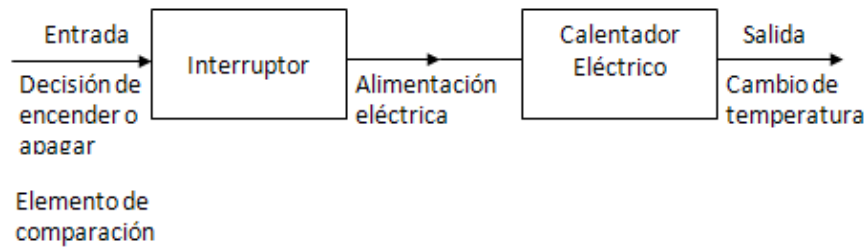
El sistema de control se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados (consigna).

### Clasificación de los Sistemas de Control

Los sistemas de control se clasifican habitualmente según su estructura en:

- Sistemas de control de lazo abierto.
- Sistemas de control de lazo cerrado.

**Sistema de control en lazo abierto:** Utiliza un dispositivo de actuación para controlar el proceso directamente sin emplear realimentación.

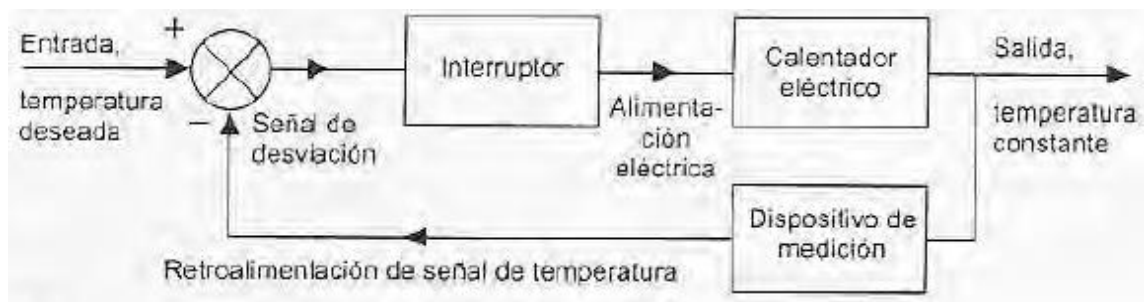


**Figura 2.5:** Sistema de control de lazo abierto (Calefacción de una habitación)

**Fuente:** (Bolton, 2002: p.5)

“Los sistemas en lazo abierto tienen la ventaja de ser relativamente sencillos, por lo que el costo es bajo y la confiabilidad es buena. Sin embargo, con frecuencia son imprecisos ya que no hay corrección de errores” (Bolton, 2002: p.5).

**Sistema de control en lazo cerrado:** Se caracteriza por que existe una realimentación a través de los sensores desde el proceso hacia el sistema de control, que permite a este último conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente sobre el proceso.



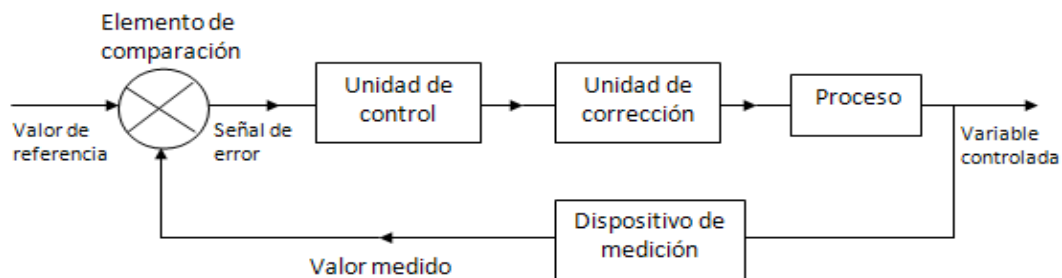
**Figura 2.6:** Sistema de control de lazo cerrado (Calefacción de una habitación)

**Fuente:** (Bolton, 2002: p.5)

Los sistemas en lazo cerrado tienen la ventaja de ser bastante precisos para igualar el valor real y el deseado. Pero son más complejos y, por lo tanto, más costosos y con mayor probabilidad de descomposturas debido a la mayor cantidad de componentes. (Bolton, 2002: p.5-6)

## Elementos básicos de un sistema de control en lazo cerrado

En la Fig.2.7 se presenta la configuración general de un sistema de control en lazo cerrado.



**Figura 2.7:** Elementos de un sistema de control de lazo cerrado

**Fuente:** (Bolton, 2002: p.5)

El sistema de control de lazo cerrado consta de los siguientes elementos:

**1. Elemento de Comparación.-** Es aquel que compara el valor deseado o de referencia de la condición 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. (Bolton, 2002: p.6)

**2. Elemento de control.-** El elemento de control es el que recibe la señal de error y decide la acción que se debe llevar a cabo. Podría tratarse, por ejemplo, de una señal para accionar un interruptor o abrir una válvula. (Bolton, 2002: p.6)

**3. Elemento de corrección.-** El elemento de corrección es aquel que produce un cambio en el proceso a fin de corregir o modificar la condición controlada. El término actuador designa al elemento de una unidad de corrección que proporciona la energía para realizar la acción de control.



**4. Elemento de proceso.-** El proceso es aquello que se está controlando. Por ejemplo un tanque con agua cuyo nivel se controla.

**5. Elemento de medición.-** El elemento de medición produce una señal relacionada con el estado de la variable del proceso que se controla.

### 2.4.3.3 Motorreductores

#### Motorreductor – Astero

El motorreductor Astero en línea y de ángulo recto se fabrica de acuerdo con el legado de alta calidad, de engranajes de precisión. Estos motores son extremadamente potente incorpora engranajes helicoidales para una máxima eficiencia y una operación silenciosa.



**Figura 2.8:** Motorreductor Astero

**Fuente:** <http://static.peea.netdna-cdn.com/productos/reductores/Sumitomo/Astero.html>

#### Características

- Alta calidad, construcción potente con cojinetes de bola de precisión, engranajes de acero y carcasa de aluminio fundido.
- El engrasado de por vida brinda una operación libre de mantenimiento.

- El diseño combina engranajes helicoidales intermedios sobre paralelos, ejes de acero que generan máxima eficiencia.
- Los cabezales sellados permiten el montaje universal para una fácil adaptación en espacios reducidos e infinitas posiciones de instalación.
- Configuraciones de motor múltiple, freno y controlador de velocidad ideales para una amplia lista de aplicaciones.

### **Información Técnica**

- *Potencia:* 6 a 90 Vatios
- *Sistema eléctrico:* 115 voltios monofásica, 50/60 Hz, 220 voltios mono/trifásica, 50/60 Hz
- *Vatios:* Motores de inducción de 6, 15, 25, 40, 60 y 90 Watt CA
- *Estándares del motor:* 115V, monofásico y 230 V, trifásico
- *Lubricación:* Grasa, sin mantenimiento

### **Aplicaciones**

- Industria Alimentaría: Helados, palomitas, bebidas
- Restaurantes self-services
- Transportadores a rodillos, de cadena e inclinados
- Maquinaria de empaquetado y etiquetado
- Equipos médico-sanitarios
- Agitadoras, cortadoras
- Máquinas contadoras de dinero, y molinetes
- Máquinas rectificadoras, prensas, maquinaria para madera
- Máquinas recreativas y equipos automáticos deportivos
- Equipos para control de acceso

#### 2.4.3.4 Cilindros neumáticos

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras.



**Figura 2.9:** Cilindro neumáticos

**Fuente:** <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

#### Tipos de cilindros neumáticos

**Cilindros de simple efecto:** Uno de sus movimientos está gobernado por el aire comprimido, mientras que el otro se da por una acción antagonista, generalmente un resorte colocado en el interior del cilindro. Este resorte podrá situarse opcionalmente entre el pistón y tapa delantera (con resorte delantero) o entre el pistón y su tapa trasera (con resorte trasero). Realiza trabajo aprovechable sólo en uno de los dos sentidos.

**Cilindros de doble efecto:** El pistón es accionado por el aire comprimido en ambas carreras. Realiza trabajo aprovechable en los dos sentidos de marcha.

**Cilindros con doble vástago:** Poseen salida de vástago en ambos extremos, lo que ofrece un mejor guiado del conjunto, facilitan el colocado de levas o fines de carrera cuando hay problemas de espacio en la zona de trabajo, y además presentan iguales áreas de pistón a ambos lados.

**Cilindros sin vástago:** El pistón transmite el movimiento a la carga a través de un carro acoplado mecánicamente al pistón mediante un exclusivo sistema patentado. Un sistema de cintas garantiza un doble sellado y evita el ingreso de impurezas al interior del cilindro.

#### **2.4.3.5 Unidad de mantenimiento o FRL**

La unidad FRL (Filtro, Regulador y Lubricador) se encarga de retener las partículas sólidas y las gotas de humedad contenidas en el aire, regula la presión y lubrica el aire comprimido que circula por los actuadores neumáticos. (Deppert, 2006, p. 190)



**Figura 2.10:** Unidad de mantenimiento (FRL)

**Fuente:** (Deppert, 2006: p.190)

#### **2.4.3.6 Electroválvulas**

Son accionadas por un electroimán, que regula un circuito hidráulico o neumático, estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. (Deppesabaca, 2006. p. 204)

Las válvulas direccionales se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes.



**Figura 2.11:** Válvula electoneumática 3/2

**Fuente:** <http://eurotecnicacr.com/wp-content/uploads/2009/08/Valvulas-y-electrovalvulas-Serie-3.pdf>

## **2.4.4 Sistemas de etiquetado**

### **2.4.4.1 Etiquetado manual**

El proceso de etiquetado manual es el que se lleva a cabo netamente de forma manual por el trabajador. Según Barahona (2011) en su estudio menciona que: “El proceso de etiquetado manual es similar en todos los casos, dependiendo únicamente del tipo de etiqueta que se esté usando” (p.83).

### **Procedimiento del etiquetado manual**

Según Barahona (2011) el etiquetado de forma manual consta de los siguientes pasos:

- Quitar la película protectora de la etiqueta.
- Centrar la etiqueta en el envase
- Pegar la etiqueta en el envase

#### **2.4.4.2 Etiquetadoras**

Las máquinas etiquetadoras conocidos como sistemas de etiquetado o máquinas de etiquetar tienen la función principal de colocar la etiqueta en el envase de un producto. Existen algunas similitudes en el funcionamiento de las máquinas y en los tipos de trabajo que desempeñan. Sin embargo, la diversidad de productos y envases en los que se aplican las etiquetas requieren diversos tipos de materiales para etiquetas, adhesivos y métodos de aplicación de la etiqueta. (Cruz, 2006:p.31).

Las máquinas etiquetadoras pueden ser manuales, semiautomáticos y automáticos. Estos 3 tipos de sistemas comprenden un amplio abanico de posibilidades, desde los más sencillos a hasta los completamente automatizados.

#### **Etiquetadoras manuales**

Las etiquetadoras manuales se utilizan en pequeñas empresas para facilitar el etiquetado manual de envases cilíndricos, utilizando etiquetas autoadhesivas en rollo.



**Figura 2.12:** Etiquetadora Manual- Modelo ETIMANPED

**Fuente:** <http://www.puritronic.com.mx/>

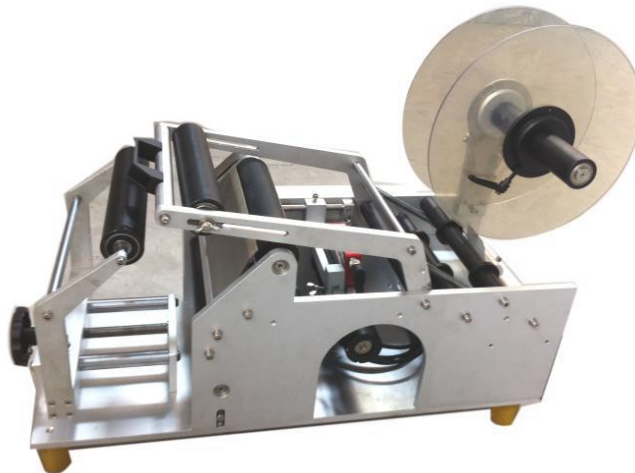
En la Fig.2.12 se tiene un modelo de etiquetadora manual, la máquina permite al usuario etiquetar gran variedad de botellas simplemente colocándolas en los rodillos de ajuste y accionando el pedal.

### **Características**

- Construida en acero inoxidable T304
- Operación mecánica (sin electricidad)
- Ajuste de ancho de etiqueta
- Dimensiones: 1060 x 530 x 800 mm
- Capacidad: 10 botellas por minuto aproximadamente (depende de la habilidad del operador).

### **Etiquetadoras semiautomáticas**

Las etiquetadoras semiautomáticas, son equipos en los cuales se requiere la acción de un operador o persona, para iniciar el ciclo de etiquetado.



**Figura 2.13:** Etiquetadora semiautomática- Modelo EFECONO

**Fuente:** <http://www.ecuapack.com/sitio/catalogo.html>

En la Fig.2.13 se tiene un modelo de etiquetadora de operación semiautomática; esta máquina representa una solución moderna, económica, simple para etiquetar envases redondos de vidrio o plástico. Cuenta con un sistema de desenrollado de etiquetas, por lo que para su operación requiere de etiquetas en bobina, la máquina está dotada de un motor de corriente continua. Luego de instalar la etiqueta en el rodillo de desplazamiento, se coloca el frasco manualmente se presiona y la máquina etiquetará automáticamente; luego se retira y se coloca uno nuevo envase para continuar el proceso. La producción aproximada de esta máquina es de 10 a 15 envases por minuto (depende de la habilidad del operador y el tamaño del envase).

### **Características**

- Construcción en acero inoxidable y chasis en aluminio
- Sensor óptico para determinar longitud de etiqueta
- Rodillos en la base ajustables para diferentes diámetros de botellas
- Voltaje de alimentación de 220 V
- Consumo instalado 0.2 Kw
- Dimensiones de la máquina: 750 x 350 x 650 mm
- Peso 35 kg

### **Etiquetadoras automáticas**

Las etiquetadoras automáticas son máquinas que no requieren ningún tipo de manipulación por parte del trabajador para realizar la operación del etiquetado, en este tipo de máquinas los envases se alimentan mediante una banda motorizada hacia la estación de etiquetado donde mediante un dispensador de etiquetas se realiza el etiquetaje. El sistema dispensador es el encargado de mantener tensionada la etiqueta, de controlar la velocidad de salida y la altura de la etiqueta mediante la utilización de rodillos. En el mercado internacional existen etiquetadoras automáticas lineales, modulares y rotativas.



Según Cruz (2006) menciona que “Las máquinas etiquetadoras completamente automáticas se utilizan en el envasado de alta velocidad”.



**Figura 2.14:** Etiquetadora automática lineal doble lado

**Fuente:** <http://www.ecuapack.com/sitio/catalogo.html>

En la Fig. 2.14 se muestra un modelo de etiquetadora de operación automática, el equipo cuenta con una serie de ajustes universales en los ejes X, Y, Z, además con giro e inclinación. Se utiliza para el etiquetado frontal y posterior en botellas planas o cuadradas. El sistema posee características avanzadas y estructura compacta. Utiliza detección foto electrónica, con control del PLC con pantalla de funcionamiento táctil, cinta transportadora, cinta de apoyo, regulador de velocidad de frecuencia variable, y corrección automática. La producción nominal de estos equipos es de 60 - 80 botellas/min (depende del material y tamaño de la etiqueta), se alimentan con una fuente de 220V la velocidad del transportador es de 5-40 m/min por lo que se considera un sistema muy versátil.

### 2.4.4.3 Proceso de etiquetado

Según Sanleón (2011) manifiesta que:

Las operaciones principales de una etiquetadora dependen del tipo, pero a nivel general el diagrama de operaciones es similar y podría clasificarse en las siguientes operaciones:

- Alimentación de etiquetas desde el almacén o rollo.
- Recogida de etiquetas, generalmente se realiza por succión con aire comprimido o adhesivo secundario.
- Aplicación del adhesivo de cobertura total, o en tiras sobre la etiqueta o el envase.
- Presión de la etiqueta en el envase con almohadillas, aire comprimido, correa o cepillo. Existen las que posicionan y sujetan el envase con movimiento rotativo.

### Principales aspectos a considerar en la elección de una etiquetadora

1. **Envases a etiquetar:** Forma, dimensiones, materiales.
2. **Etiquetas:** tipo, dimensiones, materiales y tratamientos.
3. **Adhesivo y sistema aplicador:** Encolado en frío (cobertura total), encolado en caliente (en tiras), activación por calor y autoadhesión (recomendaciones del fabricante sobre el adhesivo.)
4. **Capacidad de etiquetado**
  - Ancho máximo de etiqueta.
  - Altura máxima de la etiqueta desde la base del envase.
  - Ancho y profundidad máxima del envase si es rectangular.
  - Diámetro máximo si es cilíndrico.

#### 2.4.4.4 Etiquetas

Las etiquetas de productos son a menudo herramientas para crear impresiones duraderas que promueven la imagen de la marca y dan un toque personal. Son parte importante del diseño de un envase y ayudan en la comercialización y venta de los productos, pueden contener imágenes y decoraciones para hacer más atractivo el envase. (Cruz, 2006).



**Figura 2.15:** Etiquetado de Productos

**Fuente:** (Cruz, 2006)

La información de la etiqueta constituye un medio primario por el que los consumidores diferencian entre productos individuales y marcas para estar bien informados a la hora de hacer elecciones de compra.

#### **Las funciones principales de las etiquetas son:**

- Atraer la atención del consumidor hacia el envase.
- Identificar al producto.
- Identificar al fabricante.
- Hacer que se vea el envase más atractivo que el de la competencia.
- Proporcionar información al consumidor respecto a la información legal.

- Informar al consumidor sobre el contenido de los ingredientes, forma de preparación, modo de uso, precauciones, el valor nutricional para el caso de alimentos.

Las etiquetas de producto son impresas principalmente con técnicas de impresión tradicionales, como Tipografía UV, Flexo graffía, Serigrafía, Offset, Huecograbado, UV-Flexo e impresión digital.

### **Tipos de Etiquetas**

Según Cruz (2006) menciona que: “Las etiquetas se fabrican en una gran variedad de tamaños, formas, diseños, materiales y adhesivos. Las etiquetas pueden estar hechas de papel, plástico, papel metalizado o laminado.”

**Etiquetas autoadheribles.** Se pueden ubicar en cualquier superficie del envase. Pueden ser de papel o plástico. Estas etiquetas pueden ser aplicadas manualmente o con máquina etiquetadora ya que su presentación es en rollo (Cruz, 2006).

**Etiquetas cilíndricas.** Se enrollan completamente en el envase. Las etiquetas se sobreponen intencionalmente con adhesivo. Este se aplica en los bordes para fabricar el sello. Frecuentemente se utilizan en latas y botellas, pero también se pueden utilizar en cajas y otros envases. Algunos productos alimenticios embotellados las utilizan como sello para tapas. (Cruz, 2006).

**Etiquetas de mangas.** Se pueden colocar en la botella y fijarlas en su lugar, estirando o contrayendo el material elástico con el que fueron hechas. Otra aplicación de estas etiquetas es el sello de seguridad que se utiliza en botellas de medicamentos y en algunos otros productos alimenticios. (Cruz, 2006).

**Etiquetas termoencogibles.** Estas etiquetas pueden ser utilizadas en envases de plástico, vidrio, latas de aluminio, etc., dándole una excelente imagen al producto a través de un material altamente brillante, que puede ser impreso con imágenes y textos en 360 grados. Las etiquetas termocontraíbles tienen la capacidad de contraer hasta poco más de un 70%, logrando adaptarse a las curvas de cada envase. (Cruz, 2006).

#### **2.4.4.5 Frascos y tarros de vidrio**

Los tarros y frascos industriales constituyen uno de los tipos de envases de uso, más común en la industria alimentaria, siendo una característica propia de estos recipientes el diámetro de la abertura o boca (llamado anillo de cierre). (Sanleón, 2011).

#### **Envases de vidrio**

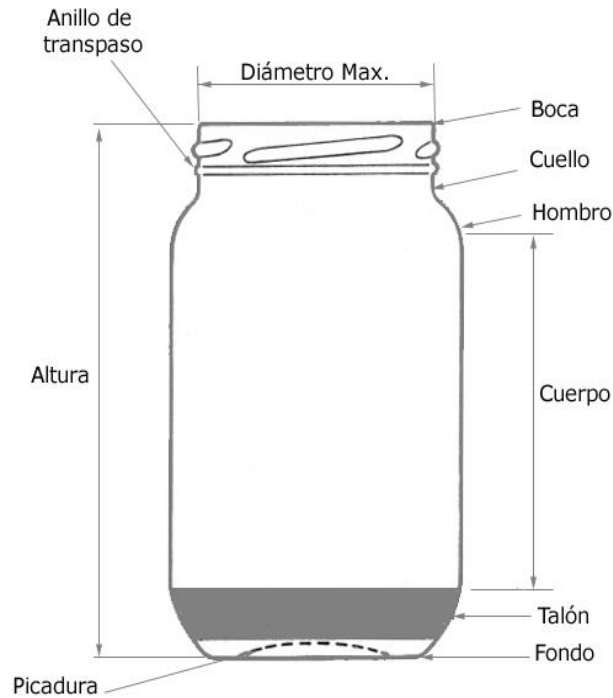
El vidrio es una sustancia hecha de sílice (arena), carbonato sódico y piedra caliza. No es un material cristalino en el sentido estricto de la palabra; es más realista considerarlo un líquido sub-enfriado o rígido por su alta viscosidad para fines prácticos. Su estructura depende de su tratamiento térmico. (Sanleón, 2011).

#### **Características**

- Reutilizable y reciclable.
- Inerte e impermeable.
- Completamente hermético.
- Es barrera contra cambios de temperatura.
- Permite larga vida.

## Partes principales

Las partes principales de un envase de vidrio son la boca, el cuello, el hombro, el cuerpo, el talón, el fondo y la picadura (superficie cóncava en el interior del fondo). Estas partes se detallan a continuación en el siguiente gráfico:



**Figura 2.16:** Partes principales de frascos de vidrio

**Fuente:** <http://www.guiavase.com>

### 2.4.5 Tiempos de producción

Según Chase, Jacobs & Aquilano (2005) mencionan: “El tiempo de producción abarca todo el proceso en que se elabora una determinada mercancía en una empresa, desde el momento en que entran hasta el momento que se termina el producto”.

## **Producción**

La producción consiste en hacer que los insumos lleguen a la Fábrica al mismo ritmo que se necesitan. Si los insumos son confiables, el fabricante podrá mantener niveles mucho más bajos de inventarios y aun así cumplir con las normas de surtido de pedido de los clientes. (Chase, Jacobs & Aquilano, 2005)

## **Proceso de Producción**

Es la transformación de recursos o factores productivos en bienes y servicios mediante la aplicación de una tecnología. Es aquella parte de las funciones de la empresa encargada de generar o fabricar un bien físico o un bien intangible.

Es un acto intencional mediante el cual ciertos elementos o materiales sufren un proceso de transformación, con la finalidad de obtener bienes que satisfacen necesidades humanas.

## **Productividad**

Según Chase, Jacobs, Aquilano (2005), afirma: “La Productividad es la cualidad de ser productivos. Es un concepto que guía la administración de un sistema de producción y mide su éxito. Es la cualidad que indica qué tan bien se están utilizando sus recursos”

El término productividad muchas veces se usa indebidamente y se ha aceptado como una simple medida de producción, y se expresa en términos de producto sobre insumo. La productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien, es productivo cuando con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado obtiene el máximo de productos.

### **Importancia de la Productividad**

La productividad es importante en el cumplimiento de las metas nacionales, comerciales o personales. Los principales beneficios de la productividad son: la posibilidad de producir más en el futuro, usando los mismos o menores recursos, el nivel de vida puede elevarse, y el nivel económico puede hacerse más grande mejorando la productividad.

### **2.4.6 Organización de plantas industriales**

La Planta Industrial es un conjunto formado por máquinas, herramientas y equipos, dispuestos convenientemente en un espacio físico donde ocurre la transformación de la materia prima o energía, para la obtención de un producto o la prestación de un servicio, de acuerdo a un proceso básico pre establecido.( Chase, Jacobs, Aquilano;2005)

#### **2.4.6.1 Tipos de plantas industriales:**

##### **Plantas Continuas**

##### **Características:**

- El proceso de producción se desarrolla en cadena, es decir, se observa una línea continua del flujo desde que la materia prima ingresa al proceso hasta que finalmente el producto está terminado para ser almacenado y despachado.
- El proceso no se puede detener debido a que generaría grandes pérdidas a la organización, así como el estancamiento de materiales en proceso, obstrucción de los equipos, pérdidas de material, otros.



## **Plantas Discontinuas**

### **Características:**

- En este tipo de industrias se permite ligeras interrupciones sin ocasionar otros inconvenientes que los inherentes a la actividad de los equipos y personales, debido a la naturaleza de sus operaciones y tipos de productos que fabrican.

## **2.5 HIPÓTESIS**

La aplicación de un sistema de etiquetado de frascos de vidrio permitirá reducir tiempos de producción en la fábrica de mermelada LA CARLITA.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

**Variable Independiente:** Sistema de etiquetado de frascos de vidrio.

**Variable dependiente:** Reducir tiempos de producción en la fábrica de mermelada LA CARLITA.

**Término de relación:** Permitirá.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE**

En la presente investigación se utilizó el enfoque cuantitativo, ya que se tomó como indicador el tiempo de etiquetado el cual permitió comparar y evaluar resultados, también se aplicó un enfoque cualitativo porque en base a catálogos, revistas, especificaciones y parámetros se buscó la mejor alternativa para el etiquetado de envases de mermeladas.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se realizó bajo las siguientes modalidades de investigación:

##### **3.2.1 De campo**

Se consideró esta modalidad de investigación, debido a que el investigador acudió a la fábrica de mermeladas LA CARLITA, ubicada en la Parroquia de Facundo Vela donde se presentó el problema planteado, porque además era necesario conocer sobre las condiciones en las que va a trabajar la etiquetadora, para garantizar de esta manera su correcto funcionamiento.

##### **3.2.2 Bibliográfica**

Se utilizó esta modalidad ya que los diferentes textos, tesis, catálogos y páginas WEB ayudan a fortalecer la investigación proporcionando apoyo tecnológico y científico.

### **3.2.3 Experimental**

La investigación tuvo un carácter experimental por el hecho de que fue necesario realizar pruebas de funcionamiento, permitiendo obtener el tiempo de etiquetado y datos de producción de la máquina.

## **3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

En el proyecto se utilizó los siguientes niveles de investigación:

### **3.3.1 Exploratorio**

El nivel exploratorio se utilizó para indagar el problema de investigación, destacar los aspectos fundamentales de la problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para profundizar el estudio.

### **3.3.2 Descriptiva**

La investigación es de carácter descriptiva, debido a que se ha detalló todo lo realizado en el proyecto, es decir, se puede mencionar los pasos que fueron necesarios para cumplir con los objetivos de la investigación.

### **3.3.3 Asociación de variables**

En el desarrollo de la investigación fue importante asociar las variables, ya que de esta manera se determinó si luego del estudio sobre los sistemas de etiquetado de frascos de vidrio se logró reducir los tiempos de producción en la Fábrica de mermeladas LA CARLITA.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

En la presente investigación se manejó la técnica bibliográfica y los instrumentos que se utilizó son catálogos, libros, revistas, así como la observación directa, debido a que el trabajo de investigación es netamente técnica y no requiere el uso de herramientas como la encuesta o entrevista, la población y muestra está catalogada como nula.

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.5.1 Variable Independiente: Sistemas de etiquetado de frascos de vidrio.

Tabla 3.1: Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<b>Sistemas de etiquetado:</b>  Los sistemas de etiquetado tienen la función principal colar la etiqueta en el envase de un producto.	Etiquetado	¿Qué tipo de etiquetadoras existen?  ¿Qué tipo de etiquetas existen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetadora manual</li> <li>• Etiquetadora semiautomática</li> <li>• Etiquetadora automática</li>   <li>• Etiquetas adhesivas</li> <li>• Etiquetas de goma</li> <li>• Etiquetas termoencogibles</li> </ul>	Bibliográfica y tabla de ponderación  Bibliográfica y tabla de ponderación
	Envases	¿Qué características tienen los frascos de vidrio que utilizan?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad: (250, 500, 1700) ml</li> <li>• Diámetro: (74, 90, 125) mm</li> <li>• Altura: (89, 121, 193) mm</li> </ul>	Observación directa

Elaborado por: Néstor Patín

### 3.5.2 Variable dependiente: Reducir tiempos de producción en la fábrica de mermeladas LA CARLITA

Tabla 3.2: Variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Reducir tiempos de producción:</b></p> <p>Es la acción de reducir el tiempo de una actividad, analizando las operaciones del proceso.</p>	Tiempo de una actividad	<p>¿Tiempo de etiquetado manual?</p> <p>¿Tiempo de etiquetado automático?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>t &gt; 60\text{sg}</math></li> <li>• <math>t = 60\text{sg}</math></li> <li>• <math>t &lt; 60\text{sg}</math></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>t &gt; 60\text{sg}</math></li> <li>• <math>t = 60\text{sg}</math></li> <li>• <math>t &lt; 60\text{sg}</math></li> </ul>	Observación directa
	Operaciones	¿Qué operaciones se realiza en el proceso de etiquetado?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del envase.</li> <li>• Preparación de la etiqueta.</li> <li>• Etiquetado</li> </ul>	Observación directa

Elaborado por: Néstor Patín

### **3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

En el desarrollo de la investigación se utilizó las siguientes técnicas de recolección de la información: La observación Directa, y una investigación bibliográfica; mediante la utilización de instrumentos como: cuaderno de notas y registros específicos, destacando los aspectos más sobresalientes logrando así información que sirva de aporte para la construcción del proyecto

### **3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.7.1 Plan que se empleó para procesar la información recopilada**

El procesamiento de la información recolectada se fundamentó en los siguientes puntos:

- Revisión crítica de la información recogida; es decir limpieza de información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales, para corregir fallas de contestación.

#### **3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados**

- El Análisis de los resultados se realizó destacando la tendencia de acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados en la investigación.
- La Interpretación de los resultados obtenidos se efectuó con apoyo del marco teórico.
- Se estableció las conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO IV**

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

#### **4.1 Análisis de resultados**

En el presente capítulo se realizó un análisis de la información bibliográfica recopilada de los sistemas que se utilizan en el proceso de etiquetado de frascos de vidrio la misma que permitió obtener tres alternativas de solución.

##### **4.1.1 Parámetros de Diseño y Funcionamiento**

El sistema de etiquetado que se escogió debe satisfacer las exigencias requeridas por parte de la fábrica de mermeladas LA CARLITA para trabajar de una manera eficaz y de esta manera obtener un etiquetado de calidad.

###### **4.1.1.1 Parámetros de diseño**

El sistema escogido debe trabajar en las siguientes condiciones:

- ✓ Etiquetar frascos de vidrio de 250 y 500 ml.
- ✓ Cubrir una capacidad de producción de 1200 envases/ día.

###### **4.1.1.2 Parámetros funcionales**

La etiquetadora seleccionada debe ser de fácil operación, montaje y mantenimiento. Además el costo de implementación y construcción del sistema debe estar acorde al alcance económico de la fábrica.



## 4.2 Conformación de Alternativas

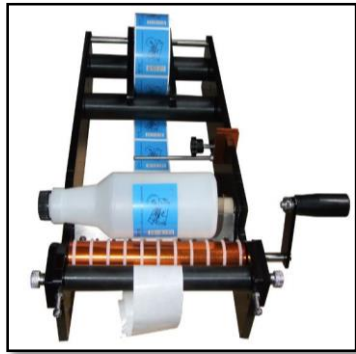
Una vez identificada la necesidad y definido el problema que actualmente presenta la fábrica de mermeladas LA CARLITA, fue necesario buscar y seleccionar la alternativa más conveniente, las mismas que se evalúan, comparan y seleccionan con el fin de obtener una solución óptima.

Cabe resaltar que en el Ecuador los sistemas para el etiquetado no son muy comunes y las existentes en su gran mayoría son importadas de empresas extranjeras.

### 4.2.1 Alternativas de máquinas etiquetadoras

Con la información recopilada anteriormente sobre los sistemas de etiquetado se conformó las siguientes alternativas de solución, los cuales son:

#### **ALTERNATIVA A:** Etiquetadora Manual



**Figura 4.1:** Etiquetadora Manual

**Fuente:** <http://shunfen.en.alibaba.com>

#### **Ventajas:**

- Debido a sus dimensiones se puede instalar en lugares pequeños (500\*400\*300 mm).

- Por su peso el sistema se puede transportar fácilmente a cualquier lugar (7.5 kg).
- No requiere de personal calificado para su manejo.
- No necesita de electricidad para su funcionamiento.

#### **Desventajas:**

- Necesita de un operario fijo para el proceso de etiquetado.
- El rendimiento de botellas o envases etiquetados es bajo (500 envases/hora aproximadamente; depende de la habilidad del operario)
- Al cabo de un tiempo el operario presentará fatiga por girar la manivela.
- Tiempos altos de producción.

#### **ALTERNATIVA B:** Etiquetadora Semiautomática

La etiquetadora semiautomática WORKERS es ideal para todos los micro empresarios y emprendedores que quieren mejorar el proceso de etiquetado. La máquina puede etiquetar envases redondos ya sea de cristal o PET desde 250ml hasta 1.5 litros.



**Figura 4.2:** Etiquetadora semiautomática WORKERS

**Fuente:** <http://www.maquinariaworkers.com/productos/informacion/16-ETIQUETADORA-SEMIAUTOMATICA>

**Ventajas:**

- Se puede etiquetar diferentes tamaños de envases con el mismo equipo.
- El operario no requiere de mucha experiencia para su manejo
- Costo no muy elevado
- Por sus dimensiones no necesita de gran espacio para su montaje

**Desventajas:**

- Requiere de un operario fijo para la colocación de las botellas
- Mayor tiempo perdido al tener que cambiar el envase y el rollo de etiquetas
- El alto costo de las etiquetas autoadhesivas

**Tabla 4.1:** Características técnicas de etiquetadora semiautomática WORKERS

<b>Producción</b>	11 - envases/minuto
<b>Voltaje/Potencia</b>	110V/60Hz - 1.2 Kw
<b>Dimensiones</b>	820*800*1550 mm
<b>Peso</b>	44.5 kg

**Elaborado por:** Néstor Patín

Es importante recalcar que la capacidad de producción depende de la habilidad del operador y el tipo de envase.

### **Alternativa C:** Etiquetadora automática lineal (Horizontal)

Se utiliza principalmente para envases de tipo farmacéutico, cosmético y de alimentación de forma cilíndrica. Las partes principales de la máquina están hechas de acero inoxidable SUS 304, la etiquetadora es accionada por servo motor. Incorpora interfaz PLC, la altura y ángulo de la etiqueta pueden ser regulada el diseño permite adaptarse a líneas de producción con banda transportadora.



**Figura 4.3:** Etiquetadora lineal autoadherible

**Fuente:** <http://www.ecuapack.com/sitio/catalogo.html>

#### **Ventajas:**

- Con este sistema se tiene alto rendimiento de envases etiquetados, por lo que es considerado muy eficaz.
- Alimentación continúa de envases debido a la banda transportadora.

#### **Desventajas:**

- Requiere de gran espacio para su montaje.

- Para el montaje y mantenimiento se necesita de personal capacitado
- Costo elevado debido a las partes que lo constituyen.
- Su principal desventaja es que la máquina debe trabajar en conjunto con la envasadora y la selladora, haciendo más compleja el sistema.

**Tabla 4.2:** Características técnicas de etiquetadora lineal automática

<b>Tamaño de envase</b>	Diámetro 20 – 125 mm; alto $\leq$ 300mm
<b>Velocidad</b>	46 botellas/minuto aproximadamente
<b>Voltaje/Potencia</b>	220V/60Hz - 2.2 Kw
<b>Dimensiones</b>	2050*1150*1350 mm
<b>Peso</b>	500 kg

**Elaborado por:** Néstor Patín

#### **4.2.1.1 Cuadro comparativo de las alternativas**

Para facilitar la selección de sistema más óptimo se elaboró un cuadro comparativo entre los tres modelos.

En la tabla 4.3 se presenta diferencias generalas entre las posibles soluciones que se puede implementar en la fábrica.

**Tabla 4.3:** Diferencias generales de las alternativas

	<b>(Alternativa A) Etiquetadora Manual</b>	<b>(Alternativa B) Etiquetadora Semiautomática</b>	<b>(Alternativa C) Etiquetadora Automática</b>
<b><i>Consumo de energía eléctrica</i></b>	Funciona sin electricidad (operación mecánica)	Requieren de una fuente de 110 o 220 Volts	Necesita de una fuente de 110 o 220 Volts
<b><i>Proceso de etiquetado</i></b>	La aplicación de la etiqueta se lo realiza girando una manivela.	La etiqueta se aplica al pulsar un pedal eléctrico, switch, etc.	Las etiquetas se aplican de forma automática no necesita de impulso inicial.
<b><i>Carga y descarga del envase</i></b>	Se realiza manualmente	Se realiza de manualmente	Se realiza con una banda transportadora motorizada
<b><i>Control</i></b>	No utiliza dispositivos eléctricos.	Se controla mediante relés, contactores, sensores, etc.	Utiliza controladores lógicos programables (PLC), sensores, etc.
<b><i>Espacio físico</i></b>	Pequeño	Pequeño	Grande
<b><i>Puestos de trabajo</i></b>	Personal fijo para su funcionamiento	Personal fijo para su funcionamiento	No requiere de un operario fijo
<b><i>Utilidad</i></b>	Se aplica para pequeñas producciones	Útil para pequeñas y medianas producciones	Útil para altas producciones
<b><i>Producción</i></b>	Bajo	Medio	Alto
<b><i>Costo de implementación</i></b>	Bajo	Medio	Alto

**Elaborado por:** Néstor Patín

#### **4.2.2 Tipo de Etiquetas**

##### **ALTERNATIVA 1: Etiquetas Autoadhesivas**

###### **Ventajas:**

- Se pueden ubicar en cualquier superficie del envase.
- Pueden ser de papel o plástico.
- Pueden ser aplicadas manualmente o con máquinas etiquetadoras
- Su presentación es en rollo y plancha.
- Es posible aplicarlo a envases de diversos materiales gracias al engomado.

###### **Desventajas:**

- Su costo es relativamente alto que cualquier otro tipo de etiqueta
- No cubre totalmente el envase

##### **ALTERNATIVA 2: Etiquetas de Goma**

###### **Ventajas:**

- Buena presentación
- Son económicas
- Se los puede aplicar manualmente

###### **Desventajas:**

- Baja resistencia al agua y a la humedad
- Requieren de un tiempo para el secado
- Necesitan de sistemas de engomado

### **ALTERNATIVA 3: Etiquetas Termoencogibles.**

#### **Ventajas:**

- Pueden etiquetar envases de plástico, vidrio, metal.
- Se adapte fácilmente a la estructura del envase.
- Presenta buena adherencia
- Resistente a la humedad

#### **Desventajas:**

- Costo elevado
- No son muy versátiles

### **4.3 Evaluación y selección de la mejor alternativa**

Para la selección del sistema de etiquetado y la etiqueta se utilizó el método ordinal corregido de criterios ponderados.

#### **4.3.1.1 Método ordinal corregido de criterios ponderados**

Según Riba (2002), menciona: que este método permite establecer un orden preferencial de la evaluación global, sin necesidad de evaluar los parámetros de cada propiedad y sin necesidad de estimar numéricamente el peso de cada criterio, obteniéndose resultados altamente satisfactorios y de forma objetiva.

Se basa principalmente en tablas de ponderación donde los criterios de selección se confrontan entre sí inicialmente y luego son evaluadas en relevancia según cada alternativa, para realizar las tablas se asignan la siguiente escala de valores como se muestra en la tabla 4.4.



**Tabla 4.4:** Valores asignados para la tabulación de ponderaciones

<b>Valor</b>	<b>Criterio</b>
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.

#### **4.3.1.2 Criterios de selección**

Luego de haber establecido las alternativas de solución, se realizó un análisis comparativo entre los sistemas; para la cual se tomó en cuenta varios criterios en base a los objetivos de este estudio y a las especificaciones de la fábrica.

Los parámetros o criterios que se consideró en la elección del sistema de etiquetado fueron los siguientes:

- ❖ Costo
- ❖ Tecnología
- ❖ Facilidad de Mantenimiento
- ❖ Factibilidad de manufactura
- ❖ Versatilidad
- ❖ Capacidad de producción

- ❖ Espacio
- ❖ Manejo

**Costo:** El costo es un parámetro importante al momento de seleccionar una alternativa ya que la máquina a diseñarse debe representar un costo moderado e inferior al costo de adquisición por importación. Además este parámetro no solo implica el costo inicial del sistema (materiales, accesorios, manufactura, y tecnología), sino también los costos de operación y mantenimiento.

**Versatilidad:** La versatilidad se refiere al comportamiento de cada componente en un solo conjunto. Es decir, el desempeño de todos los elementos al acoplarse al funcionamiento normal para el que fue diseñada la máquina. Es de gran importancia este parámetro dentro de las máquinas destinadas a la producción.

**Factibilidad de manufactura:** Este criterio involucra simplificar los sistemas sin dejar a un lado los beneficios de la tecnología actual. Además, las partes que constituyen los diferentes sistemas deben ser construidas con tecnología nacional, con materiales disponibles en el mercado local y componentes de fácil adquisición.

**Facilidad de mantenimiento:** El mantenimiento en una máquina es vital para prolongar su vida útil. Todos los sistemas y elementos que comprenden la máquina están sujetos a fallos por lo que deben ser diseñados de tal manera que exista la posibilidad de repararlos o reemplazarlos. Esto implica que en la selección de alternativas se debe considerar la facilidad para llegar a un determinado elemento dentro de un conjunto, para la realización de tareas de ensamble y/o mantenimiento.

**La capacidad de producción:** Este criterio está dada por la cantidad de envases que puede etiquetar el sistema en un determinado tiempo, de este parámetro depende el tiempo de demora en etiquetar todo el lote de producción.

**Tecnología:** El sistema a seleccionar debe tener componentes tecnológicos debido a que la máquina debe mejorar el proceso actual.

**Espacio:** Debe ser adaptable ya que dicha máquina estará ubicada en las instalaciones de la Fábrica de mermeladas LA CARLITA.

**Manejo:** Debe ser de fácil manejo ya que va a ser usada por personas que poseen un nivel académico medio.

### 4.3.2 Tablas de ponderación

**Tabla 4.5:** Evaluación del peso específico de cada criterio

Costo > Cap. Producción > Facilidad de construcción > Versatilidad > Facilidad de mantenimiento = Tecnología > Espacio > Manejo										
Parámetros	Costos	Versatilidad	Facilidad de construcción	Facilidad de Mantenimiento	Cap. Producción	Tecnología	Espacio	Manejo	$\Sigma + 1$	Ponderado
Costos	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0,22
Versatilidad	0	0	1	0	0	0,5	1	1	4,5	0,13
Facilidad de construcción	0	1	0	1	0	0,5	1	1	5,5	0,15
Facilidad de Mantenimiento	0	0	0	0	1	1	1	1	4	0,11
Cap. Producción	0	1	1	1	0	1	1	1	7	0,19
Tecnología	0	0,5	0,5	0	0	0	1	1	4	0,11
Espacio	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,06
Manejo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,03
<b>Suma Total</b>									36	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Mediante la tabla 4.5 se puede concluir que los parámetros más importantes para la selección del sistema de etiquetado son el costo y la capacidad de producción seguido por la facilidad de construcción, versatilidad, mantenimiento, tecnología, espacio y manejo respectivamente.

**Análisis del criterio costo:** el costo de fabricación dependerá de los elementos, materiales y dispositivos que tenga cada alternativa. Para tener un costo estimado de fabricación de cada máquina en nuestro país, se realizó una investigación sobre los materiales que se utilizaran en la construcción con sus respectivos costos.

En la tabla 4.6 se indica los materiales y costos para la fabricación de una etiquetadora manual en nuestro medio.

**Tabla 4.6:** Costos estimados de fabricación de una etiquetadora manual

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Total(\$)</b>
Tubo cuadrado inoxidable de 1 plg	1	50,00	50,00
Tol inoxidable de e=1,5 mm	0,3	20,00	60,00
Rodillos de goma	6	10,00	60,00
Ejes de acero de 1/2 "	3	10,00	30,00
Acrílico	1	20,00	20,00
Teflón de 3 plg	30	1,00	30,00
Bronce de 1 plg	10	20,00	200,00
Eje inoxidable de 1 plg	1	50,00	50,00
Codificador manual	1	320,00	320,00
Mano obra (sueldas, torno, etc.)	1	600,00	600,00
Electrodos, pernos, rodamientos, etc.)	1	80,00	80,00
		<b>TOTAL</b>	1500

**Elaborado por:** Néstor Patín

En la tabla 4.7 se indica los materiales para la construcción de una etiquetadora semiautomática.

**Tabla 4.7:** Costos estimado de fabricación de una etiquetadora semiautomática.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Total(\$)</b>
Tubo cuadrado inoxidable de 1 ¼ plg	1	60,00	60,00
Tol inoxidable de 1,5	0,3	20,00	60,00
Rodillos de goma	6	10,00	60,00
Ejes de acero de 1/2 "	3	10,00	30,00
Acrílico	1	20,00	20,00
Teflón de 3 plg	30	1,00	30,00
Bronce de 1 plg	10	20,00	200,00
Eje inoxidable de 1 plg	1	50,00	50,00
Pedal eléctrico	1	15,00	15,00
Motor 220V AC 50w	1	100,00	100,00
Sensor taca miniatura	1	130,00	130,00
Tarjeta de control	1	50,00	50,00
Codificador semiautomático	1	800,00	800,00
Mano de obra (sueldas, torno, etc.)	1	1000,00	1000,00
Electrodos, rodamientos, pernos, etc.	1	100,00	100,00
Accesorios eléctricos	1	90,00	90,00
		<b>TOTAL</b>	2700,00

**Elaborado por:** Néstor Patín

En la tabla 4.8 se indica los materiales para la fabricación de una etiquetadora automática lineal (Horizontal).

**Tabla 4.8:** Costos estimado de fabricación de una etiquetadora lineal automática

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Total(\$)</b>
Tubo cuadrado inoxidable de 1 ¼ plg	2	60,00	120,00
Tol inoxidable de 1,5	0,3	20,00	60,00
Rodillos de goma	6	10,00	60,00
Ejes de acero de 1/2 "	3	10,00	30,00
Acrílico	1	20,00	20,00
Teflón de 3 plg	30	1,00	30,00
Bronce de 1 plg	10	20,00	200,00
Eje inoxidable de 1 plg	1	50,00	50,00
Motor 220 AC 100w	1	150,00	150,00
PLC	1	200,00	200,00
Banda transportadora	1	800,00	800,00
Piñones	2	10,00	20,00
Sensor taca	1	130,00	130,00
Tarjeta de control	1	50,00	50,00
Codificador	1	800,00	800,00
Mano de obra (sueldas, torno, etc.)	1	1500,00	1500,00
Electrodos, rodamientos, pernos, etc.	1	100,00	100,00
Accesorios eléctricos	1	200,00	200,00
		<b>TOTAL</b>	4500,00

**Elaborado por:** Néstor Patín

En la tabla 4.9 se resume el costo aproximado de fabricación de las tres posibilidades de solución en nuestro país.

**Tabla 4.9:** Costos estimado de fabricación de máquinas etiquetadoras

	<b>Costos estimados de fabricación</b>
Alternativa A	\$ 1500,00
Alternativa B	\$ 2700,00
Alternativa C	\$ 4500,00

**Elaborado por:** Néstor Patín

Luego de determinar los costos estimados de fabricación se concluye que:

- El costo de una etiquetadora manual con respecto a una semiautomática varía en un 80%.
- El costo de fabricación de una etiquetadora automática es 3 veces más que una manual.
- El costo de una semiautomática con respecto a una automática varía en un 66.67%.

La evolución del criterio costo se realizó mediante la tabla 4.9 presentada anteriormente.

**Tabla 4.10:** Evaluación del peso específico del criterio costo

Alternativa A > Alternativa B > Alternativa C					
<b>Costo</b>	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa A		1	1	3	0,5
Alternativa B	0		1	2	0,33
Alternativa C	0	0		1	0,17
			<b>Suma total</b>	6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

En cuanto al bajo costo de fabricación la alternativa A es la seleccionada debido a que no utiliza para su funcionamiento ningún tipo de dispositivos ya sea eléctricos, electrónicos, etc. La alternativa B quedaría como una segunda opción para el estudio.

**Análisis del criterio capacidad de producción:** la capacidad de producción debe estar acorde a la producción de la empresa.

Para tener un promedio de la capacidad de producción de las etiquetadoras se realizó una investigación bibliográfica mediante catálogos, páginas web, folletos de máquinas, etc. La misma que nos permitió obtener las siguientes producciones.

En la tabla 4.11 se ilustra tres modelos de etiquetadoras manuales con sus respectivas producciones.

**Tabla 4.11:** Capacidad de producción de etiquetadora manuales

<b>Modelo</b>	<b>Cap. De producción</b>	<b>Empresa</b>	<b>Origen</b>
ETIMANPED	500 envases/hora	PURITRONIC	México
JM100	500 envases/ hora	DLPK	China
TM-ET 001M	500 envases/ hora	TECNO MÁQUINAS ECUADOR	Ecuador
<b>Promedio</b>	500 envases/ hora		

**Elaborado por:** Néstor Patín

Cabe recalcar que en este tipo de máquinas la producción depende mucho de la habilidad del operador ya que la alimentación y descarga de los envases se lo realiza manualmente.

En la tabla 4.12 se ilustra tres modelos de etiquetadoras semiautomáticas con sus producciones respectivas.



**Tabla 4.12:** Capacidad de producción promedio de etiquetadoras semiautomáticas

<b>Modelo</b>	<b>Cap. de producción</b>	<b>Empresa</b>	<b>Origen</b>
WORKERS	780 envases/hora	WORKERS	México
ECS-150	760 envases/ hora	ECUAPACK	Ecuador
TSL - 130	800 envases/ hora	TECNI PAC®	U.S. A
<b>Promedio</b>	780 envases/ hora		

**Elaborado por:** Néstor Patín

Al igual que las etiquetadoras manuales la producción de las semiautomáticas depende de la habilidad del operador debido a que la alimentación y descarga de los envases se lo realiza de forma manual.

En la tabla 4.13 se ilustra tres modelos de etiquetadoras automáticas lineales con sus respectivas producciones.

**Tabla 4.13:** Capacidad de producción de etiquetadoras lineales automáticas

<b>Modelo</b>	<b>Cap. De producción</b>	<b>Empresa</b>	<b>Origen</b>
NIK ETIK	3000 envases/hora	CDA	México
Lineal a doble lado	4200 envases/ hora	ECUA PACK	Ecuador
Lineal	2760 envases/ hora	ECUA PACK	Ecuador
<b>Promedio</b>	3320 envases/ hora		

**Elaborado por:** Néstor Patín

En este tipo de máquinas la producción depende en gran parte de las dimensiones de la etiqueta y el diámetro del envase.

En la tabla 4.14 se resume la capacidad de producción de las tres posibilidades de solución.

**Tabla 4.14:** Capacidad de producción de máquinas etiquetadoras

	<b>Producción Promedio</b>
Alternativa A	500 envases/ hora
Alternativa B	780 envases/ hora
Alternativa C	3320 envases/ hora

**Elaborado por:** Néstor Patín

Luego de determinar la producción promedio por hora de las tres alternativas se concluye que:

- La producción de una etiquetadora manual con respecto a una semiautomática varía en un 56 %.
- La producción de una etiquetadora automática es aproximadamente 6 veces más que una manual.
- La producción de una etiquetadora automática es aproximadamente 4 veces más que una semiautomática.

Es importante recalcar que la producción de la alternativa A y B son bajas debido a que en estos sistemas la carga y descarga de los envases requiere de un operario a diferencia que en las automáticas la alimentación se realiza mediante bandas transportadoras.

Con la tabla 4.15 se realizó la evaluación del criterio capacidad de producción.

**Tabla 4.15:** Evaluación del peso específico de la capacidad de producción

Alternativa C > Alternativa B > Alternativa A					
Capacidad de producción	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa A		0	0	1	0,17
Alternativa B	1		0	2	0,33
Alternativa C	1	1		3	0,5
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

En cuanto a la capacidad de producción el sistema automático es el que posee mayor puntaje debido a que no requiere de un operario para realizar el proceso de etiquetado. Debido a la capacidad de producción actual de la empresa la alternativa A y B quedaría como una segunda opción para el estudio.

**Análisis del criterio facilidad de construcción:** los materiales para la construcción de la etiquetadora seleccionada debe ser de fácil adquisición en el mercado ecuatoriano.

En la tabla 4.16 se evalúa el criterio de facilidad de construcción.

**Tabla 4.16:** Evaluación del peso específico de facilidad de construcción

Alternativa A = Alternativa B > Alternativa C					
Facilidad de manufactura	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa A		0,5	1	2,5	0,42
Alternativa B	0,5		1	2,5	0,42
Alternativa C	0	0		1	0,17
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Finalmente se puede concluir que tanto la alternativa A y B son más fáciles de fabricar en nuestro país.

**Análisis del criterio versatilidad:**

En la tabla 4.17 se evalúa el criterio de versatilidad.

**Tabla 4.17:** Evaluación del peso específico de versatilidad

Alternativa C > Alternativa B > Alternativa A					
<b>Versatilidad</b>	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa A		0	0	1	0,17
Alternativa B	1		0	2	0,33
Alternativa C	1	1		3	0,5
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

**Análisis del criterio facilidad de mantenimiento:**

En la tabla 4.18 se evalúa el criterio de facilidad de mantenimiento.

**Tabla 4.18:** Evaluación del peso específico de facilidad de mantenimiento

Alternativa A > Alternativa B > Alternativa C					
<b>Facilidad de mantenimiento</b>	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa A		1	1	3	0,5
Alternativa B	0		1	2	0,33
Alternativa C	0	0		1	0,17
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

### Análisis del criterio tecnología:

En la tabla 4.19 se evalúa el criterio de tecnología.

**Tabla 4.19:** Evaluación del peso específico de tecnología

Alternativa C > Alternativa B > Alternativa A					
Tecnología	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa A		0	0	1	0,17
Alternativa B	1		0	2	0,33
Alternativa C	1	1		3	0,5
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

### Análisis del criterio espacio:

El análisis de este criterio se realizó mediante la tabla 4.20 que muestra las dimensiones de las máquinas etiquetadoras en estudio.

**Tabla 4.20:** Dimensiones de las alternativas de solución

Alternativa	Dimensiones (mm)
A	500*400*300
B	820*800*1550
C	2050*1150*1350

**Elaborado por:** Néstor Patín

En la tabla 4.21 se evalúa el criterio de espacio.

**Tabla 4.21:** Evaluación del peso específico de espacio

Alternativa A= Alternativa B > Alternativa C					
<b>Espacio</b>	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa A		1	1	2,5	0,42
Alternativa B	0		1	1,5	0,25
Alternativa C	0	0		1	0,17
			<b>Suma total</b>	6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Por el espacio físico que ocupa la alternativa A fue la seleccionada; quedando como una segunda opción la alternativa B

#### **Análisis del criterio manejo:**

En la tabla 4.22 se evalúa el criterio de manejo.

**Tabla 4.22:** Evaluación del peso específico de manejo

Alternativa A= Alternativa B > Alternativa C					
<b>Manejo</b>	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa A		0,5	1	2,5	0,42
Alternativa B	0,5		1	2,5	0,42
Alternativa C	0	0		1	0,17
			<b>Suma total</b>	6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Con los valores obtenidos en las tablas anteriores se realiza el análisis para determinar el sistema de etiquetado más óptimo que se implementará en la fábrica de mermeladas “LA CARLITA”.

**Tabla 4.23:** Resultado de la ponderación

Alternativas	Costo	Cap. Producción	Facilidad de construcción	Versatilidad	Facilidad de Mantenimiento	Tecnología	Espacio	Manejo	$\Sigma$	Perspectivas
A	0,11	0,03	0,06	0,02	0,06	0,02	0,03	0,01	0,34	2
B	0,07	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,35	1
C	0,04	0,1	0,03	0,07	0,02	0,06	0,01	0,01	0,31	3

**Elaborado por:** Néstor Patín

Una vez analizado cada alternativa por el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados, se concluye que la solución más viable para el presente estudio es la alternativa B es decir un sistema de etiquetado semiautomático, por tener el valor más alto. Además es el sistema que mejor se adapta a los requerimientos de la fábrica.

### 4.3.3 Selección de la etiqueta

Para la selección de la etiqueta se pondera bajo los siguientes parámetros:

- Costo
- Adherencia
- Calidad
- Duración

En la tabla 4.24 se evalúa cada parámetro de selección de la etiqueta para determinar el peso específico.

**Tabla 4.24:** Evaluación del peso específico

Costo > Calidad > Adherencia > Duración						
Parámetros	Costo	Adherencia	Calidad	Duración	$\Sigma + 1$	ponderado
Costo		1	1	1	4	0,4
Adherencia	0		0,5	0,5	2	0,2
Calidad	0	0,5		1	2,5	0,25
Duración	0	0,5	0		1,5	0,15
<b>Total</b>					10	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Para la selección de la etiqueta que se utilizará en la etiquetadora el parámetro que más peso tiene es el costo.

### **Análisis del criterio costo de etiqueta.**

**Tabla 4.25:** Análisis de criterio costo de las etiquetas

Alternativa 2 > Alternativa 1 = Alternativa 3					
Manejo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0	0,5	1,5	0,25
Alternativa 2	1		1	3	0,5
Alternativa 3	0,5	0		1,5	0,25
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Mediante la tabla 4.25 se concluye que las etiquetas de goma son más económicas que las otras etiquetas.



### Análisis del criterio calidad de la etiqueta.

**Tabla 4.26:** Análisis de criterio calidad de las etiquetas

Alternativa 1 = Alternativa 3 > Alternativa 2					
Manejo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		1	0,5	2,5	0,42
Alternativa 2	0		0	1	0,17
Alternativa 3	0,5	1		2,5	0,42
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Las etiquetas autoadhesivas y las termoencogibles son las etiquetas que mejor calidad presentan.

### Análisis del criterio adherencia de la etiqueta.

**Tabla 4.27:** Análisis de criterio adherencia

Alternativa 1 > Alternativa 3 > Alternativa 2					
Manejo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		1	1	3	0,5
Alternativa 2	0		0	1	0,17
Alternativa 3	0	1		2	0,33
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Las etiquetas autoadhesivas son las que presenta mejor adherencia en comparación con las de goma y termoencogibles.

## Análisis del criterio adherencia de la etiqueta.

**Tabla 4.28:** Análisis de criterio duración

Alternativa 1 = Alternativa 3 > Alternativa 2					
Manejo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		1	0,5	2,5	0,42
Alternativa 2	0		0	1	0,17
Alternativa 3	0,5	1		2,5	0,42
<b>Suma total</b>				6	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

Las etiquetas autoadhesivas y termoencogibles son las que poseen mayor tiempo de duración.

Luego de haber analizado los criterios antes mencionados se determina qué tipo de etiqueta se utilizará en la máquina.

**Tabla 4.29:** Tabla de ponderación del tipo de etiquetas

Alternativas	Costo	Calidad	Adherencia	Duración	$\Sigma$	Perspectivas
Autoadhesivas	0,10	0,11	0,10	0,06	0,37	1
De goma	0,20	0,04	0,03	0,03	0,30	3
Termoencogibles	0,10	0,11	0,07	0,06	0,34	2

**Elaborado por:** Néstor Patín

Mediante la tabla 4.29 se seleccionó las etiquetas autoadhesivas por su presentación en rollo, calidad, adherencia, etc.

#### 4.4 Pruebas de etiquetado

##### 4.4.1 Análisis del tiempo de etiquetado manual

Para obtener el tiempo de etiquetado de forma manual (artesanal) se tomaron 12 envases de mermeladas de 250 ml ya que este tipo de presentación son las que más se produce actualmente en la Fábrica.

**Tabla 4.30:** Prueba de etiquetado manual (Artesanal)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA MÉCANICA							
FICHA DE OBSERVACIÓN							
ETIQUETADO MANUAL							
<b>Lugar:</b> Fábrica de mermeladas LA CARLITA							
<b>Investigador :</b> Néstor Patín							
Tiempo (seg) de etiquetado de 1 envase de mermelada							
N °	Coger Etiqueta	Codificar	Engomar	Centrar y fijar	Limpiar	Inspeccionar	Tiempo (seg)
1	2,4	10,1	8,86	16,96	5,0	2,1	45,42
2	2,1	10,7	8,78	17,24	5,3	2,0	46,12
3	2,2	10,14	8,39	17,18	5,2	2,2	45,27
4	2,1	10,2	8,83	16,5	5,2	1,8	44,63
5	2,3	10,5	8,29	17,36	5,3	2,2	45,95
6	2,3	9,8	8,55	16,39	5,55	2,05	44,64
7	2,4	10,2	8,89	16,45	4,9	2,1	44,94
8	2,2	9,8	8,77	17,28	5,23	1,9	45,18
9	2,1	10,4	8,65	16,69	4,78	2,2	44,82
10	2,5	10,1	8,55	16,65	5,19	1,8	44,79
11	2,3	9,9	8,47	17,12	5,23	2,1	45,12
12	2,4	10,3	8,78	16,67	4,7	1,2	45,05
<b>Promedio</b>							45,16

Elaborado por: Néstor Patín

#### 4.4.2 Diagrama de flujo del proceso de etiquetado manual (artesanal)

Actualmente el proceso de etiquetado de envases de mermeladas en la fábrica LA CARLITA se realiza con el siguiente diagrama de flujo. En la tabla 4.31 se describe el tiempo promedio para cada operación por unidad.

**Tabla 4.31:** Diagrama de flujo del proceso de etiquetado manual (Artesanal)

Proceso de etiquetado	RESUMEN				Tiempo				
	Descripción	Cantidad	Distancia						
Hoja 1 de 1	○ Operación	6			43.11 seg				
Proceso: Etiquetado	◻ Operación – Inspección								
	⇒ Transporte								
	▽ Almacenamiento								
	D Retraso								
	◻ Inspección	1			2,05 seg				
	<b>Total:</b>	7			45,16 seg				
Actividad	○	◻	⇒	▽	D	◻	Tiempo (seg)	Distancia ( m)	Observaciones
Coger la etiqueta							2,28		Manual
Registrar el lote del producto							5,10		Manual
Asignar la fecha de elaboración y vencimiento							5,08		Manual
Engomar los extremos de la etiqueta							8,65		Manual
Centrar y fijar la etiqueta en el envase							16.87		Manual
Retirar el exceso de goma del envase con un paño húmedo							5,13		Manual
Inspeccionar la calidad de etiquetado							2,05		Visual

Elaborado por: Néstor Patín

Mediante la tabla 4.31 se concluye que el tiempo promedio de etiquetado manual (artesanal) es igual a 45, 16 segundos por unidad.

Luego de obtener el tiempo promedio de etiquetado por el método manual, se calculó un promedio de producción para 1 y 8 horas de trabajo respectivamente.

**Tabla 4.32:** Valor Promedio de Tiempos y Producción

<b>ETIQUETADO MANUAL</b>				
<b>Tiempo de etiquetado en segundos</b>		<b>Producción</b>		
		Botellas etiquetadas		
1 envase de mermelada		1 minuto	1 hora	8 horas
Valor promedio	45,16	1,33	79,7	637,73

**Elaborado por:** Néstor Patín

#### 4.4.3 Análisis del tiempo de etiquetado semiautomático

Tomando en consideración la investigación bibliográfica sobre la producción aproximada de los sistemas semiautomáticos que es de 780 envases/hora se presenta los siguientes tiempos y producción en el proceso de etiquetado.

**Tabla 4.33:** Valor Promedio de Producción de etiquetado semiautomático

<b>Producción</b>			
Envases etiquetadas			
<b>Tiempo</b>	1 minuto	1 hora	8 horas
<b>Envases</b>	13	780	6240

**Elaborado por:** Néstor Patín

En la tabla 4.34 se indica la producción que se obtendrá en un minuto, en una y ocho horas de trabajo por los dos métodos de etiquetado.

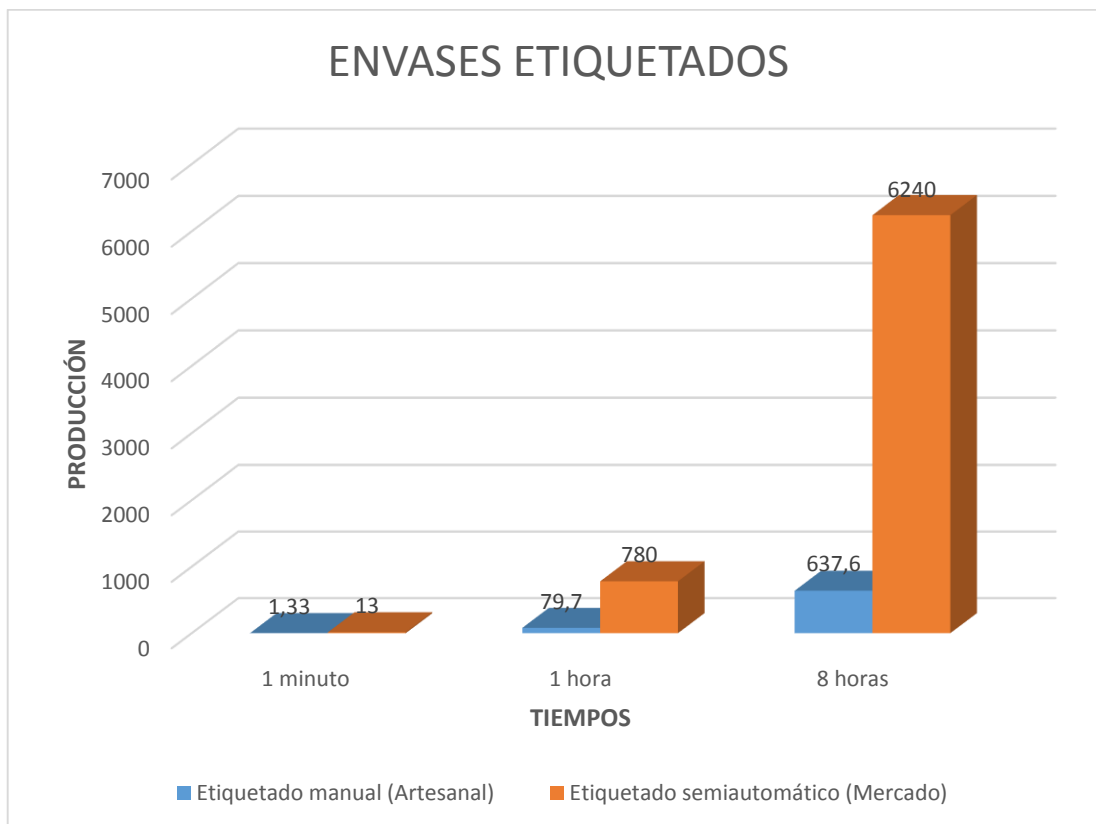
**Tabla 4.34:** Producción de envases etiquetados

<b>CANTIDAD DE ENVASES ETIQUETADOS</b>			
<b>TIPO DE ETIQUETADO</b>	<b>Producción</b>		
	1 minuto	1 hora	8 horas
Etiquetado manual (Artesanal)	1,33	79,7	637,6
Etiquetado semiautomático (Mercado)	13	780	6240

**Elaborado por:** Néstor Patín

#### 4.5 Interpretación de datos

En la figura 4.4 se indica mediante un gráfico de barras, los valores obtenidos en la Tabla 4.34



**Figura 4.4:** Promedio de producción con los dos métodos de etiquetado

**Elaborado por:** Néstor Patín

Los resultados generados indican que al realizar el etiquetado semiautomático con la máquina disminuye el tiempo de etiquetado de un envase y que además puede adaptarse fácilmente a la fábrica.

### **Cálculo de la velocidad**

Tratando de obtener un margen de seguridad en la producción de la fábrica de mermeladas LA CARLITA, se estimó un error del 10% de la producción diaria (Producción normal de 1200 envases por día – Producción estimada  $1200 \cdot 1.1 = 1320$  envases por día) debido a que el etiquetado depende de la habilidad, destreza y estado anímico del operador (actividad semiautomática), dando una producción de 1320 envases por día, en un periodo de tiempo de dos horas.

Con la etiquetadora semiautomática se pretende etiquetar 11 envases/minuto aproximadamente para cumplir con la producción estimada, donde el tiempo de etiquetado por cada unidad será de 5.45 seg.

Cabe recalcar que en este tiempo se incluye todas las actividades que realiza el operador en el proceso de etiquetado semiautomático (cargar, descargar del envase manualmente, tiempo de pulsar el pedal) y el tiempo para que el envase gire una vuelta completa.

Según los tiempos tomados el tiempo de etiquetado total se descompone en los siguientes tiempos parciales.

Tiempo promedio de coger, poner el envase en el rodillo + Tiempo de pulsar el pedal para el inicio del ciclo + el tiempo promedio en coger, retirar el envase es de 4,24 seg.  
Tiempo promedio para que el envase gire una vuelta es 1,21 seg.

Mediante la ecuación 4.1 se determinó la velocidad angular de diseño para cumplir con la producción estimada.

$$W = \frac{\theta}{t} \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

Donde:

$W$ : velocidad angular (RPM)

$\theta$ : Espacio angular (Revoluciones)

$t$ : tiempo (seg)

Remplazando los valores en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$W = \frac{1REV}{1,21 \text{ seg}}$$

$$W = \frac{0.826 \text{ REV}}{\text{seg}} * \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}}$$

$$W = 49,6 \text{ RPM}$$

$$W = 50 \text{ RPM}$$

La velocidad angular para el diseño de la máquina etiquetadora semiautomática debe ser de 50 RPM.

#### **4.6 Verificación de la Hipótesis**

Para la verificación de la hipótesis planteada se realizó una comparación de tiempo en el que se lograría cubrir la producción esperada de 1200 envases/ diarios tanto por el método de etiquetado artesanal y semiautomático.

Con el proceso de etiquetado manual (artesanal) se necesita un tiempo de etiquetado de 15,04 horas a diferencia que con el sistema de etiquetado semiautomático solo se



necesitaría 2 hora para cubrir el lote de producción esperada de la Fábrica. (Se Tomó una medida preventiva al asumir un margen de seguridad del 10% tanto para la producción como para la capacidad del operador en realizar dicha actividad, es decir, la fatiga, las condiciones normales de trabajo que pueden variar e influir en la destreza del operador para ejecutar dicho proceso de etiquetado).

Al realizar el estudio se determinó que el método de etiquetado artesanal en la Fábrica LA CARLITA es el principal problema que causa el retardo en la producción debido a que es un proceso que ocupa tiempos altos de producción.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

- ✓ La Etiquetadora Semiautomática seleccionada debe cumplir como mínimo la producción de los 1200 envases diarios para lo cual la velocidad angular de diseño debe ser de 50 RPM.
- ✓ El etiquetado de frascos de mermeladas de forma manual (artesanal) es muy ineficiente, porque ocupa un tiempo de 45,16 segundos para etiquetar un envase de mermelada lo cual ocasiona demora en el despacho del producto terminado.
- ✓ Debido a costos de fabricación, capacidad de producción se decide realizar un sistema semiautomático que ayude a la Fábrica a reducir el tiempo de etiquetado, mejorar la calidad en la presentación en los envases.
- ✓ Mediante la Tabla 4.29 se escogió la etiqueta autoadhesiva por tener buena resistencia, mayor duración, buena adherencia a cualquier superficie; además porque la mayoría de las etiquetadoras semiautomáticas analizadas trabajan con este tipo de etiqueta ya que su presentación es en rollo.

#### **5.2 Recomendaciones**

- ✓ El operario que maneje el equipo debe estar capacitado para el correcto funcionamiento de la etiquetadora, y a su vez cumplir las normas básicas de seguridad en el trabajo.

- ✓ La máquina etiquetadora debe tener un codificador de lote, fecha de elaboración y expedición del producto porque estos parámetros se modifican diariamente.
  
- ✓ Seleccionar los materiales y equipos comercializables en nuestro medio tanto para la parte operativa como para la de mando ya que esto facilitará la construcción y mantenimiento de la máquina.
  
- ✓ En este tipo de estudios, es necesario determinar los parámetros de diseño y funcionamiento ya que permitirá conocer en qué condiciones va a trabajar la máquina y así lograr un buen desempeño de la etiquetadora dentro de la Fábrica.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

##### **6.1.1 Título**

Diseño y construcción de una etiquetadora de frascos de vidrio semiautomática para el proceso de etiquetado en la fábrica de mermelada “LA CARLITA” de la parroquia Facundo Vela, Cantón Guaranda.

##### **6.1.2 Institución Ejecutora**

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

##### **6.1.3 Beneficiarios**

- Fábrica de mermeladas “LA CARLITA” de la Parroquia Facundo Vela, Cantón Guaranda
- Moradores de la Parroquia Facundo Vela

##### **6.1.4 Ubicación**

Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, Parroquia Facundo Vela

##### **6.1.5 Tiempo Estimado Para La Ejecución**

Inicio: Julio del 2014

Fin: Abril del 2015

### **6.1.6 Equipo Técnico Responsable**

Néstor Giovanni Patín Chimbo, egresado de 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 etiquetadora de frascos de vidrio semiautomática tiene un costo real de 2013.00 dólares, sin considerar el aporte técnico y mano de obra del autor.

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

La etiquetadora semiautomática y la etiqueta autoadhesiva en rollo con el cual va a trabajar la fábrica fueron seleccionadas mediante un análisis por el Método ordinal corregido de criterios ponderados ya que, entre los tres tipos de etiquetadoras (manuales, semiautomáticas, automáticas) existentes en el mercado nacional y extranjero la etiquetadora semiautomática resultó la más idónea por varios criterios como: bajo costo de fabricación, capacidad de producción, espacio, manejo, facilidad de construcción, mantenimiento, con el fin de realizar la operación del etiquetado con etiquetas que ofrecen buena calidad y adherencia se seleccionó las etiquetas autoadhesivas; además la etiquetadora posee un sistema de mando de fácil operación que le ha permitido ajustarse a las necesidades y requerimientos de la fábrica de mermeladas LA CARLITA.

Para el desarrollo de la etiquetadora semiautomática de frascos de vidrio se realizó una investigación, bibliográfica, en busca de la existencia de proyectos similares, obteniendo como resultado la tesis de:

Bayardo Julián Barahona Quelal (2011), Construcción de una máquina etiquetadora automática para envases cilíndricos con etiquetas autoadhesivas. En la ciudad de Quito.

Proyecto previo a la obtención del título de tecnólogo en electromecánica. Escuela Politécnica Nacional. Llegando a la conclusión, que la máquina etiquetadora produce más envases etiquetados que una persona, sin contar con que la exactitud en el etiquetado es mucho mejor debido a que la máquina realiza esta operación ininterrumpidamente, mientras que una persona puede distraerse y colocar mal la etiqueta, también hay que tomar en cuenta que una persona se cansa con facilidad.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

Con el constante progreso de la fábrica de mermeladas “LA CARLITA” ubicada en la Parroquia de Facundo Vela, Cantón Guaranda; surge la necesidad de mejorar el proceso de etiquetado aplicando nuevas ideas para convertirlo en un proceso semiautomático, ágil y preciso mediante la implementación de una máquina etiquetadora. Debido al costo del equipo en el mercado no ha sido posible su compra por lo que se ha visto la posibilidad de construirlo. Al realizar el diseño y la construcción de la etiquetadora con ingeniería nacional se espera adecuar a las necesidades de la fábrica tanto en producción diaria así como en el costo de adquisición y operación.

La implementación de la etiquetadora semiautomática se justifica porque con ella se conseguirá reducir los tiempos y costos de producción, y la fábrica no tendrá que pagar horas extras a los trabajadores para culminar la producción.

### **6.4 OBJETIVOS**

#### **6.4.1 Objetivo General**

Diseñar y construir una etiquetadora de frascos de vidrio semiautomática, para mejorar el proceso de etiquetado en la fábrica de mermelada “LA CARLITA” de la Parroquia Facundo Vela, Cantón Guaranda.

### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Establecer el material y las dimensiones de cada una de las partes que constituyen la máquina etiquetadora.
- ✓ Seleccionar los dispositivos apropiados para el funcionamiento de la máquina.
- ✓ Evaluar el sistema propuesto para realizar la operación de etiquetado dentro de la Fábrica

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

El diseño y construcción de una máquina etiquetadora semiautomática de frascos de vidrio es factible de realizarlo, debido a que en la actualidad se tienen sistemas similares en el mercado extranjero, de los cuales se puede aprovechar los principios de funcionamiento para llegar a un diseño en el cual se aplique tecnología propia y existente en nuestro país. Por otra parte, tanto los materiales estructurales, electrónicos son convencionales y de fácil adquisición dentro de la ciudad.

La utilización de una etiquetadora permite realizar el trabajo de una manera más rápida y sin excedente de personal permitiendo disminuir los tiempos y costos de operación del proceso de etiquetado creando un ahorro de capital para la fábrica.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 Dimensiones de la etiquetadora de frascos de vidrio semiautomática.**

Los requisitos que se deben tener en cuenta al diseñar una máquina son de brindar seguridad, visibilidad y salud eliminado el estrés y esfuerzos físicos al operario, mejorando así la eficacia y la fiabilidad de funcionamiento, reduciendo la probabilidad de errores durante la utilización de la máquina. Tomando en cuenta estos requisitos y de acuerdo al espacio físico disponible en la fábrica de mermeladas “LA CARLITA”, se llegó a establecer las siguientes dimensiones:

Ancho de la máquina: 541 mm.

Largo de la máquina: 683 mm.

Alto de la máquina: 1309 mm.

### **6.6.2 Sistemas constituyentes de la etiquetadora**

La etiquetadora semiautomática de frascos de vidrio consta de sistemas que trabajan con precisión, rapidez y eficacia, reduciendo los tiempos de producción en la fábrica de mermeladas “ LA CARLITA”.

La máquina etiquetadora semiautomática se encuentra subdividida en las siguientes partes:

- ❖ Sistema Desbobinador
- ❖ Sistema Rebobinador
- ❖ Sistema de giro de envases
- ❖ Sistema de codificado
- ❖ Sistema eléctrico

### **6.6.3 Cálculos de inercias:**

Con el objetivo de determinar la potencia necesaria del motor se procedió al cálculo de las inercias de todas las masas que se encuentran en movimiento.

#### **6.6.3.1 Sistema Desbobinador de Etiquetas**

El sistema desbobinador es el encargado de desenrollar las etiquetas y mediante dos rodillos guías llevar la etiqueta hacia el envase para la colocación. En este sistema los elementos que se encuentran en movimiento son los siguientes:

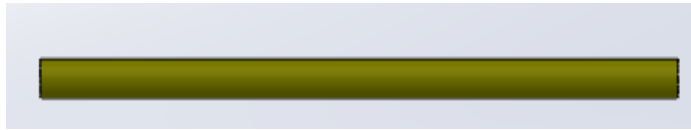


- Un eje desbobinador
- Dos porta rollo
- Dos soporte de etiquetas
- Un rollo de etiquetas

Para obtener la inercia del sistema desbobinador se procede a calcular las inercias parciales de todos los elementos de los que está constituido.

#### ❖ Eje desbobinador

Para calcular la inercia del eje desbobinador se determinó mediante la ecuación 6.1 debido a que el eje no tiene variación en el diámetro.



**Figura 6.1:** Eje del sistema Desbobinador

**Elaborado por:** Néstor Patín

En elementos cilíndricos la inercia se calcula mediante la ecuación 6.1:

$$I = \frac{1}{4}m \left( r^2 + \frac{L^2}{3} \right) \quad \text{Ecuación (6.1)}$$

Dónde:

m: Masa del cuerpo [kg]

L: Longitud del cilindro [m]

r: Radio del cuerpo [m]

Datos:

m = 0.229 kg

$$L = 0.226 \text{ m}$$

$$r = 0.00635 \text{ m}$$

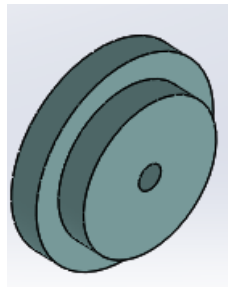
$$I = \frac{1}{4} * 0.229 \text{ kg} * \left( 0.00635^2 m^2 + \frac{0.226^2 m^2}{3} \right)$$

$$I_{\text{eje desbobinador}} = 9.77 \times 10^{-4} \text{ kg} * m^2$$

### ❖ Porta rollo

En las máquinas etiquetadoras semiautomáticas analizadas en el capítulo cuatro se observó que el rollo de etiquetas se monta sobre un soporte de duralón, ya que este material se caracteriza por ser liviano y tener un bajo coeficiente de fricción convirtiéndole en ideal para situar el rollo de etiquetas.

Según los diferentes proveedores de etiquetas adhesivas en rollo (bobina) mencionan que estas etiquetas por lo general vienen con un diámetro o canuto interior de 1, 2 y 3 plg; por lo tanto para el diseño de este elemento se consideró el diámetro de 3 plg por ser el más común.



**Figura 6.2:** Porta rollo

**Elaborado por:** Néstor Patín

Para calcular la inercia de este elemento se utilizó la ecuación 6.2 mostrada a continuación:

$$I = \frac{m}{8} (d_{ext}^2 + d_{int}^2)$$

Ecuación (6.2)

Dónde:

m: Masa del cuerpo [kg]

d<sub>ext</sub>: Diámetro exterior del cuerpo [m]

d<sub>int</sub>: Diámetro interior del cuerpo [m]

Datos:

$$m_1 = 0.223 \text{ kg} \quad d_{1ext} = 0.1016 \text{ m} \quad d_{1int} = 0.0127 \text{ m}$$

$$m_2 = 0.124 \text{ kg} \quad d_{2ext} = 0.0762 \text{ m} \quad d_{2int} = 0.0127 \text{ m}$$

Solución:

$$I_1 = \frac{0.223 \text{ kg}}{8} * (0.1016^2 \text{ m}^2 + 0.0127^2 \text{ m}^2)$$

$$I_1 = 2.92 \times 10^{-4} \text{ kg} * \text{m}^2$$

$$I_2 = \frac{0.124 \text{ kg}}{8} * (0.0762^2 \text{ m}^2 + 0.0127^2 \text{ m}^2)$$

$$I_2 = 9.24 \times 10^{-5} \text{ kg} * \text{m}^2$$

Para determinar la inercia total se suman las inercias 1 y 2 respectivamente.

$$I_{Porta Rollo} = 3.84 \times 10^{-4} \text{ kg} * \text{m}^2$$

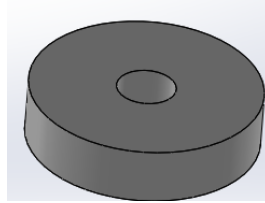
### ❖ Rollo de etiqueta

Para calcular la inercia del rollo de etiquetas se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- El rollo de etiqueta pesa entre 6,47 kg aproximadamente.

- El diámetro del rollo de etiquetas varía entre 20 y 30 cm por lo tanto para el diseño se tomó el diámetro de 25 cm por ser la más común.

La inercia del rollo de etiquetas se calculó con la ecuación 6.2 mostrada anteriormente.



**Figura 6.3:** Rollo de etiquetas

**Elaborado por:** Néstor Patín

Datos:

$$m = 6.47 \text{ kg}$$

$$d_{\text{ext}} = 0.25 \text{ [m]}$$

$$d_{\text{int}} = 0.0762 \text{ [m]}$$

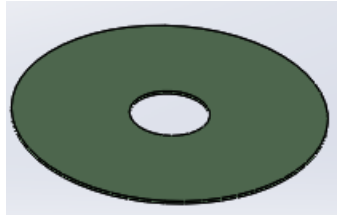
Solución:

$$I_{\text{Rollo Etiquetas}} = \frac{6.47 \text{ kg}}{8} * (0.25^2 \text{ m}^2 + 0.0762^2 \text{ m}^2)$$

$$I_{\text{Rollo Etiquetas}} = 5.524 \times 10^{-2} \text{ kg} * \text{m}^2$$

#### ❖ Soportes de etiquetas

En la mayoría de máquinas etiquetadoras investigadas los soportes son hechas de acrílico, por lo tanto se utilizó acrílico de 3 mm de espesor.



**Figura 6.4:** Soporte de etiquetas

**Elaborado por:** Néstor Patín

La inercia del soporte de etiquetas se calculó con la ecuación 6.3 debido a que tiene la forma de un disco.

$$I = \frac{mr^2}{2} \quad \text{Ecuación (6.3)}$$

Datos:

$$m = 0.193 \text{ kg}$$

$$r = 0.125[\text{m}]$$

Solución:

$$I = \frac{0.193 \text{ kg} * 0.125^2}{2}$$

$$I_{\text{Soporte Etiquetas}} = 1.51 \times 10^{-3} \text{ kg} * \text{m}^2$$

Luego de obtener las inercias parciales se suman todas las inercias con el fin de determinar la inercia total del sistema desbobinador.

$$I_{\text{Sistema Desbobinador}} = I_{\text{eje}} + 2I_{\text{Porta Rollo}} + I_{\text{Rollo Etiquetas}} + 2I_{\text{Soporte Etiquetas}}$$

$$I_{SD} = 9.77 \times 10^{-4} + (2 * 3.84 \times 10^{-4}) + 5.524 \times 10^{-2} + (2 * 1.51 \times 10^{-3})$$

$$I_{\text{Sistema Desbobinador}} = 6 \times 10^{-2} \text{ kg} * \text{m}^2$$

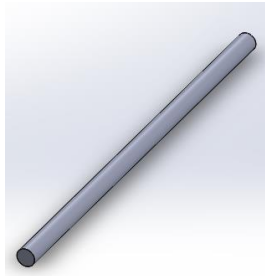
### 6.6.3.2 Sistema Rebobinador de Desperdicio

El sistema rebobinador de desperdicio tiene la misión de enrollar la cinta que protege a la etiqueta una vez colocada en el envase, por lo tanto, es necesario calcular la inercia del sistema rebobinador de desperdicio.

El sistema rebobinar consta de los mismos elementos que el sistema desbobinador, por lo que se calculó las inercias de los siguientes elementos.

#### ❖ Eje rebobinador

Para calcular la inercia del eje rebobinador se utilizó la ecuación 6.1 mostrada anteriormente.



**Figura 6.5:** Eje rebobinador

**Elaborado por:** Néstor Patín

Datos:

$$m = 0.304 \text{ kg}$$

$$L = 0.3 \text{ m}$$

$$r = 0.00635 \text{ m}$$

$$I = \frac{1}{4} * 0.304 \text{ kg} * \left( 0.00635^2 m^2 + \frac{0.3^2 m^2}{3} \right)$$

$$I_{eje \text{ desbobinador}} = 2.28 \times 10^{-3} \text{ kg} * m^2$$

### ❖ Porta desperdicio

Cabe recalcar que este elemento tiene las mismas dimensiones que el porta rollo, por lo tanto, la inercia es la misma.

$$I_{Porta\ Desperdicio} = 3.84 \times 10^{-4} \text{ kg} * \text{m}^2$$

### ❖ Rollo de desperdicio

La inercia del rollo de desperdicios se calculó con la ecuación 6.2.

Datos:

$$m = 5.5 \text{ kg}$$

$$d_{\text{ext}} = 0.2 \text{ [m]}$$

$$d_{\text{int}} = 0.0762 \text{ [m]}$$

Solución:

$$I_{\text{Rollo Etiquetas}} = \frac{5.5 \text{ kg}}{8} * (0.2^2 \text{ m}^2 + 0.0762^2 \text{ m}^2)$$

$$I_{\text{Rollo Etiquetas}} = 4.696 \times 10^{-2} \text{ kg} * \text{m}^2$$

### ❖ Soporte de desperdicios

La inercia de este elemento se calculó con la ecuación 6.3 mostrada anteriormente.

Datos:

$$m = 0.169 \text{ kg}$$

$$r = 0.11 \text{ [m]}$$

Solución:

$$I = \frac{0.169 \text{ kg} * 0.11^2}{2}$$

$$I_{\text{Soporte Etiquetas}} = 1.03 \times 10^{-3} \text{ kg} * \text{m}^2$$

#### ❖ **Catarina motor**

La Catarina del motor es la encargada de transmitir el giro del rotor al sistema rebobinador. Para obtener la inercia de una Catarina se calcula como la inercia de un disco, por lo tanto, se utilizó la ecuación 6.3 mostrada anteriormente.

Datos:

$$m = 0.05 \text{ kg}$$

$$r = 0.0167 \text{ [m]}$$

Solución:

$$I = \frac{0.05 \text{ kg} * 0.0167^2}{2}$$

$$I_{\text{Catarina Motor}} = 6.98 \times 10^{-6} \text{ kg} * \text{m}^2$$

#### ❖ **Catarina motriz**

Cabe mencionar que la Catarina motriz tiene las mismas dimensiones de la que se utilizó en el motor, por lo que, la inercia es la misma.

$$I_{\text{Catarina Motriz}} = 6.98 \times 10^{-6} \text{ kg} * \text{m}^2$$

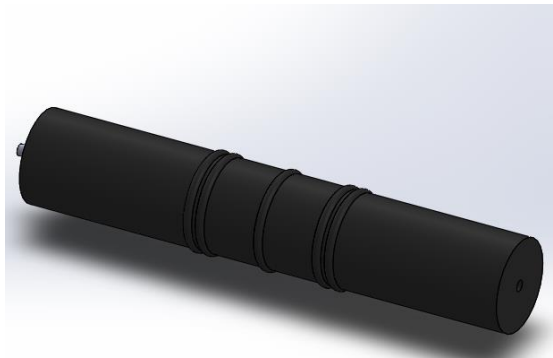
Una vez encontrado las inercias de las masas que se encuentran en movimiento, se determinó la inercia total del Sistema Rebobinador de Desperdicio (S.R.D) sumando las inercias de todos los elementos que conforman este sistema.



$$I_{S.R.D} = 5.2 \times 10^{-2} \text{ kg} * \text{m}^2$$

### 6.6.3.3 Sistema Giro de Envases

Este sistema es el encargado de hacer girar el envase para que la etiqueta se pegue en el frasco. En los modelos de etiquetadoras analizadas anteriormente este sistema consta de 3 rodillos hechos de duralón.



**Figura 6.6:** Sistema giro de envases  
**Elaborado por:** Néstor Patín

#### Eje del rodillo

La inercia de este elemento se calcula mediante la ecuación 6.1 mostrada anteriormente.

Datos:

$$m = 0.296 \text{ kg}$$

$$L = 0.292 \text{ m}$$

$$r = 0.00635 \text{ m}$$

Solución:

$$I = \frac{1}{4} * 0.296 \text{ kg} * \left( 0.00635^2 \text{m}^2 + \frac{0.292^2 \text{m}^2}{3} \right)$$

$$I_{\text{eje del rodillo}} = 2.13 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

### Eje de Duralón

Para calcular la inercia de este elemento se utilizó la ecuación 6.2.



**Figura 6.7:** Rodillo de duralón (Sistema giro de envases)

**Elaborado por:** Néstor Patín

Datos:

$$m = 0.694 \text{ kg} \quad d_{\text{ext}} = 0.05 \text{ m} \quad d_{\text{int}} = 0.0127 \text{ m}$$

Solución:

$$I_{\text{Eje de duralón}} = \frac{0.694 \text{ kg}}{8} * (0.05^2 \text{ m}^2 + 0.0127^2 \text{ m}^2)$$

$$I_{\text{Eje Duralón}} = 2.31 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

En la siguiente tabla se presenta el peso de los frascos de 250 y 500 ml con producto

**Tabla 6.1:** Características de los envase

<b>Frascos</b>	<b>Peso del frasco vacío</b>	<b>Peso del frasco con producto</b>
250 ml	132 gr	422 gr
500 ml	224 gr	652 gr

**Elaborado por:** Néstor Patín

Para calcular la inercia de este elemento se utilizó la ecuación 6.2.

Datos:

$$m = 0.652 \text{ kg} \quad L = 0.125 \text{ m} \quad r = 0.0375 \text{ m}$$

Solución:

$$I = \frac{1}{4} * 0.652 \text{ kg} * \left( 0.0375^2 m^2 + \frac{0.125^2 m^2}{3} \right)$$

$$I_{\text{envase de 500 ml}} = 1.087 \times 10^{-3} \text{ kg} * m^2$$

La inercia total del sistema de giro de envase es igual:

$$I_{S.G.E} = 3.45 \times 10^{-3} \text{ kg} * m^2$$

#### **6.6.4 Cálculo de velocidades angulares**

##### **6.6.4.1 Sistema rebobinador de desperdicios**

Para el diseño del sistema se debe considerar la velocidad angular calculada en el Capítulo IV; debido a que esta velocidad fue determinada para que el sistema de etiquetado cumpla con una producción mínima de 660 envases/hora, por lo tanto la velocidad a considerar es de:

$$w = 50 \text{ rpm}$$

$$w = 5.235 \text{ rad/s}$$

#### **6.6.4.2 Sistema desbobinador de etiquetas**

Debido a que este sistema trabaja a la misma velocidad angular que el sistema rebobinador por estar conectados por el rollo de etiquetas, la velocidad angular es la misma.

$$w = 5.235 \text{ rad/s}$$

#### **6.6.4.3 Sistema Giro de Envases**

Este sistema al igual que el sistema rebobinador tendrá la misma velocidad angular; debido a que este sistema gira por la parte adherible de la etiqueta.

$$w = 5.235 \text{ rad/s}$$

#### **6.6.5 Cálculo de aceleraciones angulares**

Para determinar la aceleración angular se utiliza la ecuación 6.5.

$$w = w_o + \alpha t \qquad \text{Ecuación (6.5)}$$

Dónde:

$w_o$ : Velocidad angular inicial [rad/s]

$w$ : Velocidad angular [rad/s]

$\alpha$ : Aceleración angular [rad/s<sup>2</sup>]

$t$ : Tiempo de arranque

#### **6.6.5.1 Sistema desbobinador de etiquetas**

En cada ciclo parte de una posición inicial por lo tanto la velocidad angular inicial es cero. Además según los fabricantes de motores el tiempo de arranque es de 0,1(s) por lo tanto es el tiempo que tomaremos para calcular la aceleración angular.

Datos:

$$\omega = 5.235 \text{ rad/s}$$

$$t = 0.1 \text{ seg}$$

Solución:

$$\alpha = \frac{5.235 \text{ rad/s}}{0.1 \text{ s}}$$

$$\alpha = 52.35 \text{ rad/s}^2$$

### 6.6.5.2 Sistema rebobinador de desperdicios

Debido a que este sistema trabaja conjuntamente con el desbobinador la aceleración angular es la siguiente:

$$\alpha = 52.35 \text{ rad/s}^2$$

### 6.6.5.3 Sistema Giro de Envases

Debido a que este sistema trabaja conjuntamente con el desbobinador y el rebobinador de desperdicio la aceleración angular es la misma.

$$\alpha = 52.35 \text{ rad/s}^2$$

### 6.6.6 Cálculo de torques

El torque generado por el sistema se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$T = I * \alpha$$

Ecuación (6.6)

Dónde:

$T$ : Torque [N\*m]

$I$ : Inercia del sistema [ $kg * m^2$ ]

$\alpha$ : Aceleración angular [rad/s<sup>2</sup>]

### 6.6.6.1 Sistema desbobinador de etiquetas

Datos:

$$I = 6 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\alpha = 52.35 \text{ rad/s}^2$$

Solución:

$$T = 6 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 52.35 \text{ rad/s}^2$$

$$T = 3.14 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### 6.6.6.2 Sistema rebobinador de desperdicios

Para el cálculo del torque del sistema rebobinador se utiliza la misma 6.6 mostrada anteriormente.

Datos:

$$I = 5.2 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\alpha = 52.35 \text{ rad/s}^2$$

Solución:

$$T = 5.2 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 52.35 \text{ rad/s}^2$$

$$T = 2.72 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### 6.6.6.3 Sistema giro de envases

Datos:

$$I = 3.45 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\alpha = 52.35 \text{ rad/s}^2$$

Solución:

$$T = 3.45 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 52.35 \text{ rad/s}^2$$

$$T = 0.18 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### 6.6.7 Cálculo de la potencia requerida

La potencia que se necesita para accionar todos los elementos que conforman en cada sistema se calcula con la ecuación 6.7.

$$P = T \cdot \omega \quad \text{Ecuación (6.7)}$$

Donde:

P: Potencia [W]

T: Momento de torsión [N.m]

$\omega$ : Velocidad angular [rad/s]

#### 6.6.7.1 Sistema desbobinador de etiquetas

Datos:

$$T = 3.14 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\omega = 5.235 \text{ rad/s}$$

Solución:

$$P = 3.14 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot 5.235 \text{ rad/s}$$

$$P = 16.44 \text{ W}$$

$$P = 0.022 \text{ HP}$$

#### 6.6.7.2 Sistema rebobinador de desperdicios

Datos:

$$T = 2.72 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\omega = 5.235 \text{ rad/s}$$

Solución:

$$P = 2.72 \text{ N} * \text{m} * 5.235 \text{ rad/s}$$

$$P = 14.24 \text{ W}$$

$$P = 0.019 \text{ HP}$$

### **6.6.7.3 Sistema giro de envases**

Datos:

$$T = 0.18 \text{ N} * \text{m}$$

$$\omega = 5.235 \text{ rad/s}$$

Solución:

$$P = 0.18 \text{ N} * \text{m} * 5.235 \text{ rad/s}$$

$$P = 0.94 \text{ W}$$

$$P = 0.0013 \text{ HP}$$

### **6.6.8 Cálculo de la potencia del motor**

Para calcular la potencia del motor se toma un factor de servicio de  $f_s = 2$ . Debido a que se considera situaciones como; cinta protectora de etiqueta mal templada, mal anclaje del motor, además de prolongadas horas de operación, numerosos arranques y malas instalaciones eléctricas.

#### **6.6.8.1 Sistema de Etiquetado**

La potencia necesaria para accionar todo el sistema de etiquetado se obtiene al sumar los valores de las potencias que actúan en el sistema desbobinador, sistema rebobinador y el sistema giro de envases debido a que funcionan en conjunto.

$$P_{MOTOR} = (P_{S.R.E} + P_{S.R.D} + P_{S.G}) * f_s$$

$$P_{MOTOR} = (0.022 \text{ HP} + 0.019 \text{ HP} + 0.0013 \text{ HP}) * 2$$



$$P_{MOTOR} = 0.085 \text{ HP}$$

$$P_{MOTOR} = 63.027 \text{ W}$$

Luego de calcular la potencia del motor e indagando la disponibilidad en el mercado nacional, se procede a seleccionar un motorreductor monofásico de 90 W de 50 rpm.

### **6.6.9 Diseño del sistema de transmisión.**

Las características básicas de las transmisiones de la cadena incluyen en una relación constante puesto que no se involucra al deslizamiento ni el arrastre, vida larga y capacidad para impulsar varios ejes a partir de una sola fuente de potencia.

Según Mott (2006), presenta las siguientes recomendaciones para diseñar transmisiones por cadenas:

- La cantidad mínima de dientes en una Catarina debe ser 17, a menos que el impulsor funcione a una velocidad muy pequeña, menor que 100 rpm.
- La distancia entre centros entre los ejes de catarinas debe ser de 30 a 50 pasos de cadena (30 a 50 veces el paso de la cadena). (Mott, 2006;p 290)

Tomando en cuenta estas recomendaciones se procede a la selección de la cadena para la respectiva transmisión de potencia para la cual se consideró los siguientes parámetros de funcionamiento:

- Catarina motor:  $N_1 = 13$  dientes;  $n_1 = 50$  rpm
- Catarina motriz:  $N_2 = 13$  dientes;  $n_2 = 50$  rpm
- Potencia: 90 W (Micromoto-reductor Eléctrico)
- Distancia entre centros: 300 mm = 11.8plg

### **6.6.9.1 Factores de corrección de potencia**

#### **Factor de trabajo ( $f_1$ ).**

El factor de trabajo se obtiene mediante el tipo de carga y el tipo de accionamiento debido a que la máquina etiquetadora se encuentra accionada por un motor eléctrico y la carga es regular se obtiene el siguiente valor:

$f_1 = 1$  Obtenida del Anexo 2.

#### **Factor de corrección ( $f_2$ ).**

El factor de corrección  $f_2$  se determina del Anexo 2 con el número de dientes del piñón motriz que en este caso es de 13 dientes por lo tanto se escoge un factor de corrección de:

$f_2 = 1.49$  Determinada del Anexo 3.

#### **Factor de corrección ( $f_3$ ).**

Este factor de corrección se determina con la distancia entre centros en pasos y la relación de transmisión. Con las recomendaciones expuestas por Mott se asume la parte media del intervalo recomendado, 40 pasos. Además la relación de transmisión es de 1:1. Con estos parámetros se obtiene el siguiente valor:

$f_3 = 1.22$  Anexo 4

#### **Corrección de potencia**

La potencia totalmente corregida se obtiene mediante la ecuación que se muestra a continuación:

$$P_c = f_1 * f_2 * f_3 * P$$

$$P_c = 1 * 1.49 * 1.22 * 0.09 \text{ KW}$$

$$P_c = 0.163 \text{ KW}$$

Con la potencia corregida y el número de revoluciones del motor se escoge la cadena simple tipo 05B (serie europea) del Anexo 5.

### **Velocidad de la cadena.**

P = paso cadena (mm); P = 8 mm; Anexo 6

V = velocidad Lineal de la cadena (m/min)

Z<sub>1</sub> = 13 dientes de la catalina motor

N<sub>1</sub> = 50 rpm de la catalina motor

La velocidad de la cadena se calcula mediante la expresión siguiente.

$$V = \frac{p * Z_1 * N_1}{1000} \quad \text{Ecuación (6.8)}$$

$$V = \frac{8 * 13 * 50}{1000}$$

$$V = 5.2 \text{ m/min}$$

### **Tensión de la cadena**

$$T = \frac{6120 * P}{V} \quad \text{Ecuación (6.9)}$$

$$T = \frac{6120 * 0.09 \text{ Kw}}{5.2 \text{ m/min}}$$

$$T = 105.92 \text{ N}$$

### **Coefficiente de Seguridad**

$$K = \frac{\text{Carga de ruptura}}{\text{Tension de la cadena}} \quad \text{Ecuación (6.10)}$$

La carga de ruptura se lee del Anexo 6 que es igual a 590 kg

$$K = \frac{5782}{105.92}$$

$$K = 54.58$$

### Presión en las articulaciones

$$t = T * S$$

Ecuación (6.11)

La superficie de las articulaciones se lee del Anexo 6 que es igual a  $0.71 \text{ cm}^2$

$$t = \frac{105.92 \text{ Kg}}{0.71 \text{ cm}^2}$$

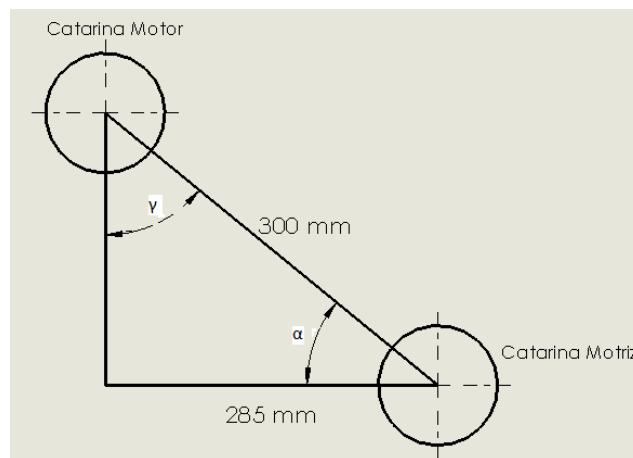
$$t = 149.18 \text{ kg/cm}^2$$

Con la presión articulada determinada y la velocidad de la cadena se comprueba si la presión que soporta es aceptable para lo cual se usa el Anexo 7.

Luego de verificar en el anexo 7 que la cadena seleccionada soporta sin ninguna dificultad las cargas producidas, por lo tanto la selección realizada es la correcta.

### 6.6.10 Posicionamiento de los ejes del sistema de transmisión

El posicionamiento de los ejes nos permite determinar el ángulo de inclinación para calcular las tensiones generadas.



**Figura 6.8:** Posicionamiento de los Ejes

**Elaborado por:** Néstor Patín

$$\sin \gamma = \frac{a}{c}$$

$$\sin \gamma = \frac{285}{300}$$

$$\gamma = 81,81^\circ$$

$$\alpha = 18,19^\circ$$

### 6.6.11 Tensión del papel

La tensión del papel se determina con la finalidad de conocer si no se encuentra en el rango de ruptura que es de 2 a 5 kg/cm. Para lo cual se considera los siguientes datos:

- Inercia del rollo de Etiquetas:  $I = 0.05524 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- Aceleración angular del sistema de etiquetado:  $52.39 \text{ rad/s}^2$

El torque que se genera por el rollo de etiquetas se calcula con la ecuación 6.6.

$$T = 0.05524 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 52.39 \text{ rad/s}^2$$

$$T = 2.89 \text{ N} \cdot \text{m}$$

La tensión que se genera en la cinta de etiquetas se calcula con la siguiente ecuación:

$$T = F \cdot r \tag{Ecuación (6.12)}$$

Dónde:

T: Torque del rollo de etiquetas [N\*m]

F: Tensión de la banda de papel [N]

r: Radio del rollo de etiquetas [m]

Despejando F de la ecuación 6.12 se obtiene que la tensión del papel es igual a:

$$F = \frac{T}{r} \tag{Ecuación (6.13)}$$

Datos:

$$T = 2.89 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$r = 0.125 \text{ m}$$

Solución:

$$F = \frac{2.89}{0.125}$$

$$F = 23.14 \text{ N}$$

La fuerza calculada se divide para el ancho del rollo de etiquetas ( $l$ ):

$$F_{\text{Cinta de etiquetas}} = \frac{F}{L} \quad \text{Ecuación (6.14)}$$

$$F_{\text{Cinta de etiquetas}} = \frac{23.14 \text{ N}}{0.072 \text{ m}}$$

$$F_{\text{Cinta de etiquetas}} = 321.39 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

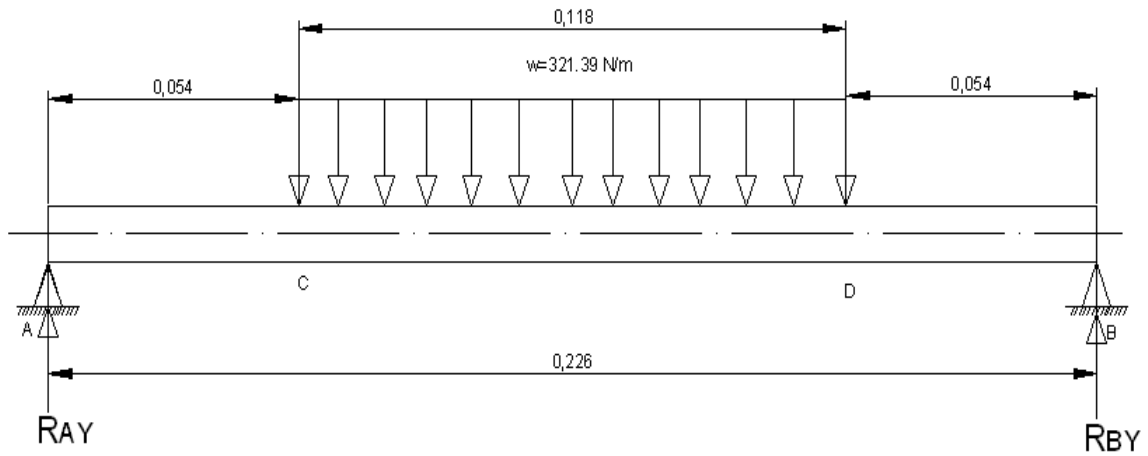
$$F_{\text{Cinta de etiquetas}} = 0.327 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

De esta forma se comprueba que la tensión aplicada a la cinta de etiquetas es menor que el rango de rotura.

## 6.6.12 Diseño de los ejes

### 6.6.12.1 Sistema Desbobinador de Etiquetas

Para realizar el diseño del eje se analiza como una viga simplemente apoyada debido a que en sus extremos se encuentra sobre unos rodamientos.



**Figura 6.9:** Diagrama de cuerpo libre del eje rebobinador

**Elaborado por:** Néstor Patín

$$\uparrow + \Sigma M_A = 0$$

$$- \left( \frac{37.924 \text{ N}}{m} \right) * (0.113 \text{ m}) + RBy(0.226 \text{ m}) = 0$$

$$4.285 \text{ N} * m = RBy(0.226 \text{ m})$$

$$RBy = 18.962 \text{ N}$$

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$RAy + RBy - 321.39 (0.118) = 0$$

$$RAy + 18.924 - 37.924 = 0$$

$$RAy = 18.962 \text{ N}$$

### Fuerzas Cortantes

$$V_{A \text{ izqui}} = 0$$

$$V_{A \text{ dere}} = 0 + RAy$$

$$V_{A \text{ dere}} = 18.962 \text{ N}$$

$$V_{C \text{ izqui}} = V_{A \text{ dere}} + 0$$

$$V_{C \text{ izqui}} = 18.962 \text{ N}$$

$$V_{C \text{ dere}} = V_{C \text{ izqui}} - 37.924 N$$

$$V_{C \text{ dere}} = 18.962 N - 37.924 N$$

$$V_{C \text{ dere}} = -18.962 N$$

$$V_D = V_{C \text{ dere}}$$

$$V_D = -18.962 N$$

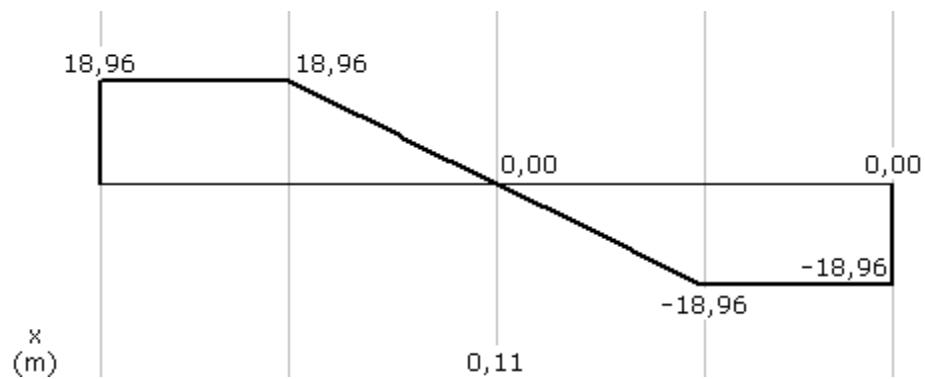
$$V_{B \text{ izqui}} = V_D$$

$$V_{B \text{ izqui}} = -18.962 N$$

$$V_{B \text{ dere}} = V_{B \text{ izqui}} + R_{By}$$

$$V_{B \text{ dere}} = -18.962 N + 18.962 N$$

$$V_{B \text{ dere}} = 0$$



**Figura 6.10:** Diagrama de fuerza cortante

**Elaborado por:** Néstor Patín

### **Momento Flector**

$$A_1 = 1.0239 N * m$$

$$A_2 = 0.559 N * m$$

$$A_3 = -0.559 N * m$$

$$A_4 = -1.0239 N * m$$

$$M_A = 0$$

$$M_C = M_A + A_1 = 1.0239 N * m$$

$$M_G = M_C + A_2$$



$$M_G = 1.0239 \text{ N} \cdot \text{m} + 0.559 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_G = 1.583 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_D = M_G + A_3$$

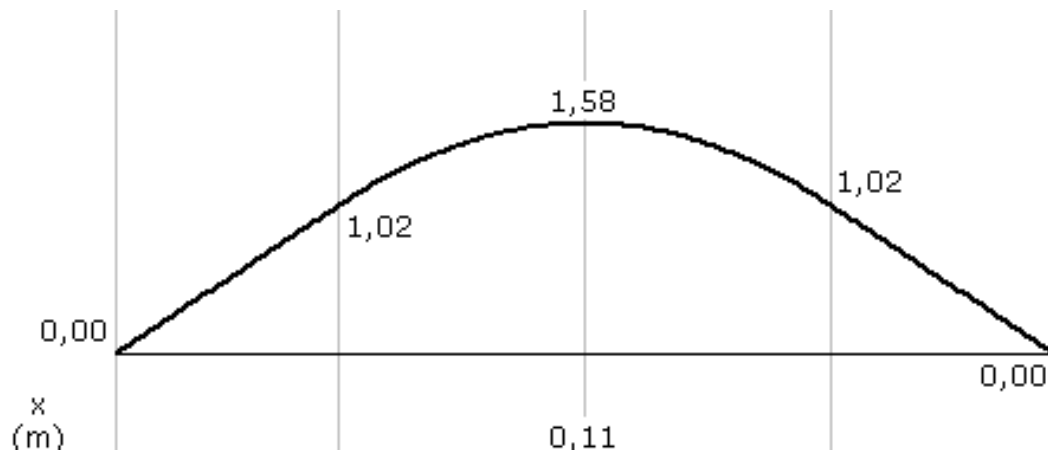
$$M_D = 1.583 \text{ N} \cdot \text{m} - 0.559 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_D = 1.0239 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_B = M_D + A_4$$

$$M_B = 1.0239 \text{ N} \cdot \text{m} - 1.0239 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_B = 0$$



**Figura 6.11:** Diagrama de Momento Flector

Elaborado por: Néstor Patín

### Diseño Por Resistencia Estática

Para encontrar el diámetro del eje del sistema desbobinador se utilizó la teoría de la energía de distorsión para lo cual se asumió los siguientes parámetros:

- El eje es de sección circular de Acero AISI 304, debido a que la máquina va a trabajar en ambientes húmedos.
- $S_y = 310 \text{ MPa}$ ; Anexo 8

El Esfuerzo por Flexión Máximo se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_X = \frac{32M}{\pi d^3}$$

Ecuación (6.15)

Dónde:

$\sigma_X$ : Esfuerzo por Flexión Máximo [MPa]

$M$ : Momento Flexionante Máximo [N.m]

$d$ : Diámetro del eje [m]

Solución:

Remplazando valores en la ecuación 6.15 se obtiene lo siguiente:

$$\sigma_X = \frac{32(1.583 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_X = \frac{16.124 \text{ N.m}}{d^3}$$

El Esfuerzo por Torsión Máximo se determina mediante la ecuación mostrada a continuación:

$$\tau_X = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Ecuación (6.16)

Dónde:

$\tau_X$ : Esfuerzo por Flexión Máximo [MPa]

$T$ : Momento Torsor Máximo [N.m]

$d$ : Diámetro del eje [m]

Solución:

Remplazando el momento Torsor se obtiene lo siguiente:

$$\tau_X = \frac{16(3.14 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\tau_x = \frac{15.99 \text{ N.m}}{d^3}$$

La teoría de Von Mises se define mediante la ecuación mostrada a continuación.

$$\sigma' = (\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)^{1/2} \quad \text{Ecuación (6.17)}$$

Dónde:

$\sigma'$ : Esfuerzo de Von Mises [MPa]

$\sigma_x$ : Esfuerzo por flexión máximo [MPa]

$\tau_x$ : Esfuerzo por torsión máximo [MPa]

Solución:

Remplazando los esfuerzos máximos por flexión y torsión se obtiene lo siguiente:

$$\sigma' = \sqrt{\left(\frac{16.124 \text{ N.m}}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{15.991 \text{ N.m}}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma' = \frac{32.048 \text{ N.m}}{d^3}$$

El factor de seguridad se calcula mediante la ecuación 6.18

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad \text{Ecuación (6.18)}$$

Dónde:

$S_y$ : Resistencia del material [MPa]

Una vez remplazo los valores en la ecuación 6.18 tenemos que el diámetro es igual a:

$$d = \sqrt[3]{\frac{1,2 \times (32.048 \text{ N.m})}{310 \times 10^6 \text{ N/m}^2}}$$

$$d = 0,005 \text{ m}$$

$$d = 5 \text{ mm}$$

### **Diseño Por Resistencia a Fatiga**

Para realizar el diseño del eje a fatiga se considera los siguientes parámetros que se detallan a continuación:

- Material: Acero Inoxidable AISI 304
- Velocidad angular del Eje: 50 rpm
- Suponemos los factores de resistencia a fatiga igual 0.3 debido a que no se conoce el diámetro del eje.

### **Límite de resistencia a fatiga**

Para analizar una falla por resistencia a fatiga es necesario determinar el límite de resistencia a fatiga ( $S_e'$ ) que tiene el material. Para materiales dúctiles (aceros) se usa la siguiente relación.

$$S_e' = 0,5S_{ut} \qquad \text{Ecuación (6.19)}$$

$$S_{ut} \leq 200 \text{Kpsi} (1400 \text{Mpa})$$

La resistencia a la tensión de AISI 304 es igual a:  $S_{ut} = 620 \text{ MPa}$ ; este valor se determina del Anexo 8.

Remplazando el valor de la resistencia a la tensión se obtiene lo siguiente:

$$S_e' = 0,5(620 \text{ Mpa})$$

$$S_e' = 310 \text{ Mpa}$$

### Límite de Resistencia a fatiga en la ubicación crítica de una parte de la máquina

$$S_e = 0,3S_e' \quad \text{Ecuación (6.20)}$$

$$S_e = 0,3(310 \text{ Mpa})$$

$$S_e = 93 \text{ Mpa}$$

### Resistencia a la fatiga

$$S_f = aN^b \quad \text{Ecuación (6.21)}$$

Dónde:

$a$  y  $b$  = Constantes

$N$  = Número de ciclos

Para  $S_{ut}=620$  MPa (90Kpsi);  $f=0.859$  debido a que la resistencia a la tensión se encuentra en el rango de  $70 \leq S_{ut} \leq 200$  kpsi

$$a = \frac{(f.S_{ut})^2}{S_e} \quad \text{Ecuación (6.22)}$$

$$a = \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})^2}{93 \text{ Mpa}}$$

$$a = 3049,908 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(f.S_{ut})}{S_e} \quad \text{Ecuación (6.23)}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})}{93 \text{ Mpa}}$$

$$b = -0.252$$

$$S_f = 3049,908 (55213)^{-0,252}$$

$$S_f = 194,67 \text{ Mpa}$$

### Diámetro del eje por Resistencia a Fatiga

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot n \cdot M}{\pi \cdot S_f}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1,2 \times (1.583 \text{ N} \cdot \text{m})}{\pi \times (194,67 \times \frac{10^6 \text{ N}}{\text{m}^2})}}$$

$$d = 0,0057 \text{ m}$$

$$d = 6 \text{ mm}$$

- Refinamiento de cálculo con el diámetro de 6 mm.

### Factor de Modificación de la condición Superficial ( $K_a$ )

$$K_a = a S_{ut}^b$$

Ecuación (6.24)

Los valores de  $a$  y  $b$  se lee del Anexo 9.

Dónde:

$$a = 4,51 \text{ Mpa}$$

$$b = -0,265$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$K_a = 4,51(620)^{-0,265}$$

$$K_a = 0,82$$

### Factor de Modificación del Tamaño ( $K_b$ )

Debido a que el diámetro es de 6 mm se utiliza la ecuación 6.25

$$Kb = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0,107} \quad \text{Para } 2.71 \leq d \leq 51mm \quad \text{Ecuación (6.25)}$$

$$Kb = \left(\frac{6}{7.62}\right)^{-0,107} \quad |$$

$$Kb = 1.03$$

#### **Factor de Modificación de Carga ( $Kc$ )**

$$Kc = 1 \quad \text{Leído de Anexo 10}$$

#### **Factor de Modificación de temperatura ( $Kd$ )**

$$Kd = 1 \quad \text{Leído de Anexo 11}$$

#### **Factor de Modificación de Confiabilidad ( $Ke$ )**

Se asume una confiabilidad del 90%

$$Ke = 0.897 \quad \text{Leído de Anexo 12}$$

#### **Factor de Efectos Varios ( $Kf$ )**

Debido a que la sección el eje es uniforme este factor es igual a:

$$Kf = 1$$

**Luego de obtener todos los factores modifican se calcula el límite de resistencia a fatiga ( $Se$ ).**

$$Se = Ka * Kb * Kc * Kd * Ke * Kf \times Se'$$

$$Se = 0.82 * 1.02 * 1 * 1 * 0.897 * 1 \times 310$$

$$Se = 232,58 \text{ Mpa}$$

#### **Cálculo de Resistencia a la Fatiga**

$$f = 0,859; \quad \text{Para } 70 \leq Sut \leq 200kpsi, \text{ Anexo 13}$$

$$a = \frac{(f.Sut)^2}{Se} \quad \text{Ecuación (6.26)}$$

$$a = \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})^2}{230,09 \text{ Mpa}}$$

$$a = 1232.74 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(f.Sut)}{se}$$

Ecuación (6.27)

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})}{230.09 \text{ Mpa}}$$

$$b = -0.12$$

$$S_f = 1232.74 (55213)^{-0.12}$$

$$S_f = 332,53 \text{ Mpa}$$

### Factor de Seguridad

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{32(1.538)}{\pi(0.006)^3}$$

$$\sigma = 72,53 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_f}{\sigma}$$

$$n = \frac{332,53 \text{ MPa}}{72,53 \text{ MPa}}$$

$$n = 4,6 \quad \text{OK}$$

Luego de haber finalizado el diseño del eje tanto por resistencia estática y por fatiga se escoge el eje de ½ pulgada de acero inoxidable AISI 304; debido a que no es muy común encontrar en el mercado ejes de 6mm.



### 6.6.12.2 Sistema rebobinador de Etiquetas

Para realizar el diseño del eje rebobinador se analiza en dos sección debido a que este sistema es el encargado de transmitir el movimiento del motor mediante cadena.

#### ❖ SECCIÓN UNO

##### Cálculo del Momento Torsor

Una sección del eje se encuentra acoplado a un piñón con sus respectivas tensiones generadas por la cadena, que es la encargada de transmitir el movimiento, por lo que se presenta un momento Torsor que se debe calcular para llevar acabo el diseño del eje rebobinador.

Para calcular el torque que se genera debido a la potencia del motor se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = T * w \quad \text{Ecuación (6.28)}$$

Donde:

P: Potencia del motor [w]

w: Velocidad angular [rad/seg]

T: Torque generado [N.m]

$$T = \frac{P}{w}$$

$$T = \frac{90 \text{ W}}{5.235 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}}$$

$$T = 17.19 \text{ N.m}$$

## Descomposición de las tensiones de las ruedas dentadas

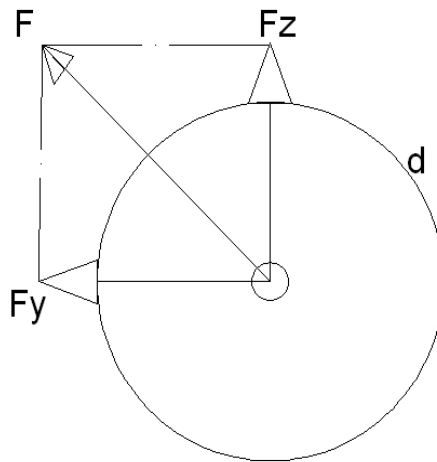
Con la tensión de la cadena obtenida se procede a la descomposición de la fuerza con la finalidad de obtener el momento máximo flexionante.

$$F = T_1 + T_2$$

Ecuación (6.29)

$$F = 105,92 \text{ N} + 105,92 \text{ N}$$

$$F = 211,84 \text{ N}$$



**Figura 6.12:** Diagrama de cuerpo libre de la tensión generada por la cadena

**Elaborado por:** Néstor Patín

$$\sin 18,19^\circ = \frac{F_z}{F}$$

$$F_z = \sin 18,19^\circ \times 211,84 \text{ N}$$

$$F_z = 66,16 \text{ N}$$

$$\cos 18,19^\circ = \frac{F_y}{F}$$

$$F_y = \cos 18,19^\circ \times 211,84 \text{ N}$$

$$F_y = 201,24 \text{ N}$$

## Cálculo de reacciones y diagramas de fuerza cortante y momento flector

Plano X-Z

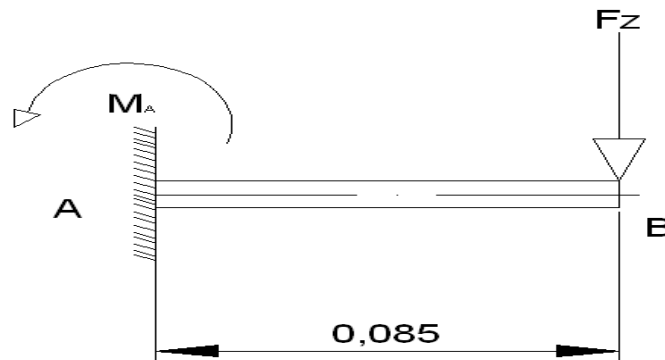


Figura 6.13: Descomposición de las fuerzas en el plano X-Z

Elaborado por: Néstor Patín

$$\uparrow + \Sigma M_A = 0$$

$$M_A - (66,16)(0,085) = 0$$

$$M_A = 5,62 \text{ N.m}$$

$$\uparrow + \Sigma F_Z = 0$$

$$R_{Az} - F_z = 0$$

$$R_{Az} = 66,16 \text{ N}$$

Fuerzas Cortantes

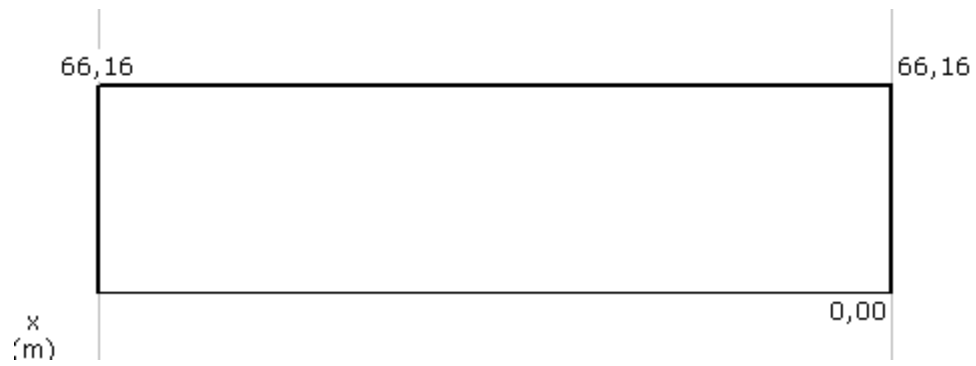
$$V_A = R_{Az}$$

$$V_A = 66,16 \text{ N}$$

$$V_B = V_A - F_z$$

$$V_B = 66,16 \text{ N} - 66,16 \text{ N}$$

$$V_B = 0$$



**Figura 6.14:** Diagrama de Fuerza cortante del eje rebobinador Plano X-Z

**Elaborado por:** Néstor Patín

Áreas

$$A_1 = 0,085 \times -66,16 = -5,62 \text{ N.m}$$

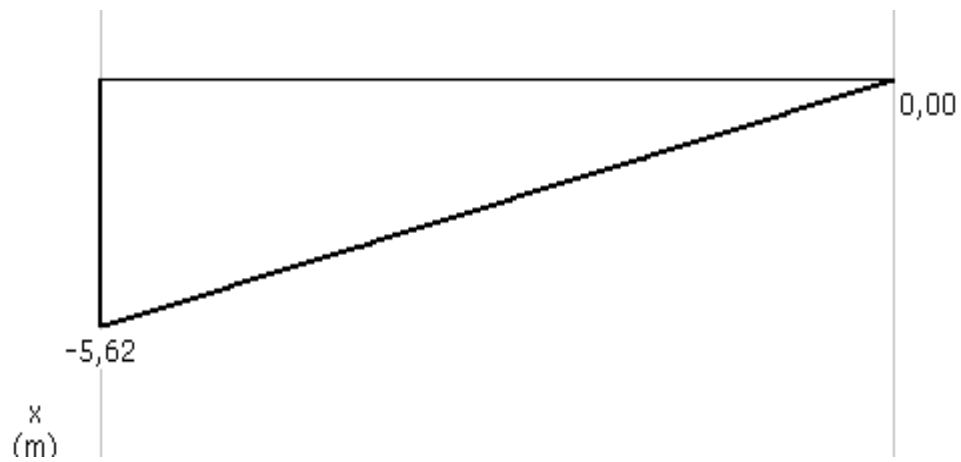
Momento Flector

$$M_A = 5,62 \text{ N.m}$$

$$M_B = M_A - A_1$$

$$M_B = 5,62 \text{ N.m} - 5,62 \text{ N.m}$$

$$M_B = 0$$



**Figura 6.15:** Diagrama de Momento cortante del eje rebobinador Plano X-Z

**Elaborado por:** Néstor Patín

## Cálculo de reacciones y diagramas de fuerza cortante y momento flector

Plano X-Y

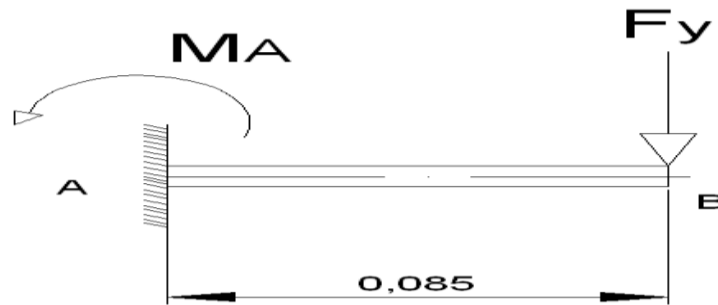


Figura 6.16: Descomposición de las fuerzas en el plano X-Y

Elaborado por: Néstor Patín

$$\uparrow + \Sigma M_A = 0$$

$$M_A - (201,24)(0,085) = 0$$

$$M_A = 17,18 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$R_{Ay} - F_y = 0$$

$$R_{Ay} = 201,24 \text{ N}$$

Fuerzas Cortantes

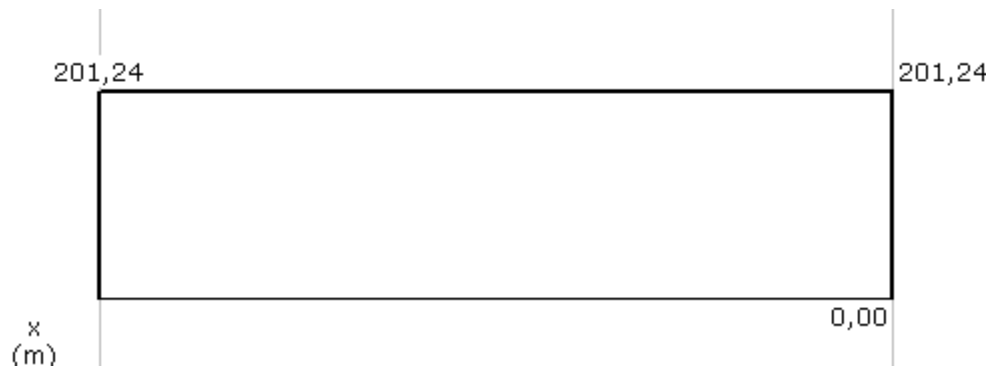
$$V_A = R_{Ay}$$

$$V_A = 201,24 \text{ N}$$

$$V_B = V_A - F_y$$

$$V_B = 201,24 \text{ N} - 201,24 \text{ N}$$

$$V_B = 0$$



**Figura 6.17:** Diagrama de Fuerza cortante del eje rebobinador Plano X-Y

**Elaborado por:** Néstor Patín

Áreas

$$A_1 = 0,085 \times -201,24 = -17,18 \text{ N.m}$$

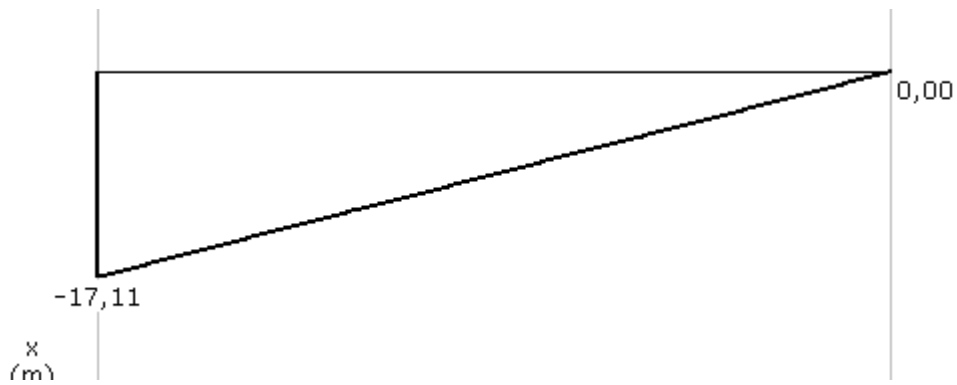
Momento Flector

$$M_A = 17,18 \text{ N * m}$$

$$M_B = M_A - A_1$$

$$M_B = 17,18 \text{ N.m} - 17,18 \text{ N.m}$$

$$M_B = 0$$



**Figura 6.18:** Diagrama Momento cortante del eje rebobinador Plano X-Y

**Elaborado por:** Néstor Patín

Luego de encontrar el momento máximo en los planos Y y Z respectivamente se realiza la sumatoria de momentos en cada punto.

$$\overline{M}_A = 0\bar{i} + 0\bar{j} + 0\bar{k}$$

$$\overline{M}_A = 0\bar{i} + 17,18\bar{i} + 5,62\bar{k}$$

$$M_{\text{máximo}} = 22,80 \text{ N}\cdot\text{m}$$

### **Diseño Por Resistencia Estática**

Para encontrar el diámetro del eje del sistema rebobinador se utilizó la teoría de la energía de distorsión para lo cual se asumió los siguientes parámetros:

- El eje es de sección circular de Acero AISI 304, debido a que la máquina va a trabajar en ambientes húmedos.
- $S_y = 310 \text{ MPa}$

Cabe resaltar que para el diseño del eje rebobinador se utilizará la misma teoría y ecuaciones aplicadas en el diseño del eje desbobinador.

El Esfuerzo por flexión Máximo se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_X = \frac{32M}{\pi d^3}$$

Solución:

Remplazando el Momento Máximo Flexionante se obtiene lo siguiente:

$$\sigma_X = \frac{32(22,80 \text{ N}\cdot\text{m})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{232,28 N.m}{d^3}$$

El Esfuerzo por torsión máximo se determina mediante la ecuación mostrada a continuación:

$$\tau_x = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Solución:

Remplazando el Momento Torsor Máximo se obtiene lo siguiente:

$$\tau_x = \frac{16(17,19 N.m)}{\pi d^3}$$

$$\tau_x = \frac{87.54 N.m}{d^3}$$

La teoría de Von Mises se define mediante la ecuación mostrada a continuación.

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

Solución:

Remplazando los esfuerzos máximos por flexión y torsión se obtiene lo siguiente:

$$\sigma' = \sqrt{\left(\frac{232,28 N.m}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{87.54 N.m}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma' = \frac{277,38 N.m}{d^3}$$

El factor de seguridad se calcula mediante la siguiente expresión:



$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{1.2 \times (277,38 \text{ N} \cdot \text{m})}{310 \times 10^6 \text{ N/m}^2}}$$

$$d = 0,0102 \text{ m}$$

$$d = 10,2 \text{ mm}$$

### **Diseño Por Resistencia a Fatiga**

Para realizar el diseño del eje a fatiga se considera los siguientes parámetros que se detallan a continuación:

- Material: Acero Inoxidable AISI 304
- Velocidad angular del Eje: 50 rpm
- Suponemos los factores de resistencia a fatiga igual 0.3 debido a que no se conoce el diámetro del eje.

### **Límite de resistencia a fatiga**

Para analizar una falla por resistencia a fatiga es necesario determinar el límite de resistencia a fatiga ( $S_e'$ ) que tiene el material. Para materiales dúctiles (aceros) se usa la siguiente relación.

$$S_e' = 0,5S_{ut} \qquad S_{ut} \leq 200\text{Kpsi}(1400\text{Mpa})$$

La resistencia a la tensión de AISI 304 es igual a:  $S_{ut} = 620 \text{ MPa}$

Remplazando el valor de la resistencia a la tensión se obtiene lo siguiente:

$$S_e' = 0,5(620 \text{ Mpa})$$

$$S_e' = 310 \text{ Mpa}$$

**Límite de Resistencia a fatiga en la ubicación crítica de una parte de la máquina**

$$S_e = 0,3S_e'$$

$$S_e = 0,3(310\text{Mpa})$$

$$S_e = 93 \text{ Mpa}$$

**Resistencia a la fatiga**

$$S_f = aN^b$$

Dónde:

*a y b = Constantes*

*N = Número de ciclos*

Para  $S_{ut}=620$  MPa (90Kpsi);  $f=0.859$  debido a que la resistencia a la tensión se encuentra en el rango de  $70 \leq S_{ut} \leq 200$  kpsi

$$a = \frac{(f.S_{ut})^2}{S_e}$$

$$a = \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})^2}{93 \text{ Mpa}}$$

$$a = 3049,908 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(f.S_{ut})}{S_e}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})}{93 \text{ Mpa}}$$

$$b = -0.252$$

$$S_f = 3049,908 (55213)^{-0,252}$$

$$S_f = 198,96 \text{ Mpa}$$

### **Diámetro del eje por Resistencia a Fatiga**

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot n \cdot M}{\pi \cdot S_f}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1.2 \times (22,80 \text{ N} \cdot \text{m})}{\pi \times (198,96 \times \frac{10^6 \text{ N}}{\text{m}^2})}}$$

$$d = 0,011 \text{ m}$$

$$d = 11 \text{ mm}$$

- **Refinamiento de cálculo con el diámetro de 11 mm.**

### **Factor de Modificación de la condición Superficial (Ka)**

$$K_a = a S_{ut}^b$$

Los valores de  $a$  y  $b$  son:

Dónde:

$$a = 4,51 \text{ Mpa}$$

$$b = -0,265$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$K_a = 4,51(620)^{-0,265}$$

$$K_a = 0,82$$

### **Factor de Modificación del Tamaño (Kb)**

Debido a que el diámetro es de 11 mm se utiliza la ecuación:

$$Kb = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0,107} \quad \text{Para } 2.71 \leq d \leq 51mm$$

$$Kb = \left(\frac{11}{7.62}\right)^{-0,107}$$

$$Kb = 1,04$$

### **Factor de Modificación de Carga (Kc)**

$$Kc = 1$$

### **Factor de Modificación de temperatura (Kd)**

$$Kd = 1$$

### **Factor de Modificación de Confiabilidad (Ke)**

Se asume una confiabilidad del 90%

$$Ke = 0.897$$

### **Factor de Efectos Varios (Kf)**

Debido a que la sección el eje es uniforme este factor es igual a:

$$Kf = 1$$

**Luego de obtener todos los factores modifican se calcula el límite de resistencia a fatiga (Se).**

$$Se = Ka * Kb * Kc * Kd * Ke * Kf \times Se'$$

$$Se = 0,82 * 1,04 * 1 * 1 * 0.897 * 1 \times 310$$

$$Se = 237,15 \text{ Mpa}$$

### **Cálculo de Resistencia a la Fatiga**

$$f = 0,859; \quad \text{Para: } 70 \leq Sut \leq 200kpsi$$

$$a = \frac{(f.Sut)^2}{Se}$$

$$a = \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})^2}{237,15 \text{ Mpa}}$$

$$a = 1196,04 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(f.Sut)}{se}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})}{237,15}$$

$$b = -0.117$$

$$S_f = 1196,04(55213)^{-0,117}$$

$$S_f = 333,37 \text{ Mpa}$$

### **Factor de Seguridad**

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{32(22,80)}{\pi(0.011)^3}$$

$$\sigma = 174,48 \text{ MPa}$$

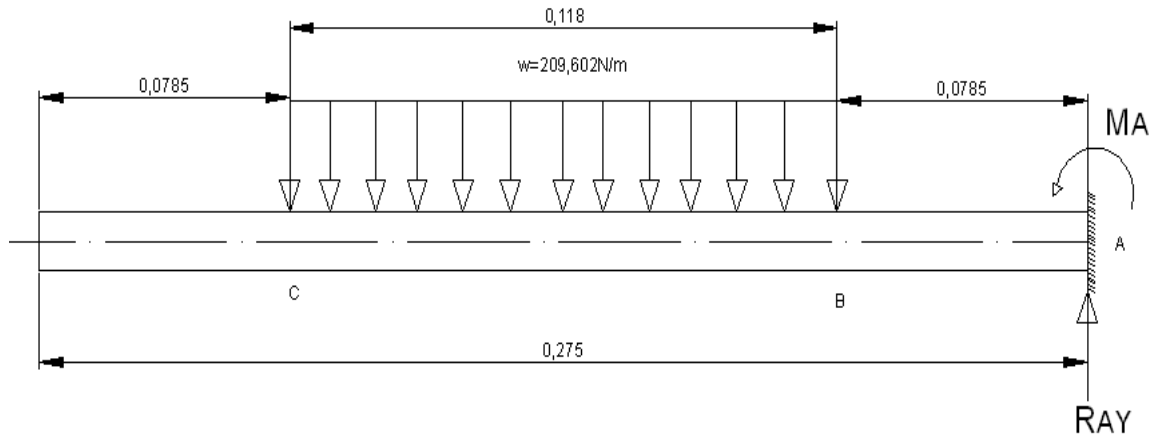
$$n = \frac{S_f}{\sigma}$$

$$n = \frac{333,37 \text{ MPa}}{174,48 \text{ MPa}}$$

$$n = 1,91 \quad \text{OK}$$

Luego de haber finalizado el diseño del eje tanto por resistencia estática y por fatiga se escoge el eje de ½ pulgada de acero inoxidable AISI 304.

❖ SECCIÓN DOS



**Figura 6.19:** Diagrama de cuerpo libre del eje rebobinador sección dos

**Elaborado por:** Néstor Patín

$$\uparrow + \Sigma M_A = 0$$

$$M_A + \left( \frac{24.733 \text{ N}}{m} \right) * (0.1375 \text{ m}) = 0$$

$$M_A = -3.4 \text{ N.m}$$

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$RAY - 24.733 = 0$$

$$RAY = -24.733 \text{ N}$$

**Fuerzas Cortantes**

$$V_A = RAY$$

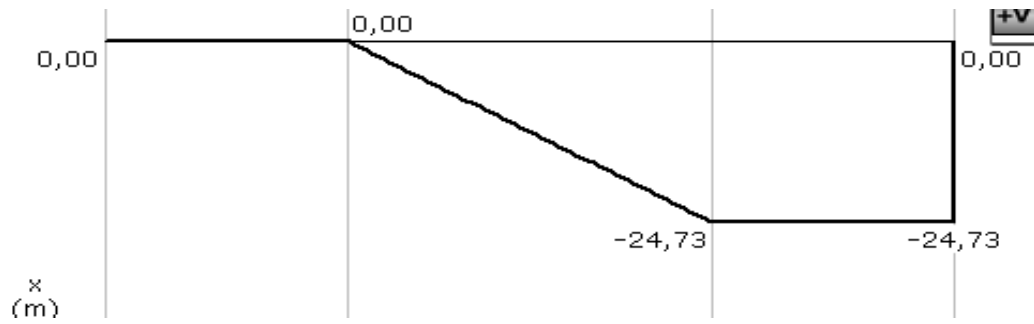
$$V_A = -24.733 \text{ N}$$

$$V_{B \text{ izqui}} = V_A$$

$$V_{B \text{ izqui}} = -24.733 \text{ N}$$

$$V_{C \text{ izqui}} = -24.733 + 24.733$$

$$V_{C \text{ izqui}} = 0$$



**Figura 6.20:** Diagrama de fuerza cortante

Elaborado por: Néstor Patín

### Momento Flector

$$A_1 = -1.459 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A_2 = -1.941 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A_3 = -0.559 \text{ N} \cdot \text{m}$$

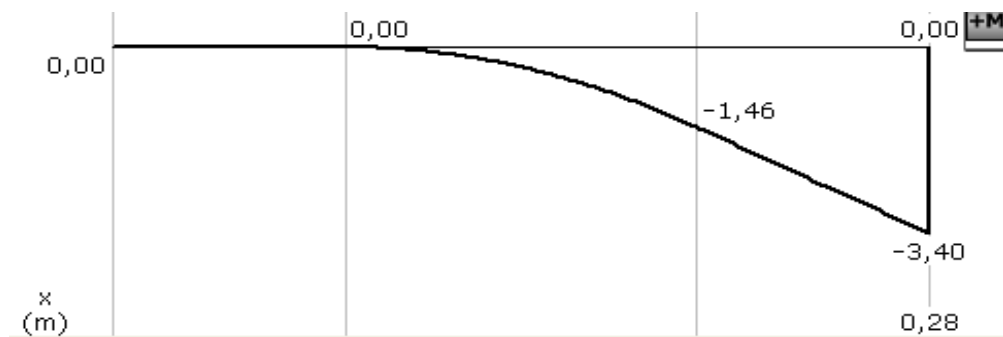
$$M_A = -3.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_B = -M_A - A_1 = -1.46 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_C = M_B - A_2$$

$$M_C = -1.450 \text{ N} \cdot \text{m} + 1.459 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_C = 0$$



**Figura 6.21:** Diagrama de Momento Flector

Elaborado por: Néstor Patín

## Diseño Por Resistencia Estática

Para encontrar el diámetro del eje del sistema rebobinador se utilizó la teoría de la energía de distorsión para lo cual se asumió los siguientes parámetros:

- El eje es de sección circular de Acero AISI 304, debido a que la máquina va a trabajar en ambientes húmedos.
- $S_y = 310 \text{ MPa}$

Cabe resaltar que para el diseño del eje rebobinador se utilizará la misma teoría y ecuaciones aplicadas en el diseño del eje desbobinador.

El Esfuerzo por flexión Máximo se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_X = \frac{32M}{\pi d^3}$$

Solución:

Remplazando el Momento Máximo Flexionante se obtiene lo siguiente:

$$\sigma_X = \frac{32(3.4 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_X = \frac{34.632 \text{ N.m}}{d^3}$$

El Esfuerzo por Torsión Máximo se determina mediante la ecuación mostrada a continuación:

$$\tau_X = \frac{16T}{\pi d^3}$$



Solución:

Remplazando el Momento Torsor Máximo se obtiene lo siguiente:

$$\tau_x = \frac{16(2,724 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\tau_x = \frac{13,87 \text{ N.m}}{d^3}$$

La teoría de Von Mises se define mediante la ecuación mostrada a continuación.

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

Solución:

Remplazando los esfuerzos máximos por flexión y torsión se obtiene lo siguiente:

$$\sigma' = \sqrt{\left(\frac{34,632 \text{ N.m}}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{13,87 \text{ N.m}}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma' = \frac{42,1517 \text{ N.m}}{d^3}$$

El factor de seguridad se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{1,2 \times (42,1517 \text{ N.m})}{310 \times 10^6 \text{ N/m}^2}}$$

$$d = 0,0054 \text{ m}$$

$$d = 5,4 \text{ mm}$$

## **Diseño Por Resistencia a Fatiga**

Para realizar el diseño del eje a fatiga se considera los siguientes parámetros que se detallan a continuación:

- Material: Acero Inoxidable AISI 304
- Velocidad angular del Eje: 50 rpm
- Suponemos los factores de resistencia a fatiga igual 0.3 debido a que no se conoce el diámetro del eje.

### **Límite de resistencia a fatiga**

Para analizar una falla por resistencia a fatiga es necesario determinar el límite de resistencia a fatiga ( $S_e'$ ) que tiene el material. Para materiales dúctiles (aceros) se usa la siguiente relación.

$$S_e' = 0,5S_{ut} \qquad S_{ut} \leq 200Kpsi(1400Mpa)$$

La resistencia a la tensión de AISI 304 es igual a:  $S_{ut} = 620 \text{ MPa}$

Remplazando el valor de la resistencia a la tensión se obtiene lo siguiente:

$$S_e' = 0,5(620 \text{ Mpa})$$

$$S_e' = 310 \text{ Mpa}$$

### **Límite de Resistencia a fatiga en la ubicación crítica de una parte de la máquina**

$$S_e = 0,3S_e'$$

$$S_e = 0,3(310 \text{ Mpa})$$

$$S_e = 93 \text{ Mpa}$$

## Resistencia a la fatiga

$$S_f = aN^b$$

Dónde:

$a$  y  $b$  = Constantes

$N$  = Número de ciclos

Para  $S_{ut}=620$  MPa (90Kpsi);  $f=0.859$  debido a que la resistencia a la tensión se encuentra en el rango de  $70 \leq S_{ut} \leq 200$  kpsi.

$$a = \frac{(f.S_{ut})^2}{S_e}$$

$$a = \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})^2}{93 \text{ Mpa}}$$

$$a = 3049,90 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(f.S_{ut})}{S_e}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})}{93 \text{ Mpa}}$$

$$b = -0.252$$

$$S_f = 3049,90 (55213)^{-0,252}$$

$$S_f = 194,66 \text{ Mpa}$$

## Diámetro del eje por Resistencia a Fatiga

$$d = \sqrt[3]{\frac{32.n.M}{\pi.S_f}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1,2 \times (3.4 \text{ N.m})}{\pi \times (194,66 \times \frac{10^6 \text{ N}}{\text{m}^2})}}$$

$$d = 0,006\text{m}$$

$$d = 6 \text{ mm}$$

- **Refinamiento de cálculo con el diámetro de 6 mm.**

### **Factor de Modificación de la condición Superficial (Ka)**

$$Ka = aSut^b$$

Los valores de  $a$  y  $b$  son:

Dónde:

$$a = 4,51 \text{ Mpa}$$

$$b = -0,265$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$Ka = 4,51(620)^{-0,265}$$

$$Ka = 0,82$$

### **Factor de Modificación del Tamaño (Kb)**

Debido a que el diámetro es de 6 mm se utiliza la ecuación:

$$Kb = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0,107} \quad \text{Para } 2.71 \leq d \leq 51\text{mm}$$

$$Kb = \left(\frac{6}{7.62}\right)^{-0,107}$$

$$Kb = 1,02$$

**Factor de Modificación de Carga (Kc)**

$$Kc = 1$$

**Factor de Modificación de temperatura (Kd)**

$$Kd = 1$$

**Factor de Modificación de Confiabilidad (Ke)**

Se asume una confiabilidad del 90%

$$Ke = 0.897$$

**Factor de Efectos Varios (Kf)**

Debido a que la sección el eje es uniforme este factor es igual a:

$$Kf = 1$$

**Luego de obtener todos los factores modifican se calcula el límite de resistencia a fatiga (Se).**

$$Se = Ka * Kb * Kc * Kd * Ke * Kf \times Se'$$

$$Se = 0.82 * 1,02 * 1 * 1 * 0.897 * 1 \times 310$$

$$Se = 233,99Mpa$$

**Cálculo de Resistencia a la Fatiga**

$$f = 0,859; \quad \text{Para: } 70 \leq Sut \leq 200kpsi$$

$$a = \frac{(f.Sut)^2}{Se}$$

$$a = \frac{(0.859 \times 620 Mpa)^2}{233,99 Mpa}$$

$$a = 1212,19 Mpa$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(f.Sut)}{Se}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(0.859 \times 620 Mpa)}{233,99}$$

$$b = -0.12$$

$$S_f = 1212,19(55213)^{-0,12}$$

$$S_f = 326,98 \text{ MPa}$$

### **Factor de Seguridad**

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{32(3.4)}{\pi(0.006)^3}$$

$$\sigma = 160,33 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_f}{\sigma}$$

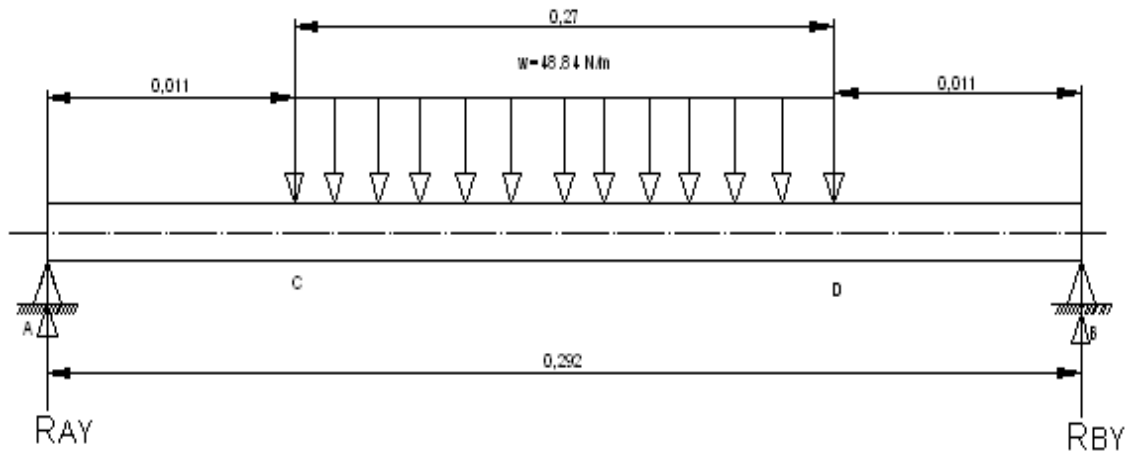
$$n = \frac{326,98 \text{ MPa}}{160,33 \text{ MPa}}$$

$$n = 2,04 \quad \text{OK}$$

Luego de haber finalizado el diseño del eje tanto por resistencia estática y por fatiga se escoge un diámetro estándar de ½ pulgada con la finalidad de tener uniformidad en el eje ya que el diámetro seleccionado en la sección uno es de ½ plg. Además evitar el maquinado con lo que se optimiza costos de fabricación.

### **6.6.12.3 Diseño del eje del sistema giro de envases**

Para realizar el diseño de este eje se analiza como una viga simplemente apoyada debido a que en sus extremos se encuentra apoyada en una caja de rodamientos.



**Figura 6.22:** Diagrama de cuerpo libre del eje sistema giro de envases

**Elaborado por:** Néstor Patín

$$\uparrow + \Sigma M_A = 0$$

$$-\left(\frac{13.18N}{m}\right) * (0.146 m) + RBy(0.292 m) = 0$$

$$1.93N * m = RBy(0.292 m)$$

$$RBy = 6.59N$$

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$RAy + RBy - 48.84 (0.27) = 0$$

$$RAy + 6.59 - 13.18 = 0$$

$$RAy = 6.59 N$$

### Fuerzas Cortantes

$$V_{A \text{ izqui}} = 0$$

$$V_{A \text{ dere}} = 0 + RAy$$

$$V_{A \text{ dere}} = 6.59 N$$

$$V_{C \text{ izqui}} = V_{A \text{ dere}} + 0$$

$$V_{C \text{ izqui}} = 6.59 N$$

$$V_{C \text{ dere}} = V_{C \text{ izqui}} - 13.18N$$

$$V_{C \text{ dere}} = 6.59 N - 13.18N$$

$$V_{C \text{ dere}} = -6.59N$$

$$V_D = V_{C \text{ dere}}$$

$$V_D = -6.59 N$$

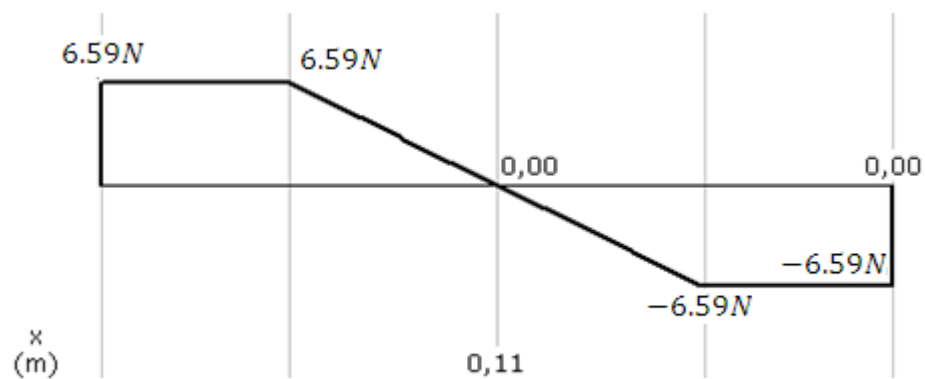
$$V_{B \text{ izqui}} = V_D$$

$$V_{B \text{ izqui}} = -6.59 N$$

$$V_{B \text{ dere}} = V_{B \text{ izqui}} + RBy$$

$$V_{B \text{ dere}} = -6.59N + 6.59N$$

$$V_{B \text{ dere}} = 0$$



**Figura 6.23:** Diagrama de fuerza cortante

**Elaborado por:** Néstor Patín

### **Momento Flector**

$$A_1 = 0.072 N * m$$

$$A_2 = 0.445 N * m$$

$$A_3 = -0.072 N * m$$

$$A_4 = -0.445 N * m$$

$$M_A = 0$$

$$M_C = M_A + A_1 = 0.072 N * m$$



$$M_G = M_C + A_2$$

$$M_G = 0.072 \text{ N} \cdot \text{m} + 0.445 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_G = 0.517 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_D = M_G + A_3$$

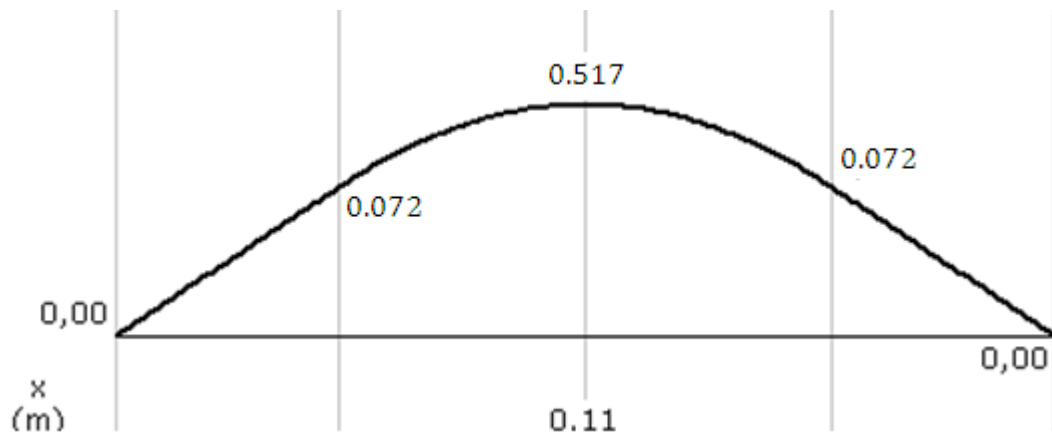
$$M_D = 0.517 \text{ N} \cdot \text{m} - 0.445 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_D = 0.072 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_B = M_D + A_4$$

$$M_B = 0.072 \text{ N} \cdot \text{m} - 0.072 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_B = 0$$



**Figura 6.24:** Diagrama de Momento Flector

Elaborado por: Néstor Patín

### **Diseño Por Resistencia Estática**

Para encontrar el diámetro del eje del sistema giro de envases se utilizó la teoría de la energía de distorsión para lo cual se asumió los siguientes parámetros:

- El eje es de sección circular de Acero AISI 304, debido a que la máquina va a trabajar en ambientes húmedos.
- $S_y = 310 \text{ MPa}$ ;

El Esfuerzo por flexión Máxima se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_X = \frac{32M}{\pi d^3}$$

Dónde:

$\sigma_X$ : Esfuerzo por flexión máximo [MPa]

$M$ : Momento Flexionante máximo [N.m]

$d$ : Diámetro del eje [m]

Solución:

Remplazando el Momento Máximo Flexionante se obtiene lo siguiente:

$$\sigma_X = \frac{32(0.517 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_X = \frac{5.267 \text{ N.m}}{d^3}$$

El Esfuerzo por torsión máximo se determina mediante la ecuación mostrada a continuación:

$$\tau_X = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Dónde:

$\tau_X$ : Esfuerzo por flexión máximo [MPa]

$T$ : Momento torsor máximo [N.m]

$d$ : diámetro del eje [m]

Solución:

Remplazando el momento torsor máximo se obtiene lo siguiente:

$$\tau_X = \frac{16(0.181 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\tau_x = \frac{0.93 \text{ N.m}}{d^3}$$

La teoría de Von Mises se define mediante la ecuación mostrada a continuación.

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

Dónde:

$\sigma'$ : Esfuerzo de Von Mises [MPa]

$\sigma_x$ : Esfuerzo por flexión máximo [MPa]

$\tau_x$ : Esfuerzo por torsión máximo [MPa]

Solución:

Remplazando los esfuerzos máximos por flexión y torsión se obtiene lo siguiente:

$$\sigma' = \sqrt{\left(\frac{5.267 \text{ N.m}}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{0.93 \text{ N.m}}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma' = \frac{5.51 \text{ N.m}}{d^3}$$

El factor de seguridad se calcula:

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Dónde:

$S_y$ : Resistencia del material [MPa]

Una vez remplazado los valores en la ecuación tenemos que el diámetro es igual a:

$$d = \sqrt[3]{\frac{1,2 \times (5.51 \text{ N.m})}{310 \times 10^6 \text{ N/m}^2}}$$

$$d = 0,003 \text{ m}$$

$$d = 3 \text{ mm}$$

### **Diseño Por Resistencia a Fatiga**

Para realizar el diseño del eje a fatiga se considera los siguientes parámetros que se detallan a continuación:

- Material: Acero Inoxidable AISI 304
- Velocidad angular del Eje: 50 rpm
- Suponemos los factores de resistencia a fatiga igual 0.3 debido a que no se conoce el diámetro del eje.

### **Límite de resistencia a fatiga**

Para analizar una falla por resistencia a fatiga es necesario determinar el límite de resistencia a fatiga ( $S_e'$ ) que tiene el material. Para materiales dúctiles (aceros) se usa la siguiente relación.

$$S_e' = 0,5S_{ut} \qquad S_{ut} \leq 200Kpsi(1400Mpa)$$

La resistencia a la tensión de AISI 304 es igual a:  $S_{ut} = 620 \text{ MPa}$

Remplazando el valor de la resistencia a la tensión se obtiene lo siguiente:

$$S_e' = 0,5(620 \text{ Mpa})$$

$$S_e' = 310 \text{ Mpa}$$

### **Límite de Resistencia a fatiga en la ubicación crítica de una parte de la máquina**

$$S_e = 0,3S_e'$$

$$S_e = 0,3(310 \text{ Mpa})$$

$$S_e = 93 \text{ Mpa}$$

### Resistencia a la fatiga

$$S_f = aN^b$$

Dónde:

$a$  y  $b$  = Constantes

$N$  = Número de ciclos

Para  $S_{ut}=620$  MPa (90Kpsi);  $f=0.859$  debido a que la resistencia a la tensión se encuentra en el rango de  $70 \leq S_{ut} \leq 200$  kpsi

$$a = \frac{(f \cdot S_{ut})^2}{S_e}$$

$$a = \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})^2}{93 \text{ Mpa}}$$

$$a = 3049,908 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(f \cdot S_{ut})}{S_e}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})}{93 \text{ Mpa}}$$

$$b = -0.252$$

$$S_f = 3049,908 (55213)^{-0,252}$$

$$S_f = 194,67 \text{ Mpa}$$

### Diámetro del eje por Resistencia a Fatiga

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot n \cdot M}{\pi \cdot Sf}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1,2 \times (0.517 \text{ N} \cdot \text{m})}{\pi \times (194,67 \times \frac{10^6 \text{ N}}{\text{m}^2)}}$$

$$d = 0,00518 \text{ m}$$

$$d = 5.18 \text{ mm}$$

- Refinamiento de cálculo con el diámetro de 6 mm.

### Factor de Modificación de la condición Superficial (Ka)

$$Ka = aSut^b$$

Los valores de  $a$  y  $b$

Dónde:

$$a = 4,51 \text{ Mpa}$$

$$b = -0,265$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$Ka = 4,51(620)^{-0,265}$$

$$Ka = 0,82$$

### Factor de Modificación del Tamaño (Kb)

Debido a que el diámetro es de 6 mm se utiliza la ecuación mostrada a continuación.

$$Kb = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0,107} \quad \text{Para } 2.71 \leq d \leq 51 \text{ mm}$$

$$Kb = \left(\frac{6}{7.62}\right)^{-0,107}$$

$$Kb = 1.025$$

#### **Factor de Modificación de Carga (Kc)**

$$Kc = 1$$

#### **Factor de Modificación de temperatura (Kd)**

$$Kd = 1$$

#### **Factor de Modificación de Confiabilidad (Ke)**

Se asume una confiabilidad del 90%

$$Ke = 0.897$$

#### **Factor de Efectos Varios (Kf)**

Debido a que la sección el eje es uniforme este factor es igual a:

$$Kf = 1$$

**Luego de obtener todos los factores modifican se calcula el límite de resistencia a fatiga ( $S_e$ ).**

$$S_e = Ka * Kb * Kc * Kd * Ke * Kf \times S_e'$$

$$S_e = 0.82 * 1.025 * 1 * 1 * 0.897 * 1 \times 310$$

$$S_e = 233,72 Mpa$$

#### **Cálculo de Resistencia a la Fatiga**

$$f = 0,859; \quad \text{Para: } 70 \leq S_{ut} \leq 200kpsi,$$

$$a = \frac{(f \cdot S_{ut})^2}{S_e}$$

$$a = \frac{(0.859 \times 620 Mpa)^2}{233,72 Mpa}$$

$$a = 1213,59 Mpa$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(f \cdot S_{ut})}{S_e}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{(0.859 \times 620 \text{ Mpa})}{233,72}$$

$$b = -0.119$$

$$S_f = 1213,59 (55213)^{-0,119}$$

$$S_f = 330,95 \text{ Mpa}$$

### **Factor de Seguridad**

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{32(0.571)}{\pi(0.006)^3}$$

$$\sigma = 83.909 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_f}{\sigma}$$

$$n = \frac{330,95 \text{ MPa}}{83.909 \text{ MPa}}$$

$$n = 3,94 \quad \text{OK}$$

Luego de haber finalizado el diseño del eje tanto por resistencia estática y por fatiga se escoge el eje de 6 mm de acero inoxidable AISI 304.

### **6.6.13 Selección de rodamientos**

#### **6.6.13.1 Sistema Desbobinador de Etiquetas**

Para la selección del rodamiento adecuado se tomó en consideración los siguientes parámetros:



- El eje gira a 50 rpm
- Trabaja con una confiabilidad de 95%
- Temperatura de funcionamiento 40°C
- Funciona sin vibraciones

$$f_s = 0,8 \text{ Anexo 14}$$

$$P_o = F_r = 18.962 \text{ N}$$

$$C_o = f_s * P_o$$

$$C_o = (0,8)(18.962\text{N})$$

$$C_o = 15.1696 \text{ N}$$

### **Carga Dinámica Equivalente**

$L_{10}h = \rightarrow$  duración nominal en horas de servicio

Para máquinas que trabajan 8 horas, no totalmente utilizadas.

$L_{10}h = 10000$  a  $25000$ , Anexo 15

$$a_1 = 0,62 \text{ (Anexo 16)}$$

$$a_{23} = 1,5 \text{ Valor asumido}$$

$$C = P \sqrt[3]{\frac{L_{10}h * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

Ecuación 6.30

$$C = (15.1696 \text{ N}) \sqrt[3]{\frac{10000 * 50 * 60}{1000000 * 0,62 * 1,5}}$$

$$C = 48.289 \text{ N}$$

Con la carga dinámica calculada se seleccionó del Anexo 17 el siguiente Rodamiento rígido de Bolas 606.

$$d = 8 \text{ mm}$$

$$D = 22 \text{ mm}$$

$$B = 7\text{mm}$$

$$C = 3.25 \text{ KN}$$

**Comprobación:**

$$dm = \frac{D + d}{2}$$

Ecuación 6.31

$$dm = \frac{8+22}{2}$$

$$dm = 10 \text{ mm}$$

$$V_1 = 500 \text{ mm}^2/\text{s}; \text{ (Anexo 18)}$$

$$V = 300 \text{ mm}^2/\text{s}; \text{ (Anexo 19)}$$

$$K = \frac{V}{V_1}$$

$$K = \frac{500}{300}$$

$$K = 1.6$$

$$a_{23} = 1.9 \text{ (Anexo 20)}$$

$$C = P \sqrt[3]{\frac{L_{10} h * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = (48,289 \text{ N}) \sqrt[3]{\frac{10000 * 50 * 60}{1000000 * 0,62 * 1,9}}$$

$$C = 65,943\text{N}$$

La capacidad de carga del rodamiento es mayor que la calculada por lo tanto se utilizará el rodamiento tipo 606.

### 6.6.13.2 Sistema rebobinador de desperdicios

Luego de haber diseñado el eje del sistema rebobinador de desperdicios es necesario selección una chumacera que se adapte a las dimensiones del eje seleccionado. Con el diámetro del eje se escogió una chumacera de piso de las siguientes características.

Chumacera tipo UCP201- 008D1

H2=62mm

L=127 mm

Numero de rodamientos UC201D1

Estos valores se obtuvieron del Anexo 21

### 6.6.14 Sistema giro de envases

Para la selección del rodamiento adecuado se tomó en consideracion los siguienetes parametros:

- El eje gira a 50 rpm
- Trabaja con una confiabilidad de 95%
- Temperatura de funcionamiento 40°C
- Funciona sin vibraciones

$$f_s = 0,8$$

$$P_o = F_r = 6.59 \text{ N}$$

$$C_o = f_s * P_o$$

$$C_o = (0,8)(6.59\text{N})$$

$$C_o = 5.272 \text{ N}$$

### Carga Dinámica Equivalente

$L_{10}h = \rightarrow$  duración nominal en horas de servicio

Para máquinas que trabajan 8 horas, no totalmente utilizadas.

$$L_{10}h = 10000 \text{ a } 25000,$$

$$a_1 = 0,62$$

$$a_{23} = 1,5 \text{ Valor asumido}$$

$$C = P \sqrt[3]{\frac{L_{10}h * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = (5.272 \text{ N}) \sqrt[3]{\frac{10000 * 50 * 60}{1000000 * 0,62 * 1,5}}$$

$$C = 32.25 \text{ N}$$

Con la carga dinámica calculada se seleccionó el siguiente Rodamiento rígido de Bolas

626.2Z, (Anexo 17)

$$d = 6 \text{ mm}$$

$$D = 19 \text{ mm}$$

$$B = 6 \text{ mm}$$

$$C = 2.55 \text{ KN}$$

### **Comprobación:**

$$dm = \frac{D + d}{2}$$

$$dm = \frac{6+19}{2}$$

$$dm = 12.5 \text{ mm}$$

$$V_1 = 500 \text{ mm}^2/\text{s};$$

$$V = 300 \text{ mm}^2/\text{s};$$

$$K = \frac{V}{V_1}$$

$$K = \frac{500}{300}$$

$$K = 1.6$$

$a_{23} = 1.9$  del catálogo SKF

$$C = P \sqrt[3]{\frac{L_{10} h * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = (32.25 \text{ N}) \sqrt[3]{\frac{10000 * 50 * 60}{1000000 * 0,62 * 1,9}}$$

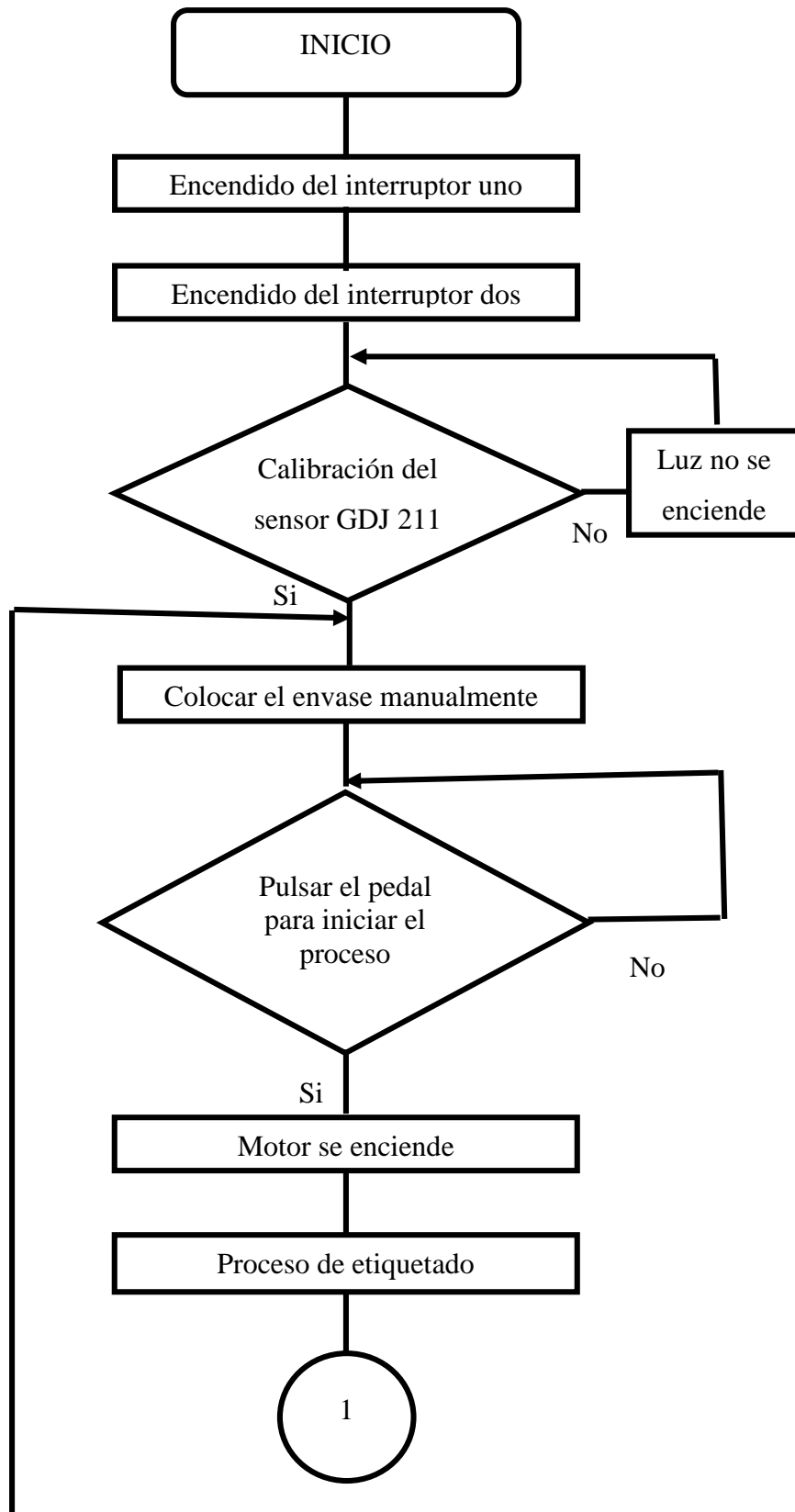
$$C = 94.88 \text{ N}$$

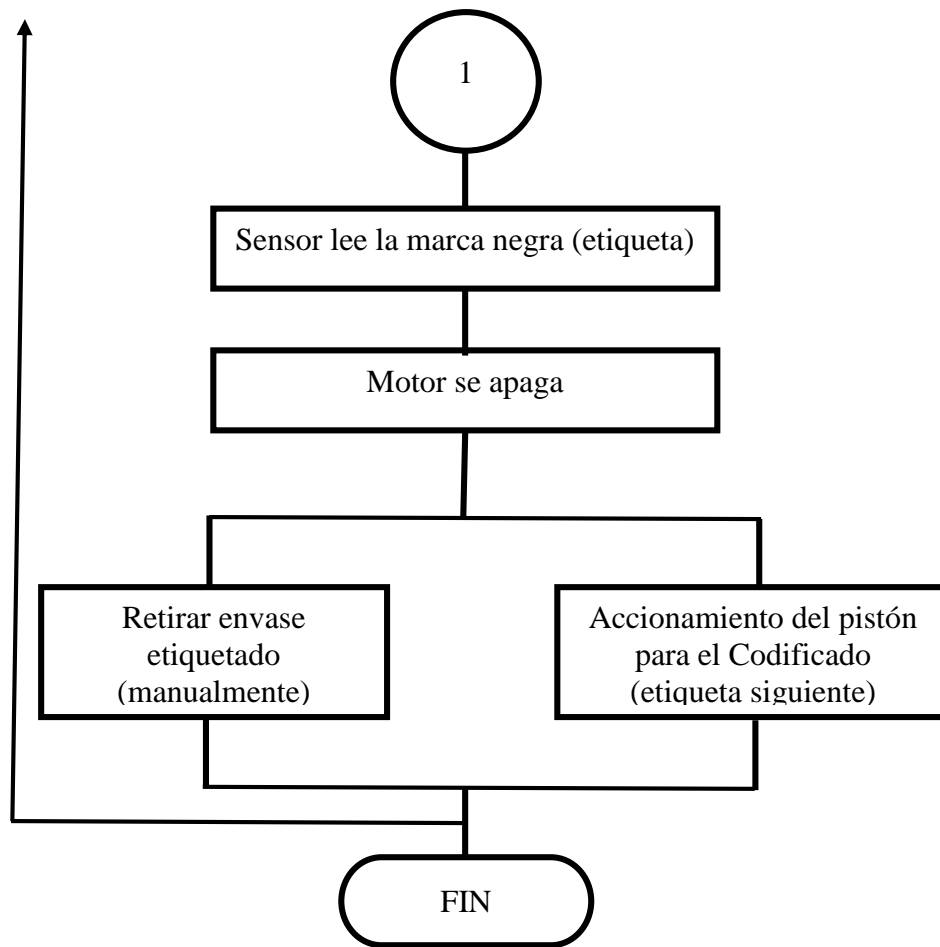
La capacidad de carga del rodamiento es mayor que la calculada por lo tanto se utilizará el rodamiento tipo 626.2Z.

### **6.6.15 Diseño del sistema eléctrico y de control.**

#### **6.6.15.1 Lógica de funcionamiento**

En la figura 6.25 se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento de la máquina etiquetadora semiautomática.



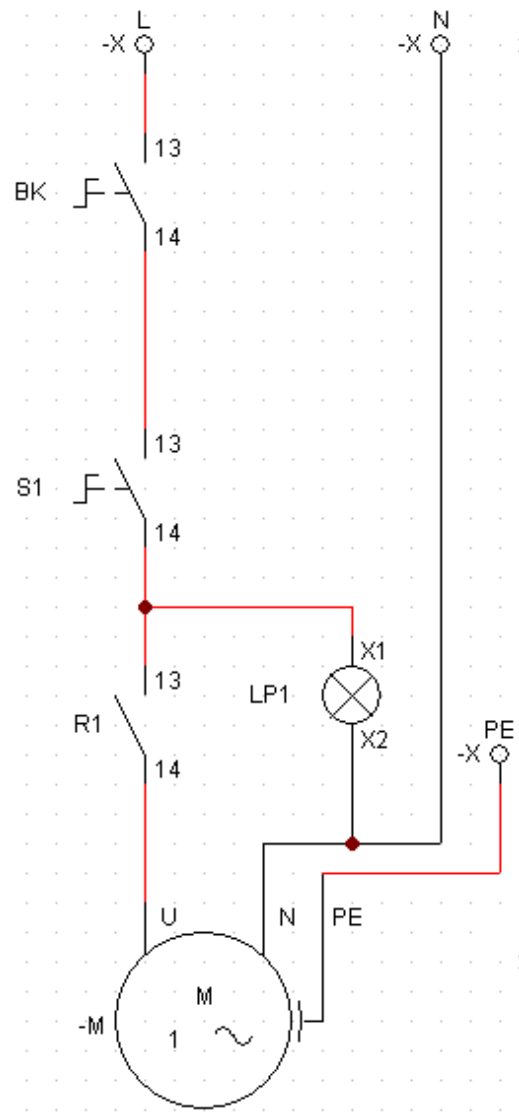


**Figura 6.25:** Diagrama de flujo

**Elaborado por:** Néstor Patín

**Nota:** Cada vez que el operador pulse el pedal se obtendrá un ciclo de etiquetado.

En la figura 6.26 se muestra el diagrama de potencia y en la figura 6.27 se presenta el diagrama de control del sistema de etiquetado semiautomático.



**Figura 6.26:** Diagrama de potencia

**Elaborado por:** Néstor Patín

### **Simbología del Circuito de Potencia**

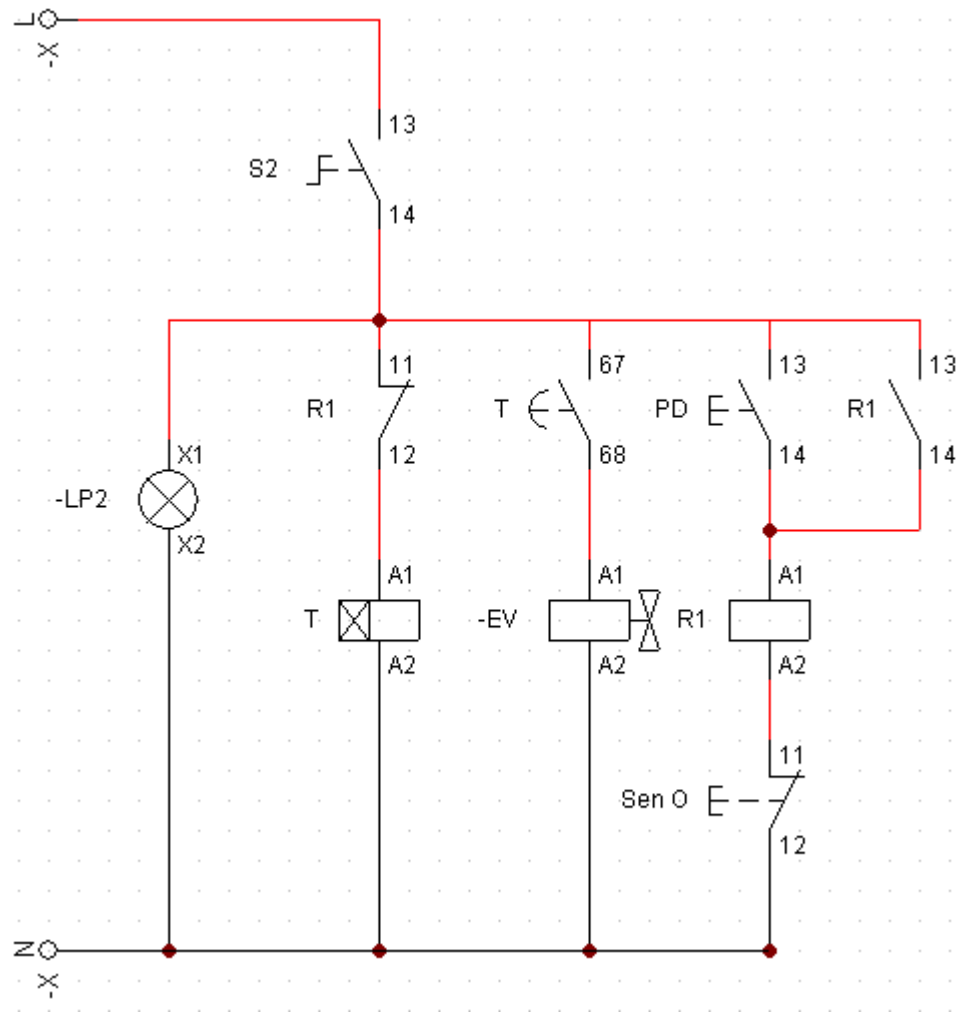
**BK:** Elemento de protección (Breker)

**S1:** Interruptor uno (Encendido General)

**LP1:** Luz piloto 1

**M:** Motorreductor monofásico





**Figura 6.27:** Diagrama de control del sistema de etiquetado

**Elaborado por:** Néstor Patín

### **Simbología del Circuito de Control**

**S2:** Interruptor dos

**LP2:** Luz piloto 2

**PD:** Pulsador (Pedal de impulsión)

**R1:** Relé

**T:** Temporizador

**EV:** Válvula solenoide

**Sen O:** Sensor óptico GDJ 211 BJ

### 6.6.15.2 Sistema de codificado

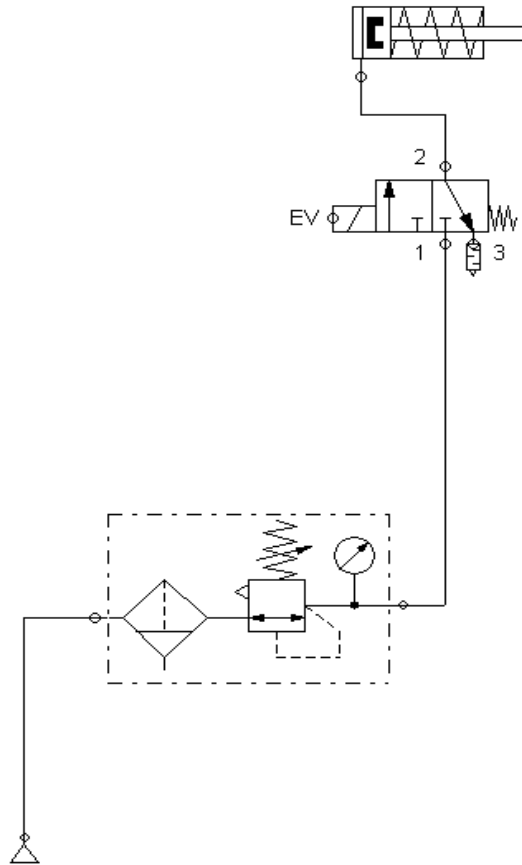
El sistema de codificación está compuesto por un fechador manual modelo DY- 8B; COLOR RIBBON PRINTING MACHINE, a la cual se le incorporó un cilindro neumático de simple efecto de las siguientes características: diámetro de embolo 25mm, carrera 4mm para que realice el codificado de la fecha de elaboración, vencimiento y lote del producto.



**Figura 6.28:** Sistema neumático del fechador

**Elaborado por:** Néstor Patín

## Diagrama del sistema neumático



**Figura 6.27:** Diagrama neumático del codificado

**Elaborado por:** Néstor Patín

### Elementos del sistema neumático:

- Unidad de mantenimiento
- Válvula solenoide 3/2
- Cilindro neumático simple efecto
- Fuente de aire

## 6.7 METODOLOGÍA

Una vez finalizada con el diseño de la etiquetadora semiautomática 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 que constituye la máquina.

### 6.7.1 Estructura de la máquina

La estructura o mesa de la etiquetadora se construye de tubo cuadrado inoxidable de 30 x 30 mm; de espesor  $e=1.2$  mm.

- Primeramente se realiza el trazado y corte de cuatro columnas principales de 85 cm, 2 vigas frontales de 50 cm, 4 vigas laterales de 54cm y dos vigas de 44cm. Para realizar el ensamblaje se realizó cortes a escuadra en las esquinas según la necesidad.



**Figura 6.29:** Trazado y corte de vigas y columnas de la estructura

**Elaborado por:** Néstor Patín

- Luego de realizar los cortes se realiza el proceso de armado de la estructura la cual se llevó a cabo mediante el proceso de soldadura SMAW con electrodo E308.



**Figura 6.30:** Armado de la estructura

**Elaborado por:** Néstor Patín

- Una vez realizado el armado de la estructura se procedió a desbastar las juntas soldadas con el fin remover residuos de soldadura.



**Figura 6.31:** Proceso de desbaste

**Elaborado por:** Néstor Patín

### **6.7.2 Base para montar los rodillos**

Este elemento se realizó con plancha de acero inoxidable de 2mm de espesor para lo cual se llevó a cabo las siguientes operaciones:

- Se realizó el corte de 2 placas laterales de 13 x 60 cm; seguidamente se cortó una placa frontal de 9 x 30 cm y finalmente se realizó el corte de la placa posterior de 13 x 30 cm los cortes se realizó con una pulidora manual.
- Luego de obtener las partes que conforma la base, se realizó el perforado para montar los rodillos del sistema de giro de envase y rodillos guías de la etiqueta.
- Finalmente se soldaron las uniones con electrodo 308.
- Una vez construida la base y estructura se procedió al ensamblaje para facilitar el montaje de los rodillos.



**Figura 6.32:** Ensamblaje de base y la estructura

**Elaborado por:** Néstor Patín

### **6.7.3 Rodillos para girar los envases.**

Estos rodillos se construyeron con duralón de 50cm de diámetro. Para lo cual se cortó 3 rodillos de 27 cm de largo. Seguidamente se realizó perforaciones a lo largo de todo el rodillo para permitir el traspaso del eje.

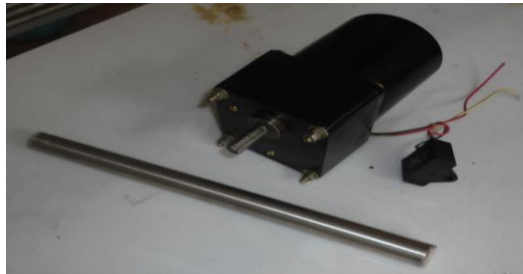
- Los rodillos giran en unos rodamientos las mismas que se encuentran montadas en una canastilla como se indica en la figura siguiente:



**Figura 6.33:** Canastilla con Rodamientos  
**Elaborado por:** Néstor Patín

#### **6.7.4 Rodillos tensores o guías de etiqueta**

Las guías de las etiquetas se construyeron con tubo de acero inoxidable de diámetro  $\frac{3}{4}$  plg, los tapones están hechas de teflón.



**Figura 6.34:** Rodillos guía o tensores  
**Elaborado por:** Néstor Patín

#### **6.7.5 Sistema desbobinador de etiquetas**

El sistema consta de dos portas rollo, dos discos o soporte de etiquetas. Las portas etiquetas se fabricaron con duralón de 4 plg de diámetro, los soportes se realizaron de acrílico de espesor 3 mm.

### 6.7.6 Etiquetadora semiautomática totalmente construida



**Figura 6.35:** Máquina etiquetadora semiautomática construida con fechador

**Elaborado por:** Néstor Patín

La etiquetadora semiautomática está diseñada para la aplicación de etiquetas autoadhesivas sobre frascos cilíndricos. La máquina está equipada con un sistema de impresión de la fecha de elaboración, vencimiento y lote del producto. Construida en acero inoxidable 304.

## 6.8 ADMINISTRACIÓN

El análisis económico que se desarrolla a continuación abarca los costos totales que se invirtió en el diseño, construcción y funcionamiento de la etiquetadora semiautomática de frascos de vidrio.

Los costos del proyecto se dividieron en los siguientes ítems:

- Directos



- Indirectos
- Varios

### 6.8.1 Costos directos

En la siguiente tabla se describen los directos utilizados para la construcción de la etiquetadora semiautomática los cuales se dividen en costos de materiales mecánicos, eléctricos y neumáticos con sus respectivos precios unitarios.

**Tabla 6.2:** Materiales Mecánicos

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	P.U (\$)	P.T (\$)
1	Teflón de 20 x100 mm	1	CM	4,00	4,00
2	Chumacera de ½ plg de piso	2	Unidad	6,00	12,00
3	Eje de duralón de Ø 2 plg x 30 cm	3	Unidad	14,00	42,00
4	Eje de duralón de Ø 4 plg x 3,5 cm	4	Unidad	6,59	26,34
5	Eje de duralón de Ø 1 plg x 1 cm	4	Unidad	0,37	1,49
6	Eje AISI 304 de Ø 1/2 plg x 35 cm	3	Unidad	3,00	9,00
7	Eje AISI 304 de Ø 5/16 plg x 30 cm	3	Unidad	1,00	3,00
8	Rodamientos rígido de bolas 606	4	Unidad	1,12	4,48
9	Rodamientos rígido de bolas 626	2	Unidad	1,50	3,00
10	Tubo AISI 304 de Ø 3/4 plg x 30 cm	2	Unidad	2,00	4,00
11	Tubo cuadrado AISI 304 30mm x 1,2	1,5	Metros	60,00	90,00
12	Plancha de tol inoxidable e=2 mm	1/4	Metros	60,00	60,00
13	Electrodos 308	2	Libras	11,00	22,00
14	Oring	6	Unidad	1.20	7,20
15	Perno Allen inoxidable M5x10	12	Unidad	0,25	3,00
16	Platina inoxidable 40x 6 mm	50	cm	6,28	6,28
17	Perno hexagonal inox 5/16 x 1 <sup>1/2</sup> plg	4	Unidad	0,76	3,04
18	Perno Allen inox 5/16 x ¾	4	Unidad	0,90	3.60
19	Tuerca inox M5	16	Unidad	0,08	1,28
20	Arandela plana para perno M5	12	Unidad	0,05	0,60
21	Arandela de presión para perno M5	12	Unidad	0,02	0,24
22	Tuerca 5/16 inox	12	Unidad	0,17	2,04
23	Arandela plana para perno 5/16	4	Unidad	0,13	0,52
24	Arandela de presión para perno 5/16	4	Unidad	0,11	0,44
<b>TOTAL</b>					<b>336,95</b>

Elaborado por: Néstor Patín

**Tabla 6.3:** Materiales eléctricos

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>P.U (\$)</b>	<b>P.T (\$)</b>
1	Codificador	1	Unidad	291,20	291,20
2	Sensor óptico GDJ 211	1	Unidad	140,00	140,00
3	Micromotorreductor monofásico 110V AC de 90 W, 50 RPM	1	Unidad	60,00	60,00
4	Fuente de alimentación de 24 V	1	Unidad	40,00	40,00
5	Temporizador 3 seg 24-220V AC	1	Unidad	20,00	20,00
6	Breaker	1	Unidad	6,00	6,00
7	Base de relé de 8 pines	2	Unidad	4,00	8,00
8	Riel din	10	CM	0,10	1,00
9	Relé 8 pines 24 V DC	1	Unidad	5,00	5,00
10	Cable flexible # 16	10	MT	0,40	4,00
11	Terminal conector # 14	9	Unidad	0,25	2,25
12	Interruptor luz piloto	3	Unidad	2,00	6,00
				<b>TOTAL</b>	<b>554,75</b>

**Elaborado por:** Néstor Patín

**Tabla 6.4:** Materiales neumáticos

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	P.U (\$)	P.T (\$)
1	Cilindro neumático simple efecto Ø 25mm * carrera de 40 mm	1	Unidad	18,00	18,00
2	Válvula direccional electro neumática 3/2	1	Unidad	20,00	20,00
3	Racor regulador de caudal tipo banjo 6mm*1/8	1	Unidad	6,00	6,00
4	Silenciador de escape 1/8	2	Unidad	2,00	4,00
5	Racor recto 6*1/8	3	Unidad	1,50	4,50
6	Racor recto 6*1/4	2	Unidad	3,00	6,00
7	Manguera Ø 6mm	5	MT	1	5
8	Tapón 1/8	1	CM	1,50	1,50
9	Unidad de mantenimiento de ¼ con manómetro	1	Unidad	28,0	28,00
10	Accesorio montaje cilindro 25mm	1	MT	7,00	7,00
				<b>TOTAL</b>	108

**Elaborado por:** Néstor Patín

**Tabla 6.5:** Costo total directos

<b>Materiales utilizados</b>	
Materiales mecánicos	336,95
Materiales eléctricos	554,75
Materiales neumáticos	108
<b>TOTAL</b>	<b>1000,00</b>

**Elaborado por:** Néstor Patín

### 6.8.2 Costos Indirectos

**Tabla 6.6:** Costo total indirecto

<b>Maquinaria (Descripción)</b>	<b>Hora ocupadas</b>	<b>Costo por hora</b>	<b>Total</b>
Torno paralelo	20	5,00	100,00
Dobladora	5	5,00	20,00
Soldadora eléctrica	30	3,00	90,00
Taladro eléctrico manual	5	4,00	20,00
Pulidora	30	2,00	60,00
Taladro de pedestal	5	4,00	20,00
Mecánico	100	2,00	200,00
Cortadora	10	4,00	40,00
Eléctrico	20	3,00	60,00
		<b>TOTAL</b>	<b>610</b>

Elaborado por: Néstor Patín

### 6.8.3 Costos Varios

Los costos varios se representan en la tabla 6.7 mostrada a continuación:

**Tabla 6.7:** Costos varios

<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
Internet	20,00
Etiquetas adhesivas	30,00
Impresiones	40,00
Anillados	10,00
Alimentación	50,00
Trasporte	70,00
<b>Total</b>	<b>220</b>

Elaborado por: Néstor Patín

#### 6.8.4 Costo total del sistema de etiquetado de frascos de vidrio

Para determinar el costo total del sistema de etiquetado se suman los costos directos, indirectos y varios las mismas que se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 6.8:** Costos total del sistema

<b>Costos</b>	<b>Total</b>
Directos	1000,00
Indirectos	610,00
Varios	220,00
<b>Sub total</b>	<b>1830,00</b>
Imprevistos 10%	183,00
<b>Total</b>	<b>2013,00</b>

**Elaborado por:** Néstor Patín

### 6.9 PREVISIÓN DE EVALUACIÓN

#### 6.9.1 Pruebas de funcionamiento

Luego de haber finalizado con la construcción del sistema de etiquetado semiautomático se procedió a realizar la prueba de funcionamiento con la máquina construida. Para lo cual se llevó acabo dos pruebas de funcionamiento para obtener el tiempo promedio que se demora en etiquetar un envase de mermelada, en cada prueba se utilizó 10 frascos de mermelada.

##### 6.9.1.1 Prueba de funcionamiento 1

Se lo realizó en las instalaciones de la fábrica de mermeladas LA CARLITA con frascos de 250 ml; debido a que estas son las presentaciones que más produce la fábrica.

**Tabla 6.9:** Tiempos de la prueba de funcionamiento 1

<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>ETIQUETADO SEMIAUTOMÁTICO</b>		
<b>Lugar:</b> Fábrica de mermeladas LA CARLITA		
<b>Investigador :</b> Néstor Patín		
<b>Frascos de 250 ml</b>		
<b>N°</b>	<b>Tiempo( seg)</b>	<b>Frasco</b>
<b>1</b>	5.28	1
<b>2</b>	5.30	1
<b>3</b>	5.06	1
<b>4</b>	5.15	1
<b>5</b>	6.01	1
<b>6</b>	5.85	1
<b>7</b>	5.92	1
<b>8</b>	5.02	1
<b>9</b>	5.18	1
<b>10</b>	5.71	1
<b>Promedio</b>	5.448	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

El tiempo promedio para etiquetar un frasco de 250ml es de 5.448 seg. Cabe recalcar que la carga y descarga de los envases se realiza manualmente en la máquina.

### 6.9.1.2 Prueba de funcionamiento 2

**Tabla 6.10:** Tiempos de la prueba de funcionamiento 2

<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>ETIQUETADO SEMIAUTOMÁTICO</b>		
<b>Lugar:</b> Fábrica de mermeladas LA CARLITA		
<b>Investigador :</b> Néstor Patín		
<b>Frascos de 250 ml</b>		
<b>N°</b>	<b>Tiempo( seg)</b>	<b>Frasco</b>
<b>1</b>	5.45	1
<b>2</b>	5.25	1
<b>3</b>	5.6	1
<b>4</b>	5.20	1
<b>5</b>	5.33	1
<b>6</b>	4.95	1
<b>7</b>	5.64	1
<b>8</b>	5.14	1
<b>9</b>	5.85	1
<b>10</b>	5.09	1
<b>Promedio</b>	5.475	1

**Elaborado por:** Néstor Patín

En la prueba de funcionamiento número 2 se obtuvo un tiempo promedio de 5.475 seg para etiquetar un envase de 250 ml.

Con los tiempos obtenidos en la tabla 6.9 y 6.10 se obtiene un tiempo promedio de 5.448 segundos para etiquetar un envase de mermelada de 250ml.

Es importante recalcar que en la etiquetadora semiautomática depende en gran parte de la habilidad que tenga el trabajador para ejecutar en un tiempo menor el proceso de etiquetado.

**Tabla 6.11:** Valor Promedio de Producción

<b>ETIQUETADO MANUAL</b>				
<b>Tiempo de etiquetado en segundos</b>		<b>Producción</b>		
		<b>Botellas etiquetadas</b>		
1 envase de mermelada		1 minuto	1 hora	8 horas
Valor promedio	5.448	11	660	5280

**Elaborado por:** Néstor Patín

Mediante las tablas 6.11 y 4.29 se puede concluir que el tiempo de etiquetado de un envase de 250ml se ha reducido de 45,16 a 5,448 segundos en comparación con el método artesanal y el método semiautomático.

## **6.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.10.1 Conclusiones**

- El análisis realizado en el capítulo IV nos permitió diseñar y construir un sistema que se adapta a la producción, espacio, consumo de energía propuesta por la fábrica de mermeladas LA CARLITA.
- La aplicación del sistema de etiquetado semiautomático redujo el tiempo de etiquetado a 5.448 segundos ya que en el proceso de etiquetado se optimiza operaciones como: despegue de la etiqueta, codificado, engomado, etc.; debido a que estos procesos se realiza de manera automática.
- La transmisión de potencia mediante cadena nos permite tener una velocidad constante en todo el sistema.
- Los equipos destinados a trabajar en fábricas que se dediquen a la producción de alimentos debe construirse en acero inoxidable AISI 304.



### **6.10.2 Recomendaciones**

- Las etiquetas autoadhesivas deben tener una separación mínima de 5 mm entre etiquetas para permitir el despegue.
- La presión de trabajo para el sistema neumático no debe ser superior a los 18 Psi para evitar que la cinta del fechador se rompa.
- Antes de empezar a trabajar revisar la conexión neumática y eléctrica de la máquina para su correcto funcionamiento.
- Regular la temperatura de calentamiento del fechador para obtener un buen estampado de la fechas.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- AVILÉS, R., CUADRADO, J. (2011). “Sobre los Estudios y la Profesión de Ingeniería Mecánica”.
- BARAHONA, B. (2001), “Construcción de una Máquina Etiquetadora Automática, Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Formación de Tecnólogos, Quito, Ecuador.
- BOLTON, W. (2011). “Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica”. México: Alfaomega.
- BUDYNAS, R. G. (2008). “Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley”. México: McGraw-Hill.
- CHASE, R., & AQUILANO, N. (2005). “Administración de Producción y Operaciones”. México: Editorial McGraw-Hill.
- CRIOLLO, F. (2013), “Estudio de una etiquetadora de botellas cilíndricas para mejorar la productividad en el prototipo de embotelladora en el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”, (Tesis de tercer nivel).Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, Ambato.
- CRUZ, H. (2006). “El Etiquetado”. México.
- DEPERT, W. (2006). “Dispositivos Neumáticos”. En W. Depert, Dispositivos Neumáticos. España: Marcombo Boixareu.
- DORF, R. C. (2005). “Sistemas de Control Moderno”. Madrid: Pearson Educación.
- HAMROCK, B. (2000). Elementos de Máquinas. En B. Hamrock, Materiales. Mexico: McGraw Hill.
- HERRERA, E. L. (2004). “Tutoría de la Investigación Científica”. Quito: Diemerino.
- MOTT, R. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas. En R. Mott, Diseño de Elementos de Máquinas (pág. 280). Mexico: Pearson Educación.

- PAUCAR, E. (2014), “Estudio de sistemas de lavado de botellas para optimización de tiempos de producción en el proceso embotellado en el Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- RIGGS, J. (2002). Ingeniería Económica. Editorial. México: Editorial Alfaomega S.A.
- RIBA R. CARLES (2002), Diseño Concurrente, Universidad Politécnica de Catalunya.
- ROLDÁN, J. (2003), Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada. En J. Roldán, Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada. España: Paraninfo.

# ANEXOS

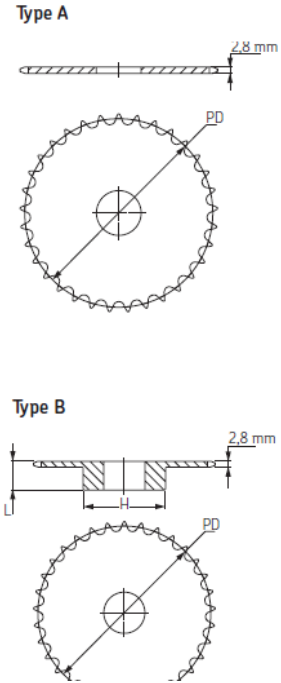
# ANEXO 1: Catalogo de piñones de la SKF

ISO 05B-1 8 mm Pitch

Pilot bore Type B

Type A

No. Teeth	Pitch Diameter	Type	Bore		Hub		Weight	Designation	No. Teeth	Pitch Diameter	Type	Bore	Weight	Designation
			Min	Max	H	L								
	mm		mm	mm	mm	mm	kg		mm		mm	kg		
8	20,90	B	6	6	13	12	0,02	PHS 05B-188	8	20,90	A	6	0,01	PHS 05B-1A8
9	23,39	B	6	6	15	12	0,02	PHS 05B-189	9	23,39	A	6	0,01	PHS 05B-1A9
10	25,89	B	8	8	17	12	0,02	PHS 05B-1810	10	25,89	A	8	0,01	PHS 05B-1A10
11	28,39	B	8	8	18	13	0,03	PHS 05B-1811	11	28,39	A	8	0,01	PHS 05B-1A11
12	30,91	B	8	8	20	13	0,03	PHS 05B-1812	12	30,91	A	8	0,01	PHS 05B-1A12
13	33,42	B	8	8	23	13	0,05	PHS 05B-1813	13	33,42	A	8	0,01	PHS 05B-1A13
14	35,95	B	8	10	25	13	0,05	PHS 05B-1814	14	35,95	A	8	0,02	PHS 05B-1A14
15	38,48	B	8	12	28	13	0,07	PHS 05B-1815	15	38,48	A	8	0,02	PHS 05B-1A15
16	41,01	B	8	14	30	14	0,08	PHS 05B-1816	16	41,01	A	8	0,02	PHS 05B-1A16
17	43,53	B	8	14	30	14	0,09	PHS 05B-1817	17	43,53	A	8	0,03	PHS 05B-1A17
18	46,07	B	8	14	30	14	0,09	PHS 05B-1818	18	46,07	A	8	0,03	PHS 05B-1A18
19	48,61	B	8	14	30	14	0,10	PHS 05B-1819	19	48,61	A	8	0,03	PHS 05B-1A19
20	51,14	B	8	14	30	14	0,10	PHS 05B-1820	20	51,14	A	8	0,04	PHS 05B-1A20
21	53,67	B	8	19	35	14	0,13	PHS 05B-1821	21	53,67	A	8	0,04	PHS 05B-1A21
22	56,21	B	8	19	35	14	0,13	PHS 05B-1822	22	56,21	A	8	0,05	PHS 05B-1A22
23	58,75	B	8	19	35	14	0,13	PHS 05B-1823	23	58,75	A	8	0,05	PHS 05B-1A23
24	61,29	B	8	19	35	14	0,15	PHS 05B-1824	24	61,29	A	8	0,06	PHS 05B-1A24
25	63,83	B	8	19	35	14	0,15	PHS 05B-1825	25	63,83	A	8	0,06	PHS 05B-1A25
26	66,37	B	10	23	40	16	0,17	PHS 05B-1826	26	66,37	A	10	0,07	PHS 05B-1A26
27	68,91	B	10	23	40	16	0,19	PHS 05B-1827	27	68,91	A	10	0,07	PHS 05B-1A27
28	71,45	B	10	23	40	16	0,20	PHS 05B-1828	28	71,45	A	10	0,08	PHS 05B-1A28
29	73,99	B	10	23	40	16	0,21	PHS 05B-1829	29	73,99	A	10	0,08	PHS 05B-1A29
30	76,53	B	10	23	40	16	0,22	PHS 05B-1830	30	76,53	A	10	0,09	PHS 05B-1A30
31	79,08	B	10	23	40	16	0,23	PHS 05B-1831	31	79,08	A	10	0,10	PHS 05B-1A31
32	81,61	B	10	23	40	16	0,23	PHS 05B-1832	32	81,61	A	10	0,11	PHS 05B-1A32
33	84,16	B	10	23	40	16	0,24	PHS 05B-1833	33	84,16	A	10	0,12	PHS 05B-1A33
34	86,70	B	10	23	40	16	0,25	PHS 05B-1834	34	86,70	A	10	0,12	PHS 05B-1A34
35	89,24	B	10	23	40	16	0,25	PHS 05B-1835	35	89,24	A	10	0,12	PHS 05B-1A35
36	91,79	B	10	23	40	16	0,26	PHS 05B-1836	36	91,79	A	10	0,13	PHS 05B-1A36
37	94,33	B	10	23	40	16	0,26	PHS 05B-1837	37	94,33	A	10	0,14	PHS 05B-1A37
38	96,88	B	10	23	40	16	0,27	PHS 05B-1838	38	96,88	A	10	0,15	PHS 05B-1A38
39	99,42	B	10	23	40	16	0,28	PHS 05B-1839	39	99,42	A	10	0,16	PHS 05B-1A39
40	101,97	B	10	23	40	16	0,28	PHS 05B-1840	40	101,97	A	10	0,16	PHS 05B-1A40
41	104,51	B	10	23	60	20	0,29	PHS 05B-1841	41	104,51	A	12	0,17	PHS 05B-1A41
42	107,05	B	10	23	60	20	0,30	PHS 05B-1842	42	107,05	A	12	0,18	PHS 05B-1A42
43	109,60	B	10	23	60	20	0,30	PHS 05B-1843	43	109,60	A	12	0,19	PHS 05B-1A43
44	112,14	B	10	23	60	20	0,31	PHS 05B-1844	44	112,14	A	12	0,20	PHS 05B-1A44
45	114,69	B	12	40	60	20	0,31	PHS 05B-1845	45	114,69	A	12	0,21	PHS 05B-1A45

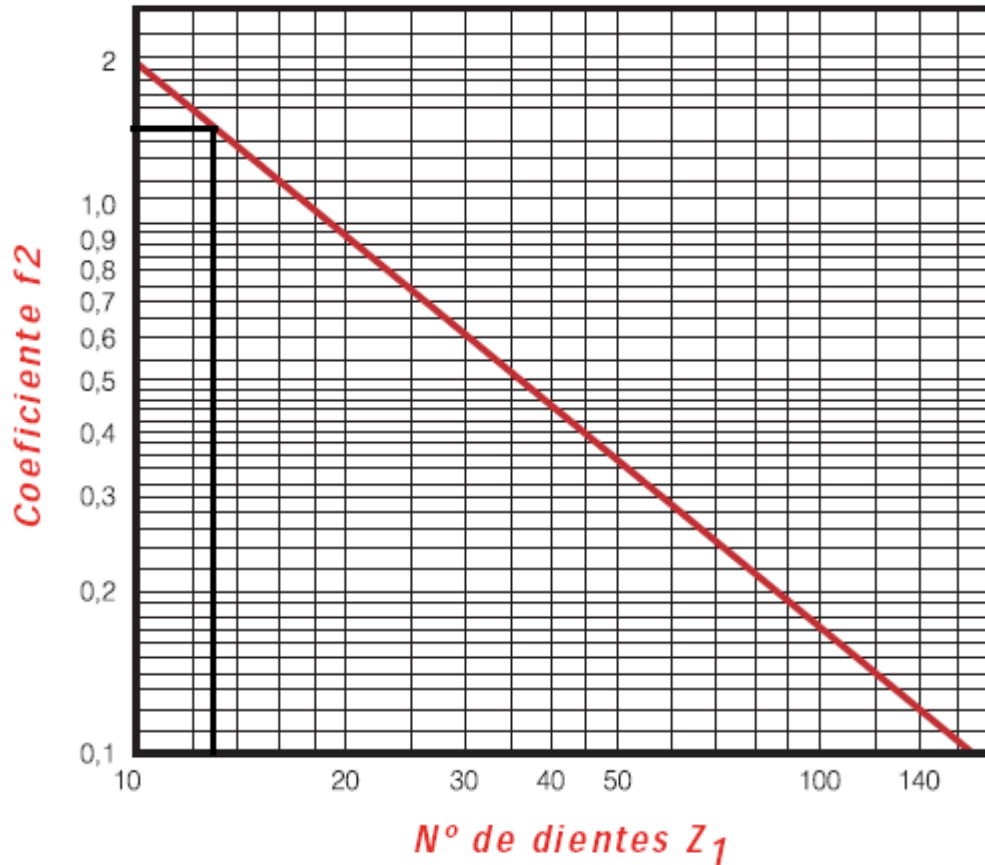


# ANEXO 2: Factor de Corrección de Potencia (f1)

Tipo de carga	Ejemplo de maquinas	Motor eléctrico o turbina	Accionamiento Motor de combustión interna	
			Trans. hidraulica	Trans. mecánica
Regular	Agitadores de líquidos Bombas centrifugas y de engranajes Compresores centrifugos. Elevadores y transportadores con carga regular Generadores y alternadores. Hiladoras. Maquinaria de imprenta. Maquinaria para la fabricación de papel. Montacargas y ascensores. Teleféricos. Maquinas herramientas (toros, taladradoras, fresadoras, rectificadoras). Ventiladores y maquinas soplantes	1	1	1,2
Irregular	Agitadores de sustancias poco fluidas Bombas de émbolo de más de 2 cilindros. Compresores alternativos de más de 2 cilindros. Hélices (aplicaciones marinas). Elevadores y transportadores con carga irregular. Laminadoras. Mezdadores. Maquinaria para carpintería. Maquinaria para formar tubos. Trefiladoras Molinos para materias homogéneas y blandas. Telares	1,3	1,2	1,4
A golpes	Aparejos de elevación. Bombas de 1 y 2 cilindros. Dragas. Excavadoras. Elevadores y transportadores con carga muy irregular y pesada. Gñias Maquinaria para perforación. Maquinaria para fabricar ladrillos Maquinas herramientas (prensas, cizallas limadoras cepilladoras). Molinos para materias duras e irregulares. Rotocultivadores. Trituradoras	1,5	1,4	1,7

Fuente: [http://www.joresa.com/1/upload/cadena\\_transmisión\\_cálculo.pdf](http://www.joresa.com/1/upload/cadena_transmisión_cálculo.pdf)

**ANEXO 3: Factor de Corrección de Potencia (f2)**



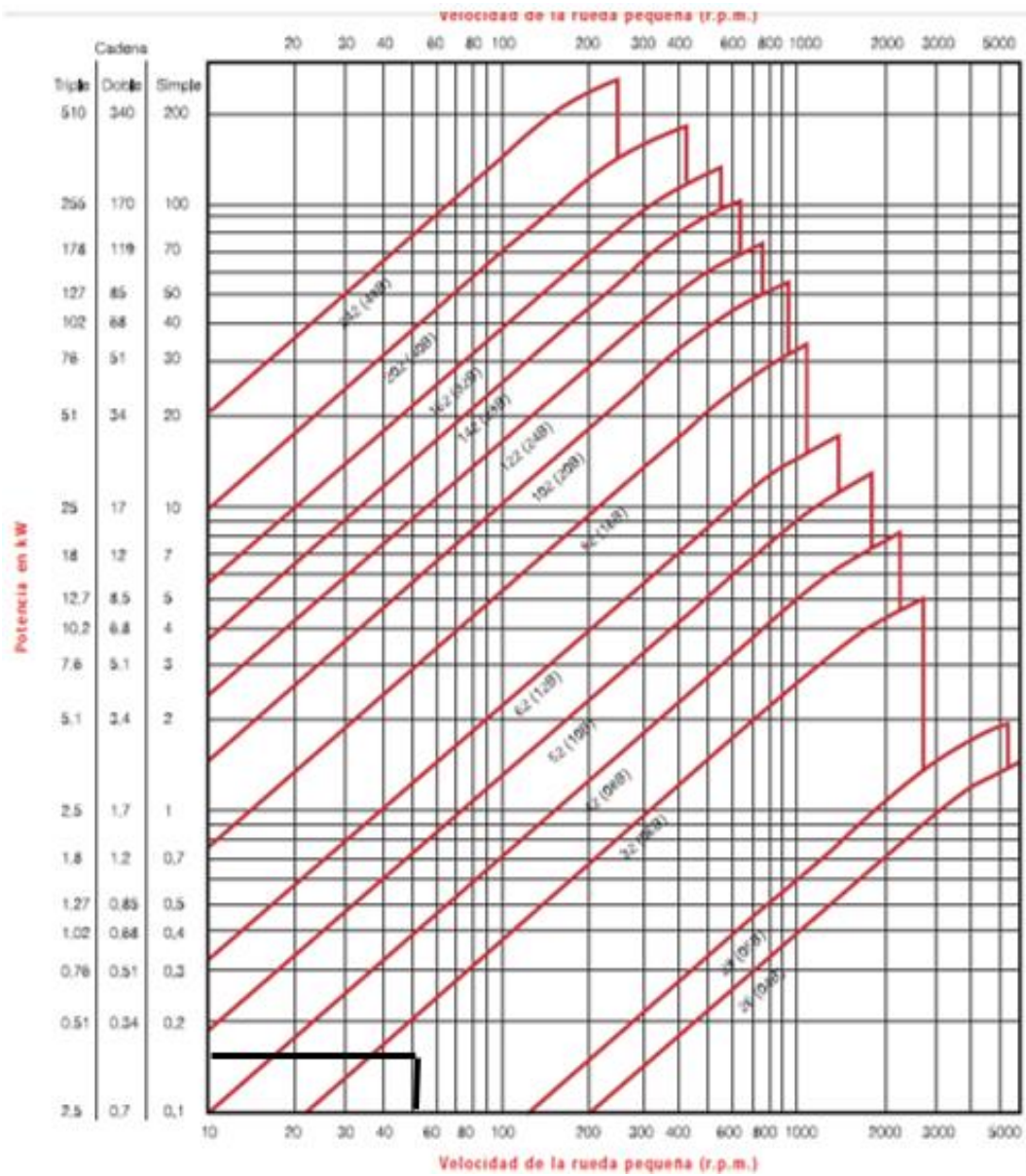
**Fuente:** [http://www.joresa.com/1/upload/cadena\\_transmisi3n\\_c3lculo.pdf](http://www.joresa.com/1/upload/cadena_transmisi3n_c3lculo.pdf)

**ANEXO 4: Factor de Corrección de Potencia (f3)**

		Relaci3n de transmisi3n							
		1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1	8:1
Distancia entre centros, C	20 pasos	1,45	1,25	1,15	1,08	1,03	0,99	0,96	0,92
	30 pasos	1,31	1,14	1,06	1,01	0,97	0,94	0,91	0,87
	40 pasos	1,22	1,07	1,00	0,95	0,92	0,89	0,86	0,84
	50 pasos	1,15	1,01	0,95	0,91	0,88	0,85	0,83	0,81
	60 pasos	1,08	0,97	0,91	0,87	0,85	0,82	0,81	0,78
	80 pasos	1,00	0,87	0,84	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73

**Fuente:** [http://www.joresa.com/1/upload/cadena\\_transmisi3n\\_c3lculo.pdf](http://www.joresa.com/1/upload/cadena_transmisi3n_c3lculo.pdf)

**ANEXO 5:** Gráfico para la selección de cadena Norma ISO 606 (Serie Europea)



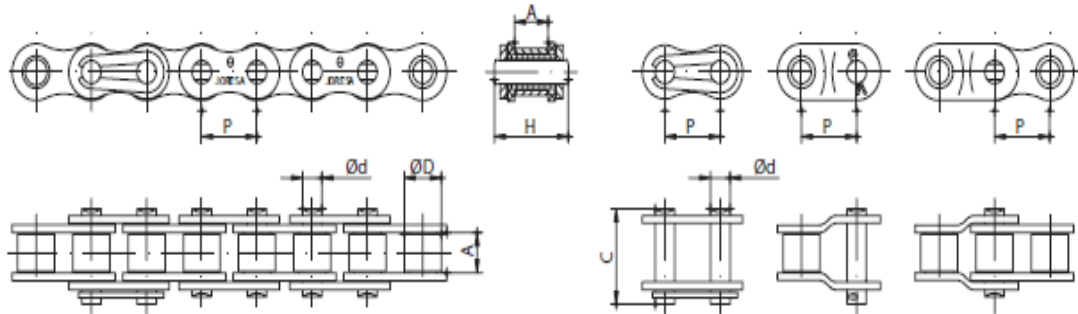
**Fuente:** [http://www.joresa.com/1/upload/cadena\\_transmisi3n\\_c3lculo.pdf](http://www.joresa.com/1/upload/cadena_transmisi3n_c3lculo.pdf)

ANEXO 6: Catalogo de cadenas JORENSA 2010.

**Cadenas de rodillos serie ISO-606**  
Normas europeas BS-228 y DIN8187

*Roller chains ISO-606 series*  
European standards BS-228 & DIN8187





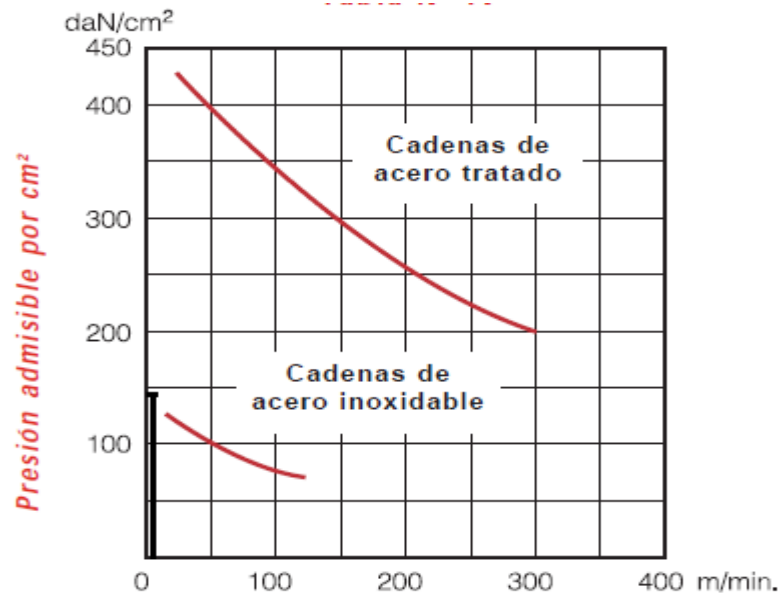
**Cadenas de rodillos simples norma europea**  
*Simple roller chains european standard*

CÓDIGO CODE		PASO PITCH		ANCHO INTERIOR INNER WIDTH A min. mm.	DIÁMETRO RODILLO ROLLER DIAMETER Ø D max. mm.	DIÁMETRO DEL EJE PIN DIAMETER Ø d max. mm.	LONGITUD DEL EJE PIN LENGTH H max. mm.	LONG. EJE UNIÓN CONN. LINK PIN LENGTH C max. mm.	SUPERFICIE ARTICULACIÓN PROJECTED BEARING AREA S' cm²	CARGA DE ROTURA AVG. TENSILE STRENGTH A.T.S. daN-Kg	PASOS POR METRO PITCHES PER METER P-Mtr. Aprox.	PESO POR METRO WEIGHT PER METER q Kg/m.
JORESA	ISO	P Pulg.-Inch	P mm.									
26	04B-1	-	6,00	2,80	4,00	1,85	7,40	10,30	0,07	330	167	0,12
28	05B-1	-	8,00	3,00	5,00	2,31	8,60	11,70	0,10	590	125	0,18
34	06B-1	3/8	9,525	3,72	6,32	3,28	13,30	18,80	0,29	1.070	103	0,40
42	08B-1	1/2	12,70	7,75	8,51	4,45	17,00	20,90	0,50	2.100	79	0,72
52	10B-1	5/8	15,875	9,65	10,16	5,08	19,60	23,70	0,68	2.740	63	0,96
62	12B-1	3/4	19,05	11,68	12,07	5,72	22,70	27,30	0,90	3.225	52	1,23
82	16B-1	1	25,40	17,02	15,88	8,28	36,10	41,50	2,12	7.050	39	2,67
102	20B-1	1 1/4	31,75	19,56	19,05	10,19	43,20	49,30	2,94	10.900	31	3,60
122	24B-1	1 1/2	38,10	25,40	25,40	14,63	53,40	60,00	5,54	17.800	26	7,28
142	28B-1	1 3/4	44,45	30,99	27,94	15,90	65,10	72,50	7,40	22.600	22	8,95

Fuente: [http://www.joresa.com/1/upload/cadena\\_transmisión\\_cálculo.pdf](http://www.joresa.com/1/upload/cadena_transmisión_cálculo.pdf)



## ANEXO 7:



Fuente: [http://www.joresa.com/1/upload/cadena\\_transmisi3n\\_c3lculo.pdf](http://www.joresa.com/1/upload/cadena_transmisi3n_c3lculo.pdf)

## ANEXO 8: Propiedades del acero AISI 304

### ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

**1. Descripción:** éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidables de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

**2. Normas involucradas:** ASTM A 276

**3. Propiedades mecánicas:**

- Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)
- Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)
- Elongación 30 % (en 50mm)
- Reducción de área 40 %
- Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

**4. Propiedades físicas:** Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)

**5. Propiedades químicas:**

- 0.08 % C mín
- 2.00 % Mn
- 1.00 % Si
- 18.0 – 20.0 % Cr
- 8.0 – 10.5 % Ni
- 0.045 % P
- 0.03 % S

**6. Usos:** sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

**7. Tratamientos térmicos:** éste acero inoxidable no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Para el recocido, caliente entre 1010 y 1120°C y enfríe rápidamente

**ANEXO 9: Parámetros en el factor de la condición superficial.**

**Tabla 6-2**  
Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin, ecuación (6-19)

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	$S_{utr}$ kpsi	$S_{utr}$ MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Holger (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

**ANEXO 10: Factor de Modificación de Carga (Kc)**

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{bending} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsion}^{17} \end{cases}$$

**ANEXO 11: Factor de Modificación de temperatura (Kd)**

Temperatura, °C	$S_T/S_{RT}$	Temperatura, °F	$S_T/S_{RT}$
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

\*Fuente de datos: figura 2-9.

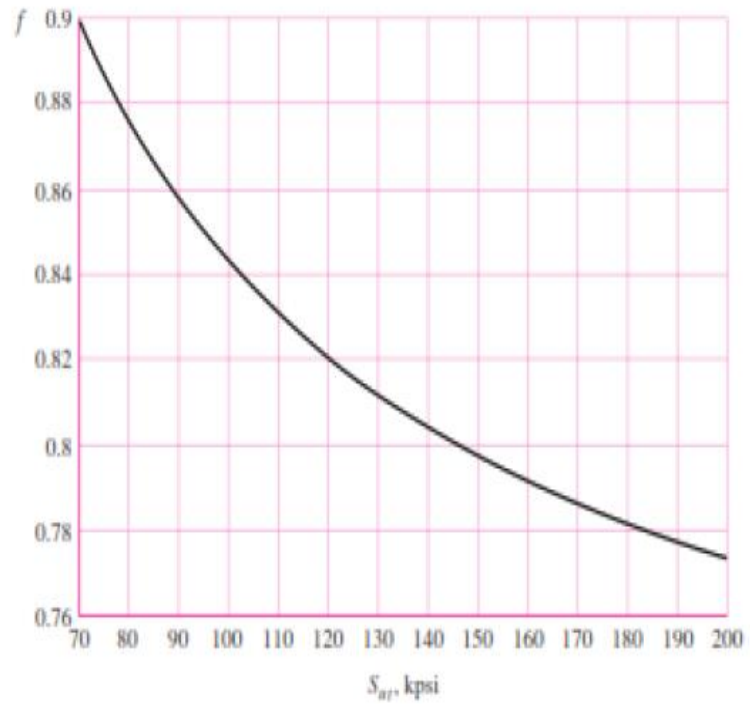
**ANEXO 12: Factor de Modificación de Confiabilidad (Ke)**

Confiabilidad, %	Variación de transformación $z_o$	Factor de confiabilidad $k_e$
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

**ANEXO 13: Fracción de resistencia a la fatiga**

**Figure 6-18**

Fatigue strength fraction,  $f$ , of  $S_{ut}$  at  $10^3$  cycles for  $S_e = S'_e = 0.5 S_{ut}$ .



**ANEXO 14:** Fracción de resistencia a la fatiga

$f_s = 1,5 \dots 2,5$  para exigencias elevadas

$f_s = 1,0 \dots 1,5$  para exigencias normales

$f_s = 0,7 \dots 1,0$  para exigencias reducidas

**ANEXO 15:** Duración nominal en horas de servicio

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

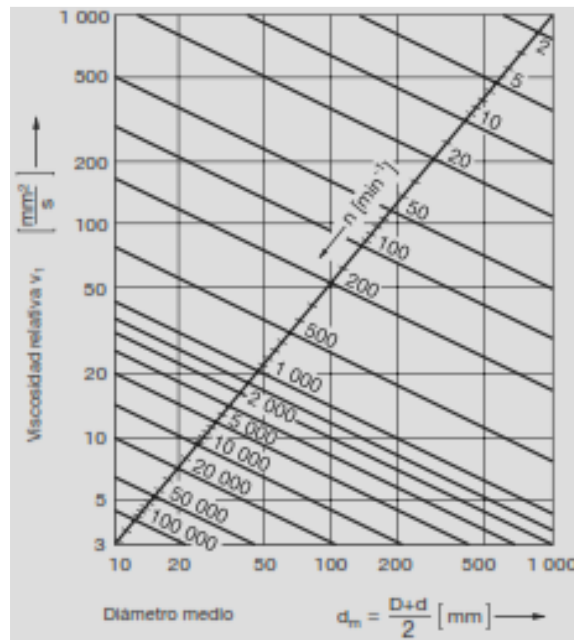
**ANEXO 16:** Factor de probabilidad de fallo

▼ 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

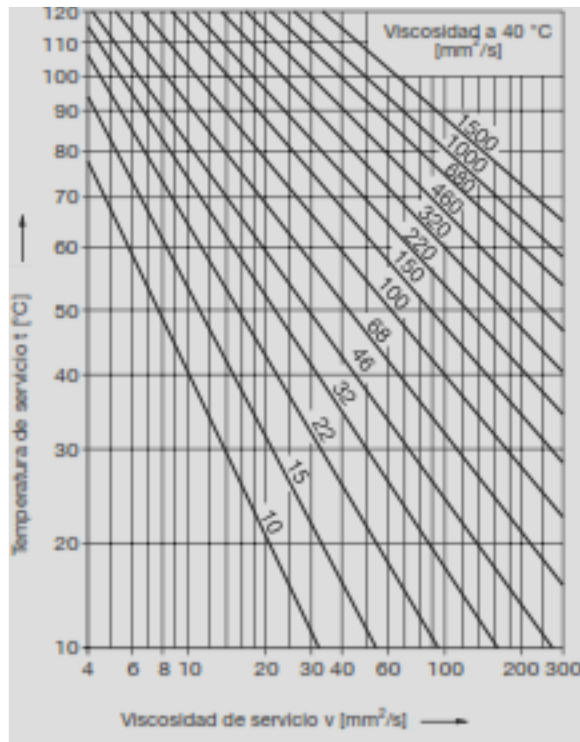
## ANEXO 17: Catalogo de rodamientos de la FAG

5	5	16	5	0,3	12,5	13,4	8,5	0,005	1,32	0,44	43000	43000	625
	5	16	5	0,3	12,5	13,4	8,5	0,005	1,32	0,44	36000	45000	625.2Z
	5	16	5	0,3	12,5	13,4	8,5	0,005	1,32	0,44	24000		625.2RS
5	5	19	6	0,3	15,5	16,7	10,8	0,008	2,55	1,04	38000	40000	635
	5	19	6	0,3	15,5	16,7	10,8	0,009	2,55	1,04	32000	40000	635.2Z
	5	19	6	0,3	15,5	16,7	10,8	0,008	2,55	1,04	22000		635.2RS
6	6	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,008	2,55	1,04	38000	38000	626
	6	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,009	2,55	1,04	32000	38000	626.2Z
	6	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,008	2,55	1,04	22000		626.2RS
7	7	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,007	2,55	1,04	38000	38000	607
	7	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,008	2,55	1,04	32000	38000	607.2Z
	7	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,007	2,55	1,04	22000		607.2RS
7	7	22	7	0,3	18	19,1	12,4	0,011	3,25	1,37	36000	34000	627
	7	22	7	0,3	18	19,1	12,4	0,012	3,25	1,37	30000	34000	627.2Z
	7	22	7	0,3	18	19,1	12,4	0,011	3,25	1,37	20000		627.2RS
8	8	22	7	0,3	18	19,1	12,4	0,01	3,25	1,37	36000	36000	608
	8	22	7	0,3	18	19,1	12,4	0,011	3,25	1,37	30000	36000	608.2Z
	8	22	7	0,3	18	19,1	12,4	0,01	3,25	1,37	20000		608.2RS
9	9	24	7	0,3	19,6	20,5	14	0,015	3,65	1,63	36000	32000	609
	9	24	7	0,3	19,6	20,5	14	0,016	3,65	1,63	30000	32000	609.2Z
	9	24	7	0,3	19,6	20,5	14	0,015	3,65	1,63	20000		609.2RS
9	9	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,02	4,55	1,96	34000	30000	629
	9	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,021	4,55	1,96	28000	30000	629.2Z
	9	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,021	4,55	1,96	18000		629.2RS

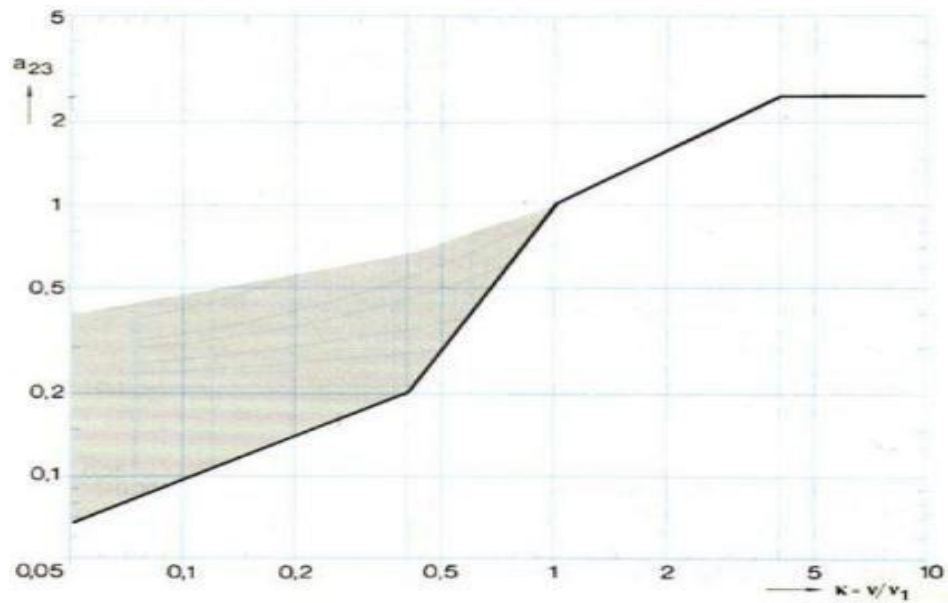
## ANEXO 18: Viscosidad Cinemática Relativa



**ANEXO 19:** Viscosidad Cinemática de servicio



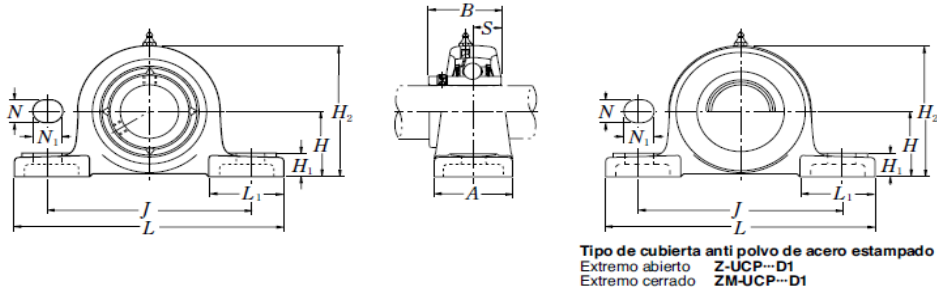
**ANEXO 20:**



## ANEXO 21: Catalogo de chumacera de piso

### UCP2

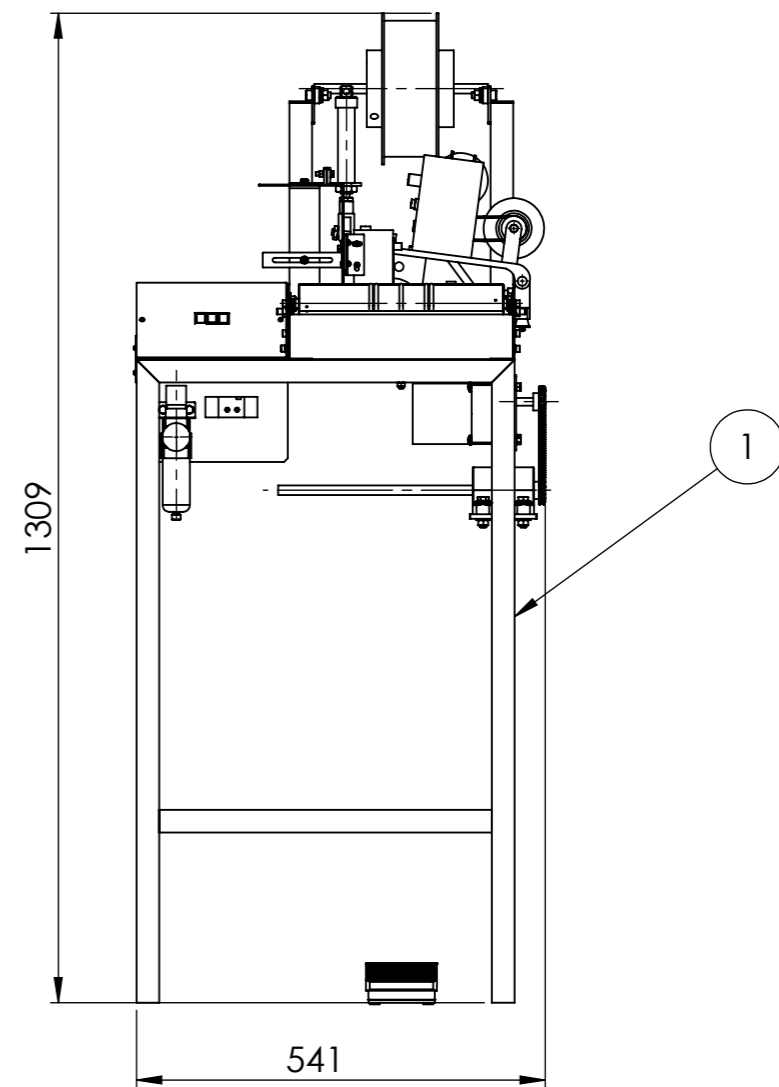
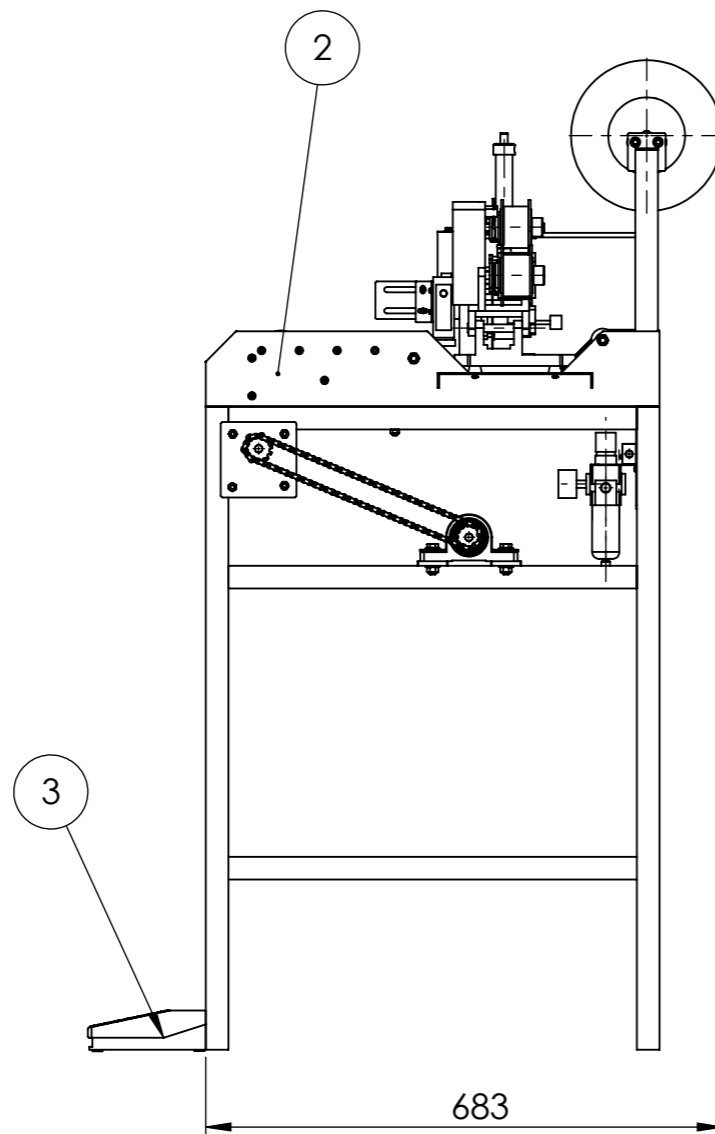
Soportes tipo sileta  
con tornillos de apriete



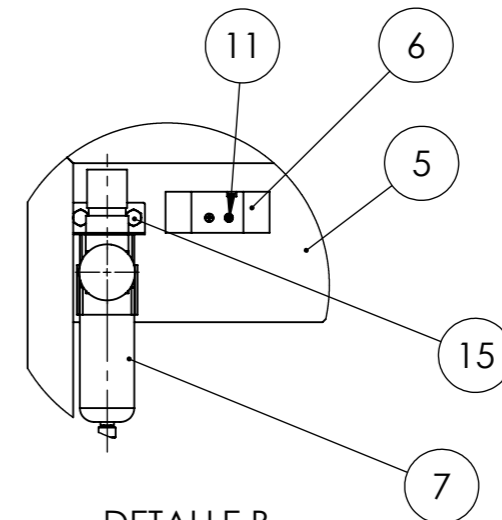
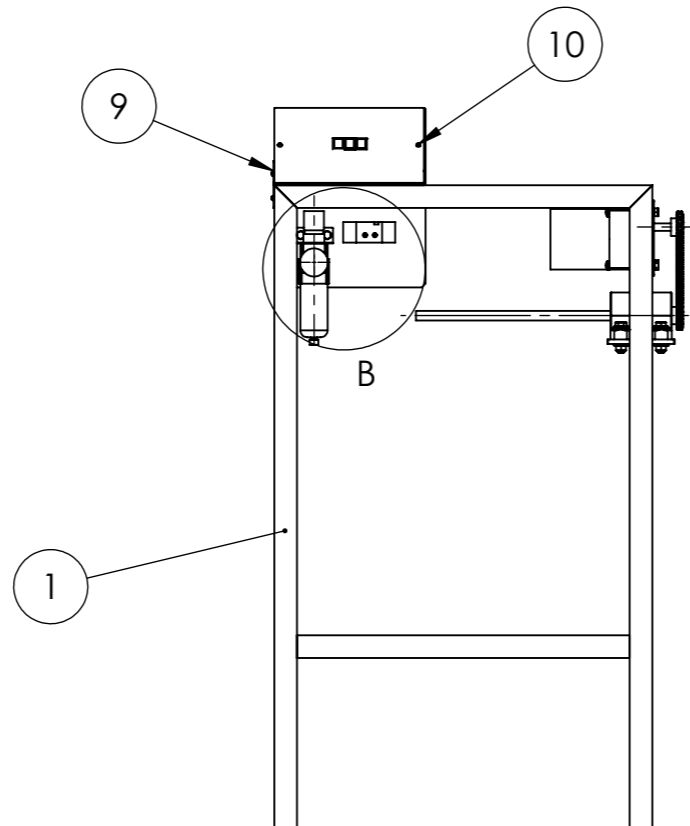
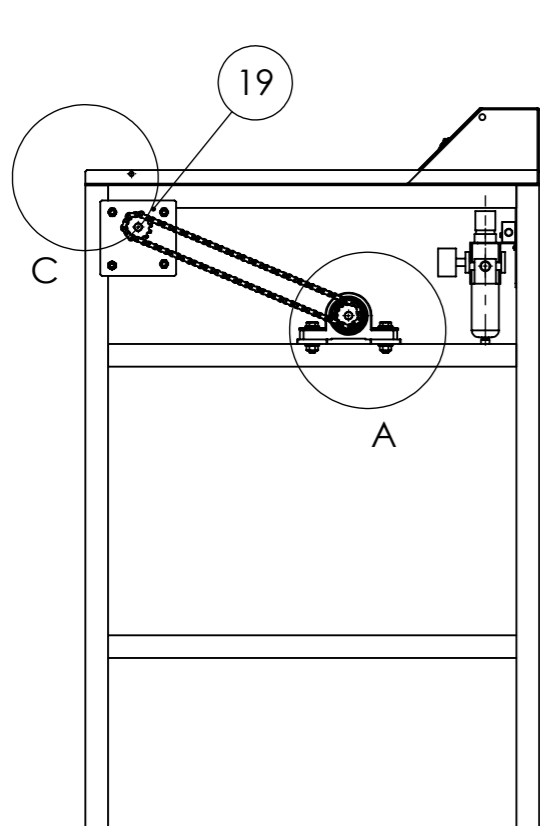
Diám. Eje mm pulgadas	Designación soporte (1)	Dimensiones nominales											Tamaño tornillo mm pulgadas	Número de rodamiento
		H	L	J	A	N	N <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	B	S		
12	UCP201D1	30.2	127	95	38	13	16	14	62	42	31	12.7	M10	UC201D1
1/2	UCP201-008D1	30.2 1 3/16	127 5	95 3 3/4	38 1 1/2	13 1/2	16 5/8	14 9/16	62 27/16	42 12 1/32	31 1.2205	12.7 0.500	M10 3/8	UC201-008D1
15	UCP202D1	30.2	127	95	38	13	16	14	62	42	31	12.7	M10	UC202D1
9/16	UCP202-009D1	30.2 1 3/16	127 5	95 3 3/4	38 1 1/2	13 1/2	16 5/8	14 9/16	62 27/16	42 12 1/32	31 1.2205	12.7 0.500	M10 3/8	UC202-009D1 UC202-010D1
5/8	UCP202-010D1	30.2 1 3/16	127 5	95 3 3/4	38 1 1/2	13 1/2	16 5/8	14 9/16	62 27/16	42 12 1/32	31 1.2205	12.7 0.500	M10 3/8	UC202-010D1
17	UCP203D1	30.2	127	95	38	13	16	14	62	42	31	12.7	M10	UC203D1
11/16	UCP203-011D1	30.2 1 3/16	127 5	95 3 3/4	38 1 1/2	13 1/2	16 5/8	14 9/16	62 27/16	42 12 1/32	31 1.2205	12.7 0.500	M10 3/8	UC203-011D1
20	UCP204D1	33.3	127	95	38	13	16	14	65	42	31	12.7	M10	UC204D1

# PLANOS

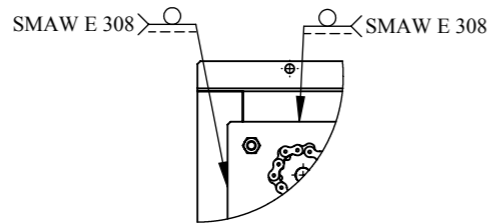




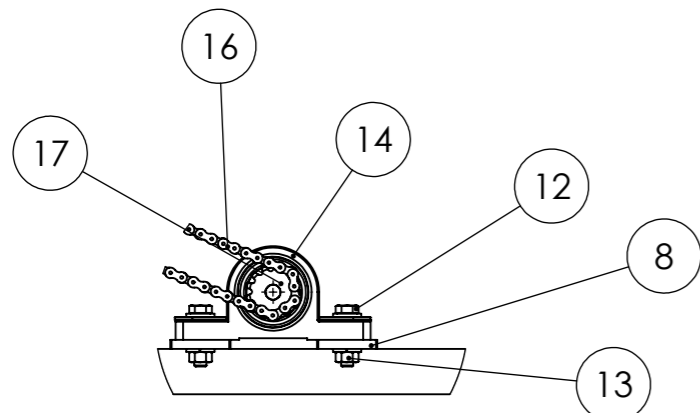
1	Pedal eléctrico	EKW-5a-b	Plástico	3	KH8012		Adquirida
1	Sistema principal		Varios	2		12.65	Cortado, soldado, pulido
1	Estructura armada		AISI 304	1		14.45	Cortado, soldado, pulido
Nº. de Piez	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones
			Tolerancia : ±2			Peso: 27.1Kg	Material: Varios
							Título : Etiquetadora Semiautomática
							Escala: 1:20
							Registro:
							No. Lámina 1 DE 36
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



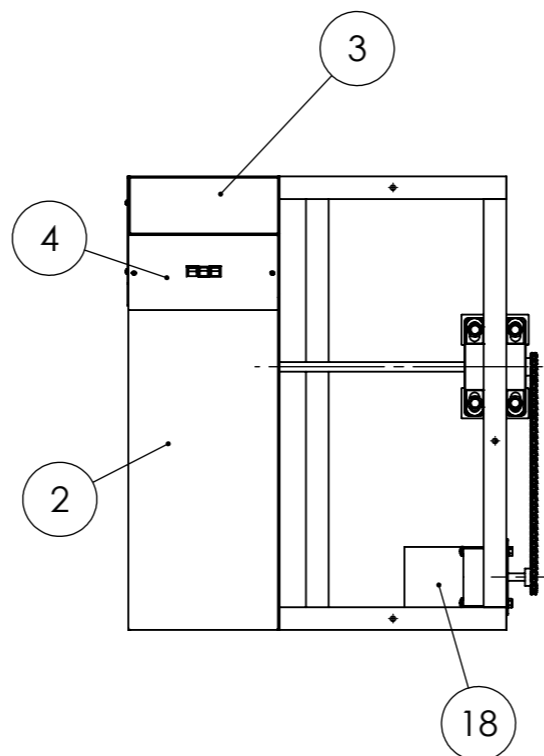
DETALLE B  
ESCALA 1 : 5



DETALLE C  
ESCALA 1 : 5

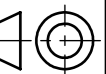


DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

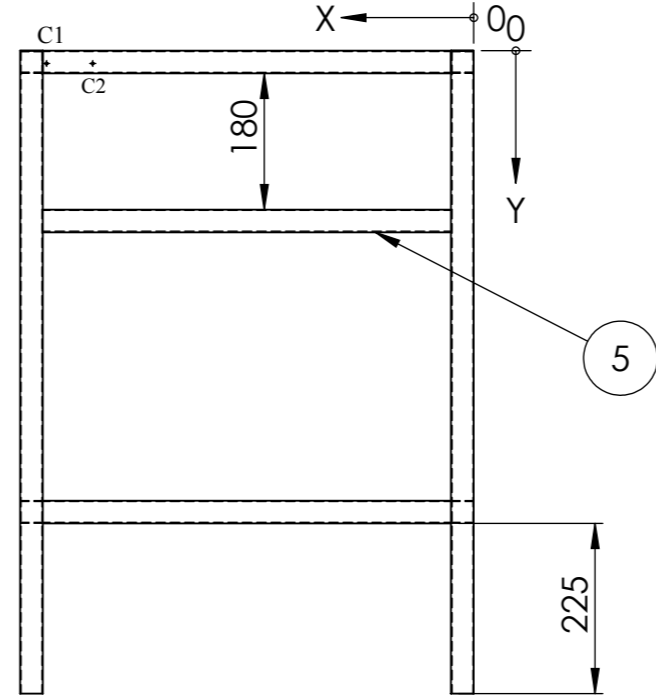
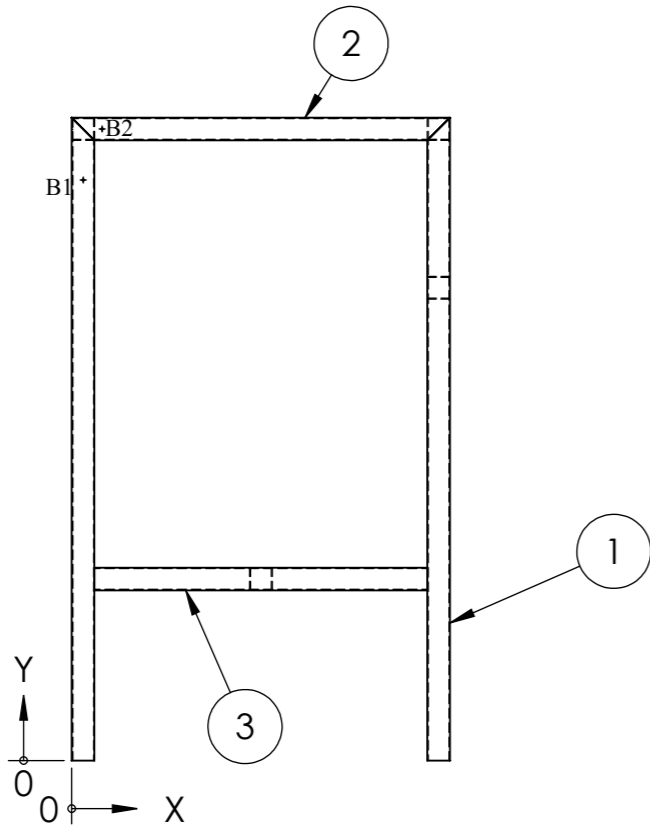


N° de pieza	Denominación	N° de Norma/Dibujo	Material	N° de Orden	N° del Modelo/Semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones
1	Base de Motor		AISI 304	19		0.16	Cortado, pulido, perforado
1	Moto reductor monofásico			18	ASTERO		Adquirido
2	Piñón	ISO 05-B1		17	PHS 05B-1B13	0.05	Adquirido
1	Cadena	ISO 606		16	05-B1		Adquirido
2	Perno hexagonal	ISO 262	Galvanizado	15	M5 x 1/2		Adquirido
2	Chumacera de piso	1/2 plg		14	UCP2		Adquirido
4	Tuerca hexagonal	DIN 439	Galvanizado	13	M8 x 1.25		Adquirido
4	Perno hexagonal	DIN 931	Galvanizado	12	5/16 x 1 1/2 plg		Adquirido
2	Tornillo de cabeza cilíndrica ranura en cruz	DIN 84	Galvanizado	11	M3 x 30 mm		Adquirido
8	Tornillo de cabeza cilíndrica ranura en cruz	DIN 84	Galvanizado	10	M4 x15 mm		Adquirido
2	Sujetador de tablero eléctrico		AISI 304	09		0.85	Cortado, pulido, perforado
2	Soporte de chumacera		AISI 304	08		0.17	Cortado, pulido, perforado
1	Unidad de mantenimiento			07	AFR 2000		Adquirido
1	Válvula electro neumática 3/2			06	4A 110 -06		Adquirido
1	Base de elementos neumáticos		AISI 304	05		0.23	Cortado, pulido, perforado
1	Tapa de tablero eléctrico		AISI 304	04		0.22	Cortado, pulido, perforado
1	Tablero eléctrico		AISI 304	03		0.57	Cortado, pulido, perforado
1	Base para elementos eléctricos		AISI 304	02		1.16	Cortado, pulido, perforado
1	Estructura		AISI 304	01		8.42	Ensamblado por soldadura

Tolerancia :	Peso:	Material:	Escala: 1:10
±2	14.45Kg	Varios	
Fecha	Nombre	Título :	Estructura Armada
Dibujó: 23/04/2015	N. Pafin	No. Lámina 2 DE 36	
Revisó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo		
Aprobó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo	Registro:	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre
U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA			

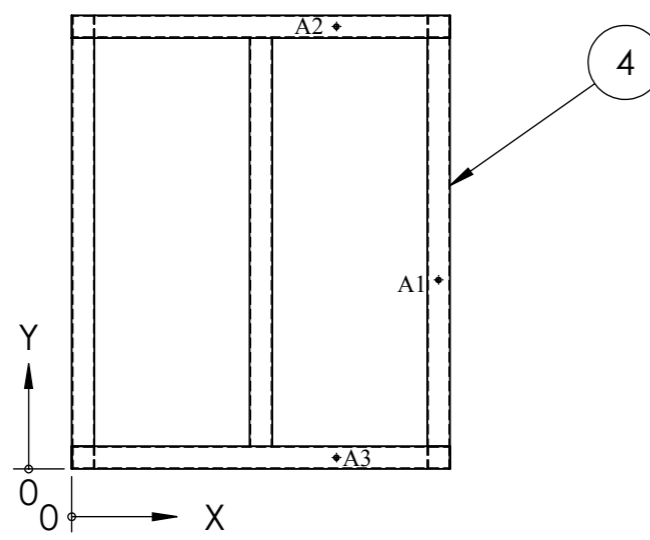


N3 Pulido



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
C1	565	17	Ø 3 X 1,50
C2	504	17	Ø 3 X 1,50

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
B1	15	767,50	Ø 3 X 1,25
B2	40	835	Ø 3 X 1,25

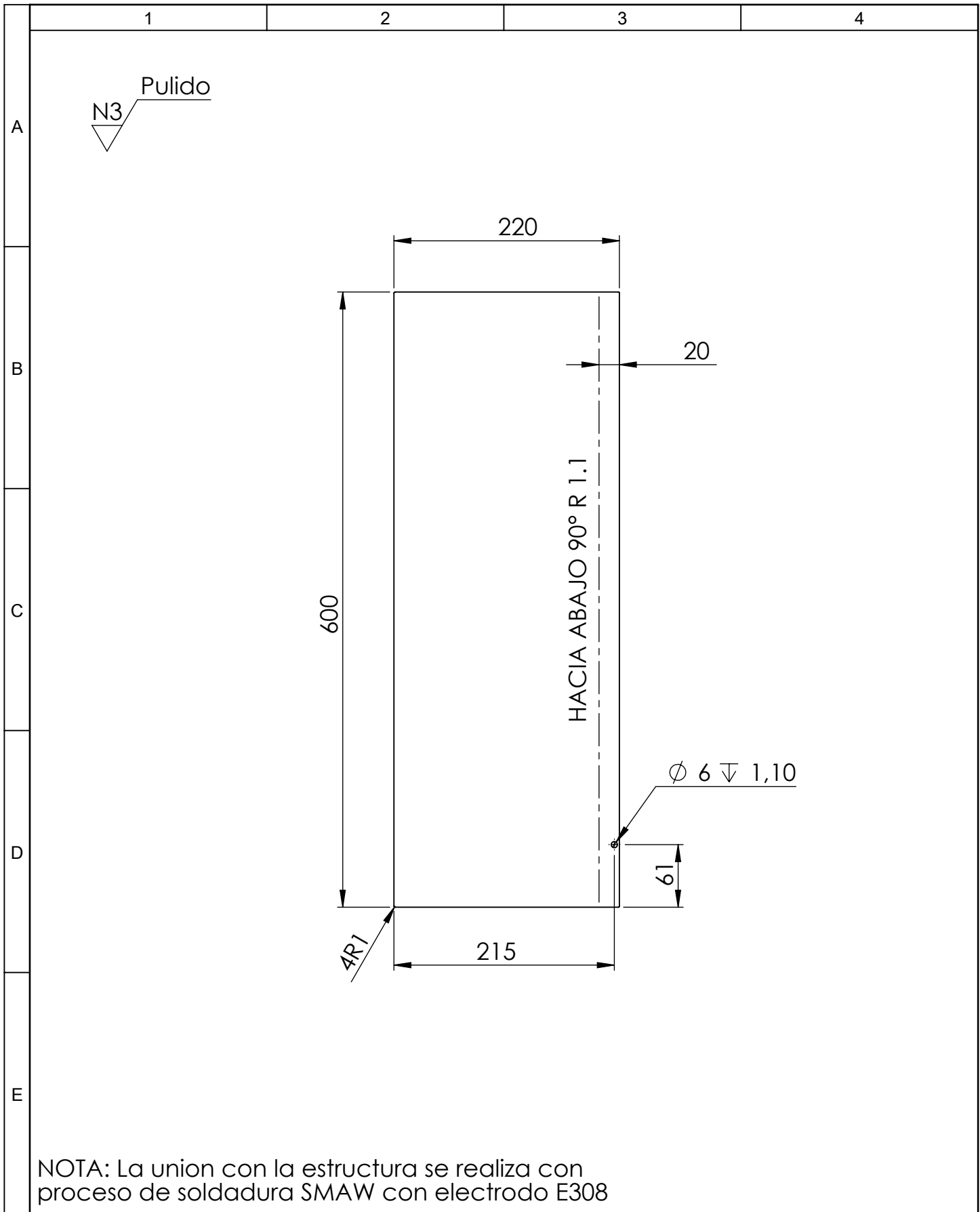


N° de Elemento	Cantidad	Descripción	Material	Longitud (mm)
1	4	30 X 30 X 1,2	AISI 304	850
2	2	30 X 30 X 1,2	AISI 304	500
3	2	30 X 30 X 1,2	AISI 304	440
4	2	30 X 30 X 1,2	AISI 304	600
5	2	30 X 30 1,2	AISI 304	540

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	485	250	Ø 6,50 X 30
A2	350	585	Ø 6,50 X 30
A3	350	15	Ø 6,50 X 30

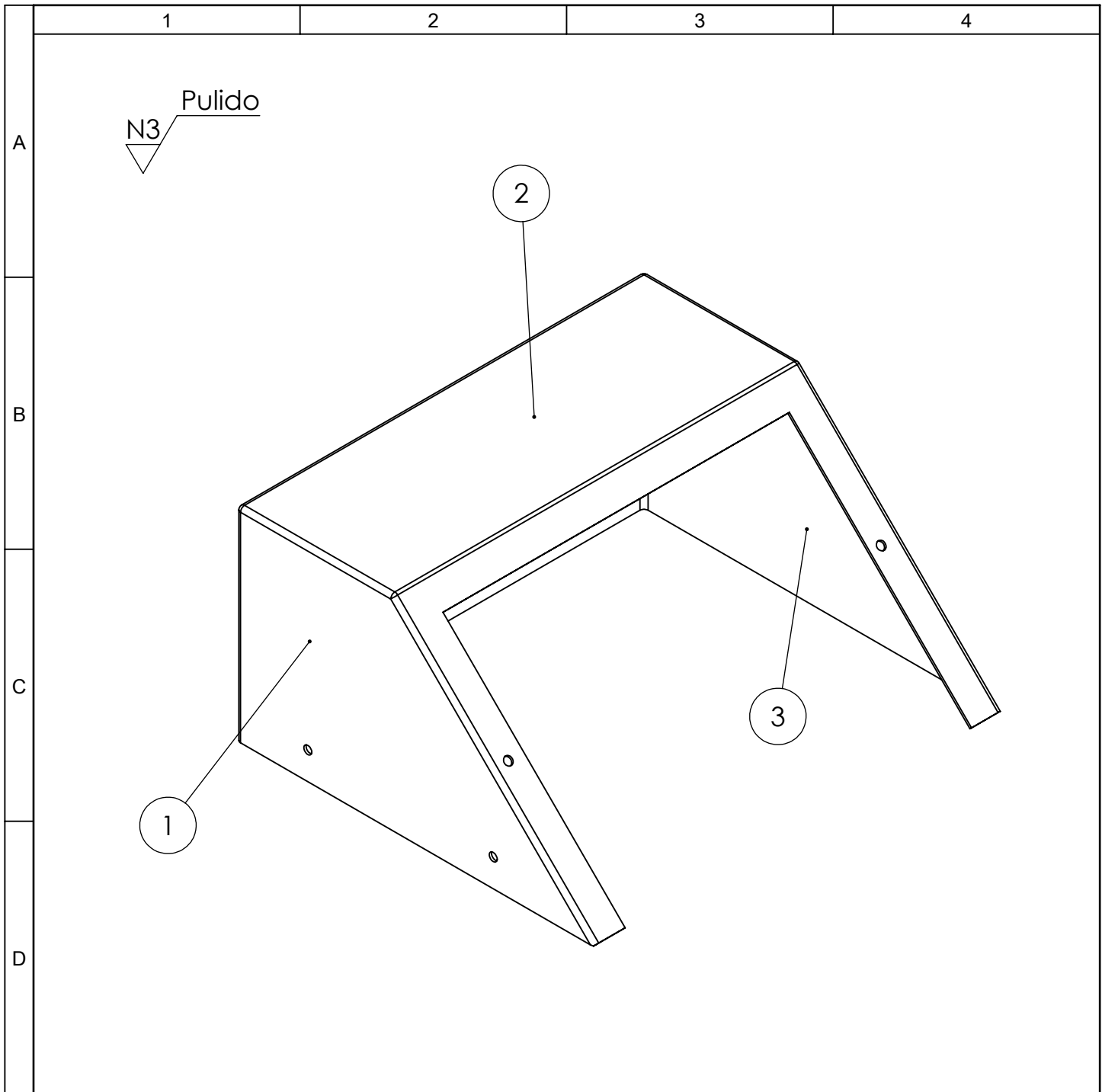
NOTA: Toda las uniones se realizan con proceso de soldadura SMAW con electrodo E308

Tolerancia : ±2		Peso: 8.42 Kg		Material: Tubo cuadrado AISI 304; e=1.2	
Fecha		Nombre		Título :	
Dibujó: 23/04/2015		N. Pafin		ESTRUCTURA	
Revisó: 23/04/2015		Ing. A. Hidalgo			
Aprobó: 23/04/2015		Ing. A. Hidalgo		Escala: 1:10	
U.T.A				No. Lámina 3 DE 36	
INGENIERÍA MECÁNICA				Registro:	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)	



NOTA: La union con la estructura se realiza con proceso de soldadura SMAW con electrodo E308

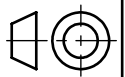
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	1.16 Kg	Plancha AISI 304,e= 1.1 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	L. CUESTA	Base para elementos eléctricos	1:5
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		4 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	

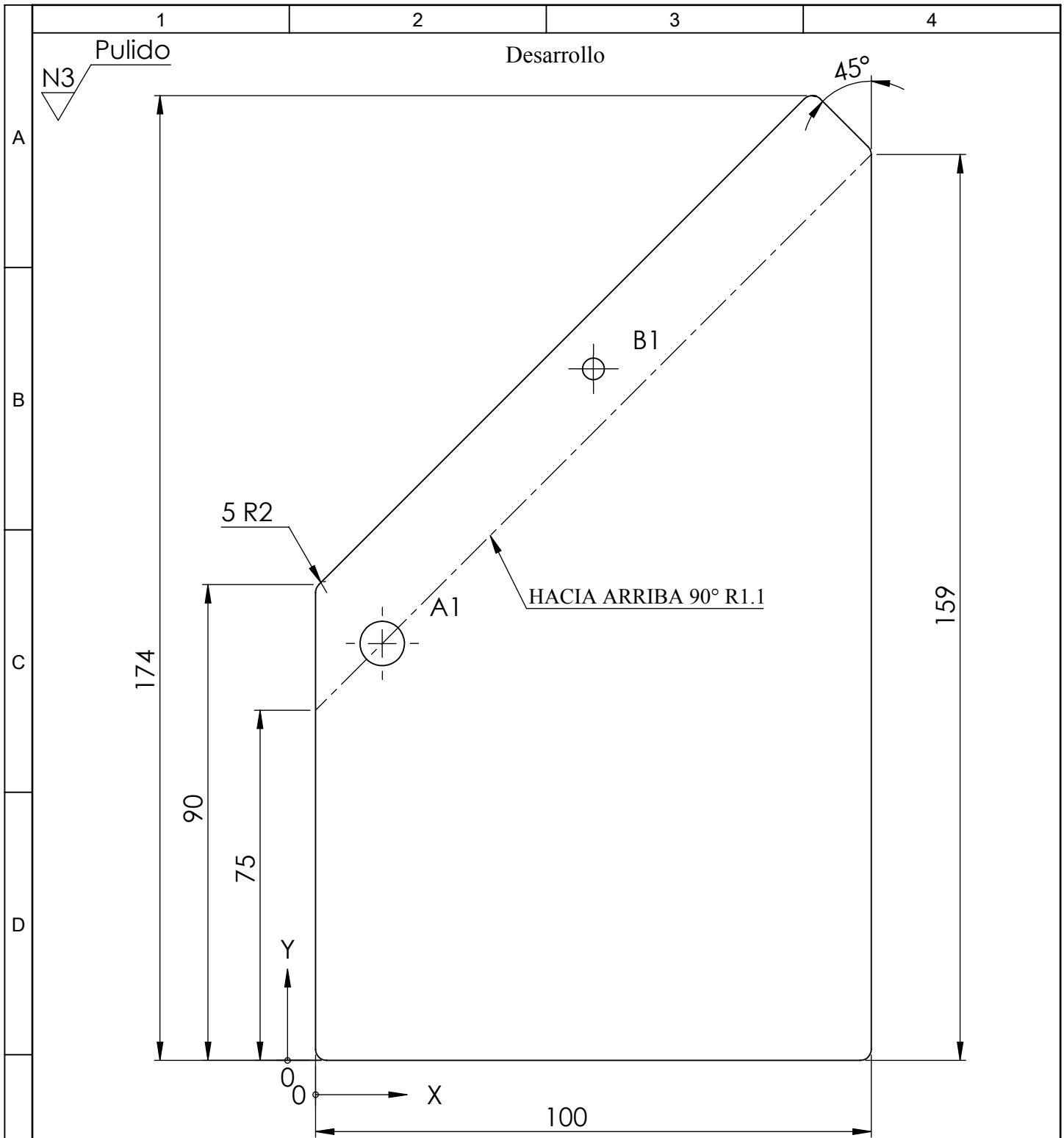


NOTA: Toda las uniones se realizan con proceso de soldadura SMAW con electrodo E308

1	Cubierta (Posterior y superior)	AISI 304	Planca de 1.10 mm de espesor	03		0.33	Cortado, pulido
1	Cubierta (Lateral derecha)	AISI 304	Planca de 1.10 mm de espesor	02		0.12	Cortado, pulido, perforado
1	Cubierta (Lateral izquierda)	AISI 304	Planca de 1.10 mm de espesor	01		0.12	Cortado, pulido, perforado
Nº de pieza	Denominación	Nº. de Norma/Dibujo	Material	Nº de orden	Nº. de Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.57 Kg	Plancha AISI 304; e = 1.10 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Escala:	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo	1:2.5	
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo	Registro:	
				U.T.A		No. Lámina	5 DE 36
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución )	

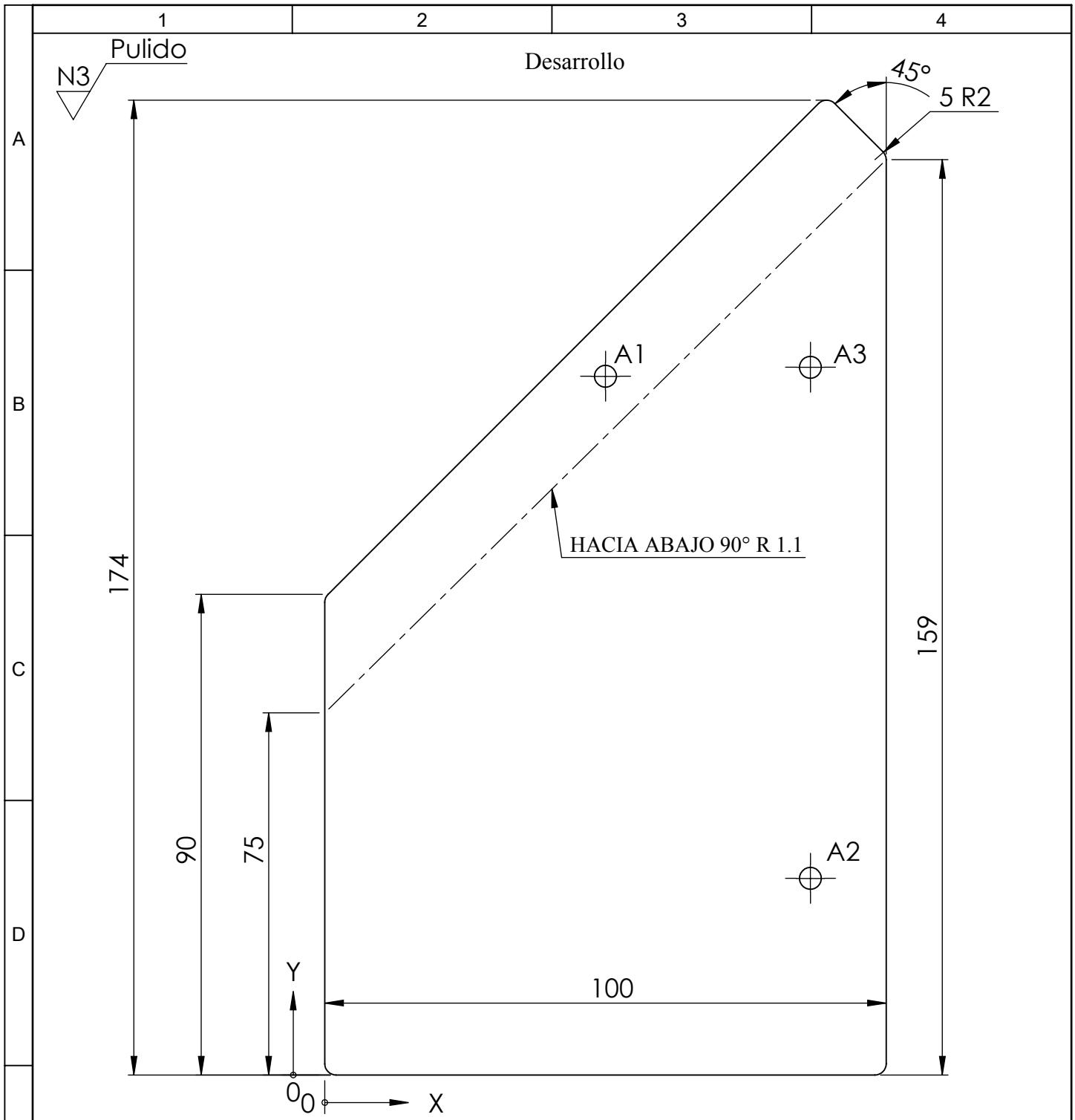




RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	12	75	$\varnothing 8 \nabla 2$
B1	50	124	$\varnothing 3,90 \nabla 2$

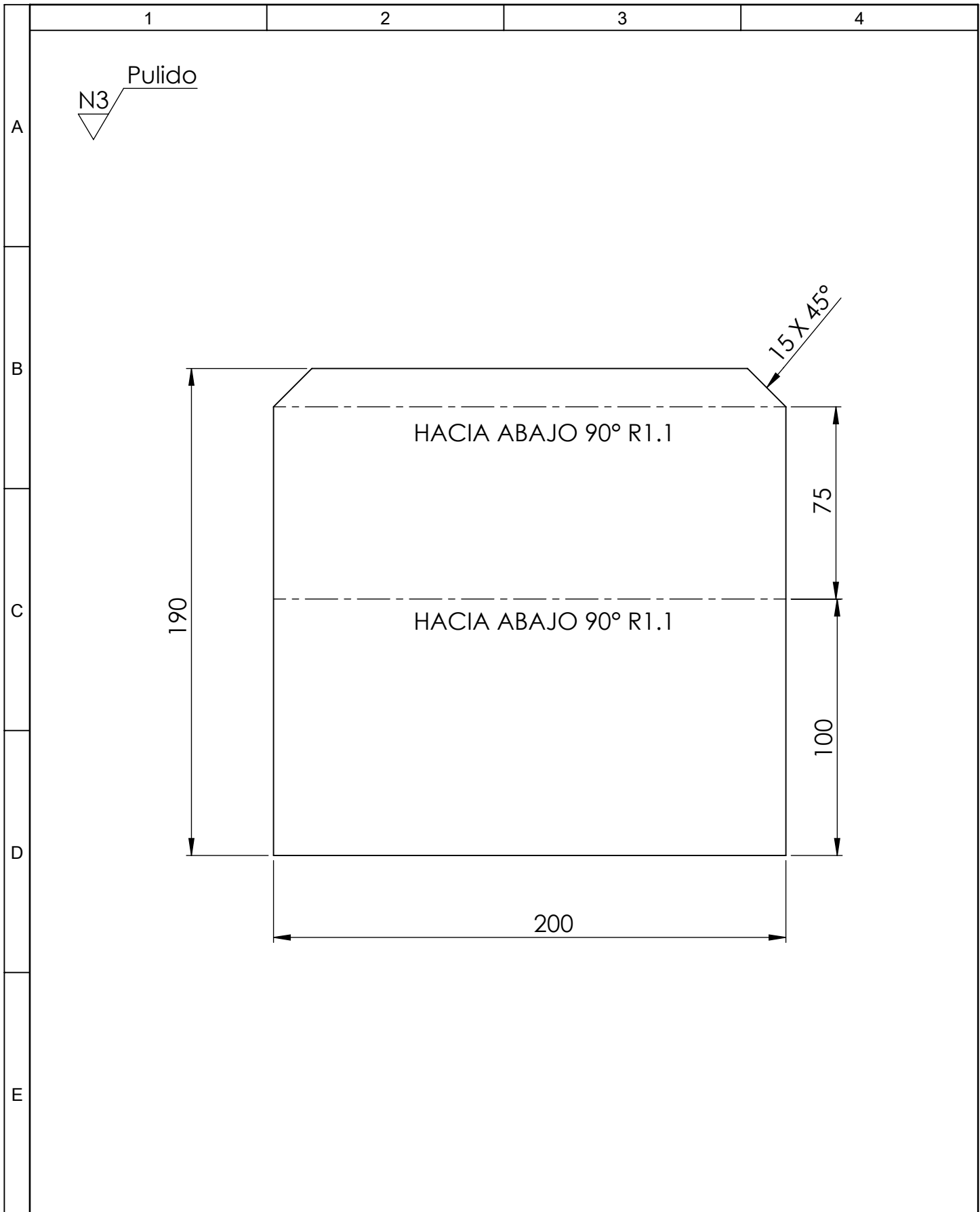
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.12 Kg	Plancha AISI 304; e = 1.10 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patiñ	Cubierta (Lateral Derecha)	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo	Escala:	
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo	1:1	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		6 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			





RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	50	124	Ø 3,90 ∇ 2
A2	87	35	Ø 3,90 ∇ 2
A3	87	126	Ø 3,90 ∇ 2

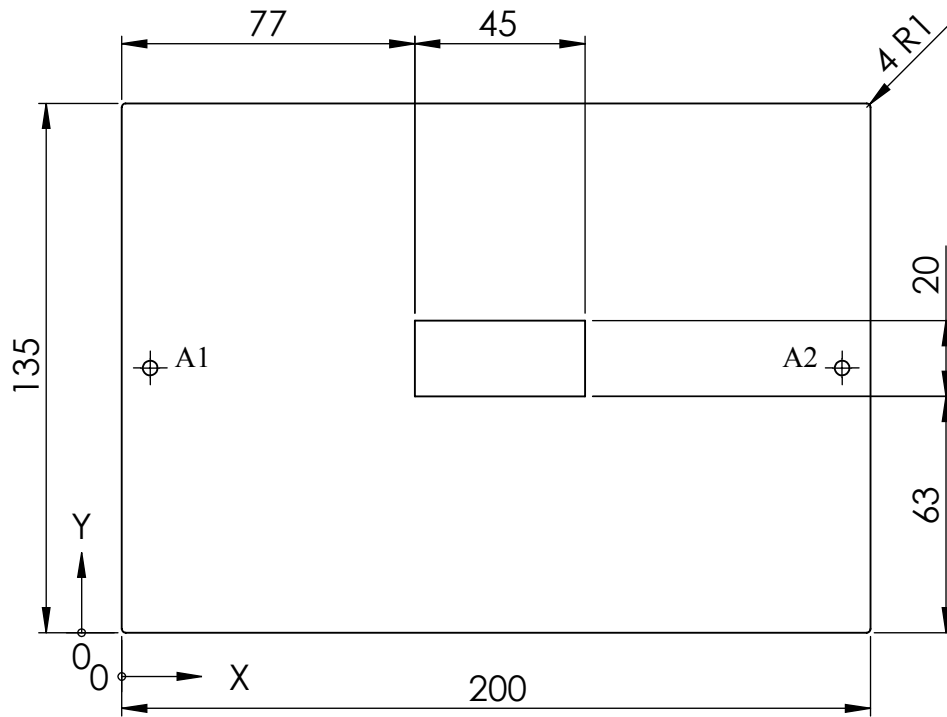
				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±2	0.12 Kg	Plancha AISI 304; e = 1.10 mm		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Cubierta (Lateral Izquierda)		1:1
				Revisó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo			
				Aprobó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo			
				U.T.A		No. Lámina	7 DE 36	Registro:
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.33 Kg	Plancha AISI 304,e= 1.1 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patiñ	Cubierta( Superior y Posterior)	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		8 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	

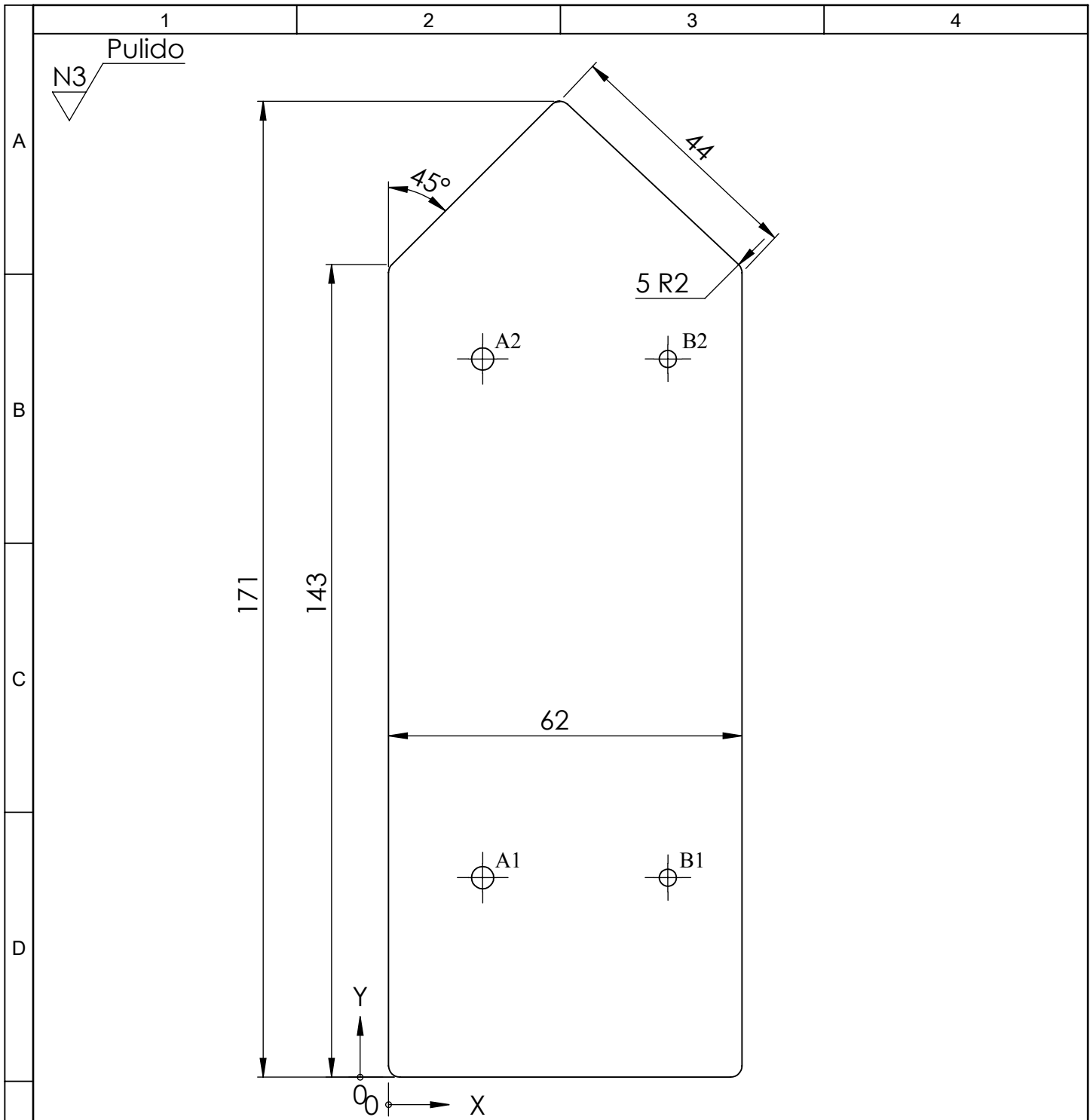


N3 Pulido



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	7,50	70	∅ 3,90 ∓ 1,10
A2	190,50	70	∅ 3,90 ∓ 1,10

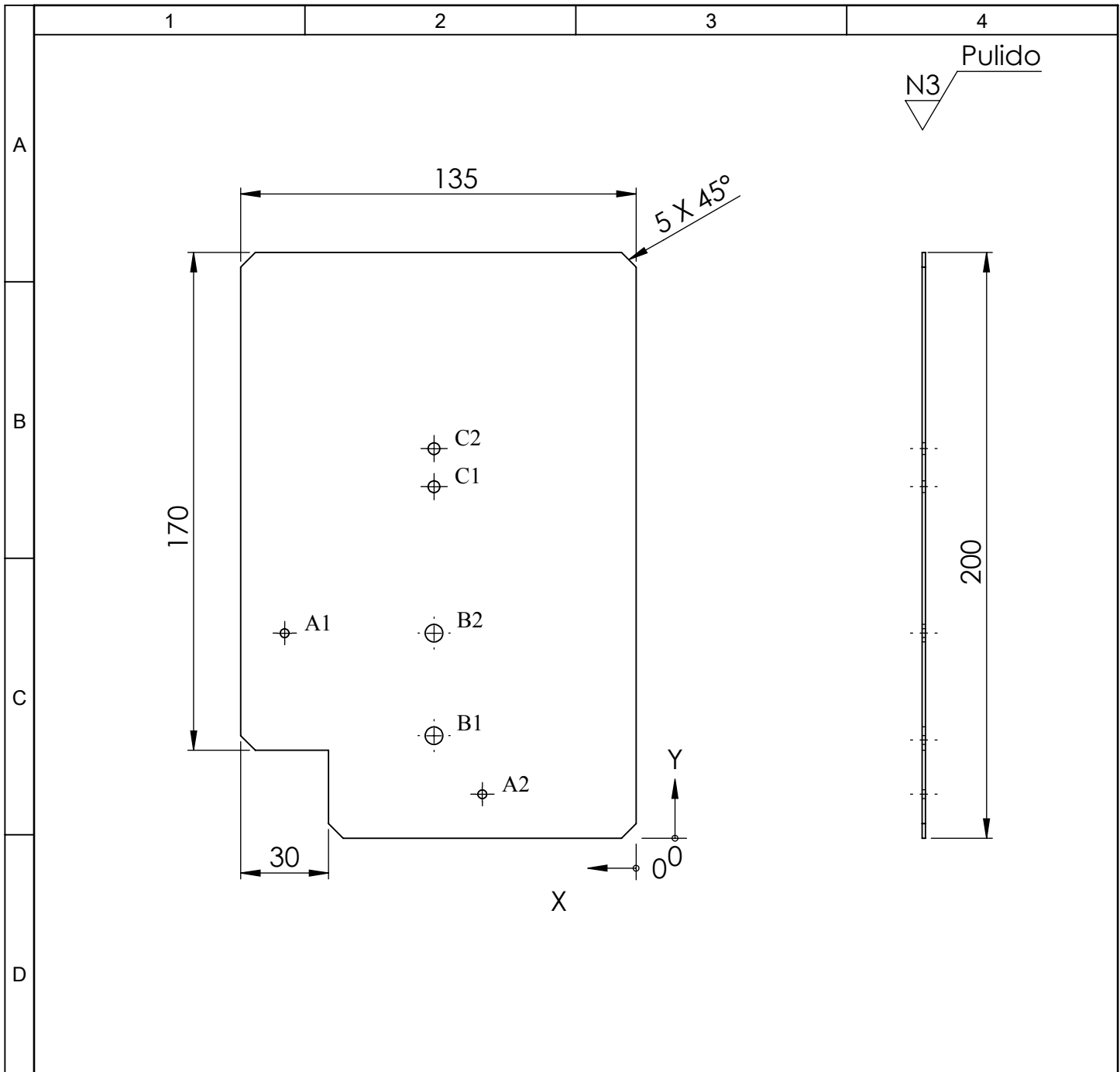
				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±2	0.22 Kg	Plancha AISI 304; e = 1.10 mm		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patiñ	Tapa del tablero eléctrico		1:2.5
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo			
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo			
				U.T.A		No. Lámina	9 DE 36	Registro:
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	16,50	35	Ø 3,90 ▽ 1,10
A2	16,50	126	Ø 3,90 ▽ 1,10
B1	49	35	Ø 3 ▽ 1,10
B2	49	126	Ø 3 ▽ 1,10

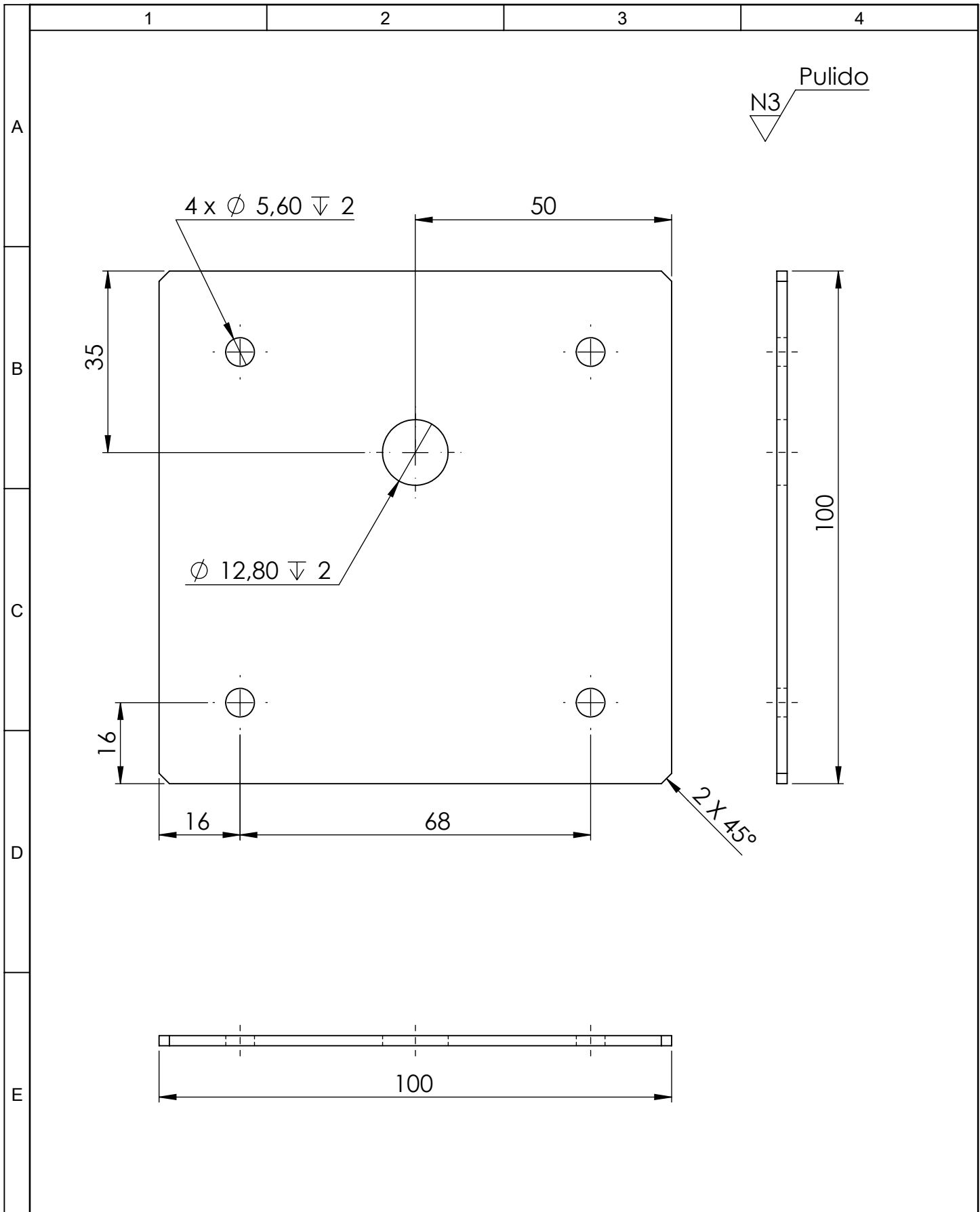
Nota: Remachada con la estructura en B1 y B2

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.085Kg	Plancha AISI 304; e = 1.10 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Sujetador de tablero eléctrico	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo	Escala: 1:1	
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo	Registro:	
				U.T.A		No. Lámina	10 DE 36
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre				



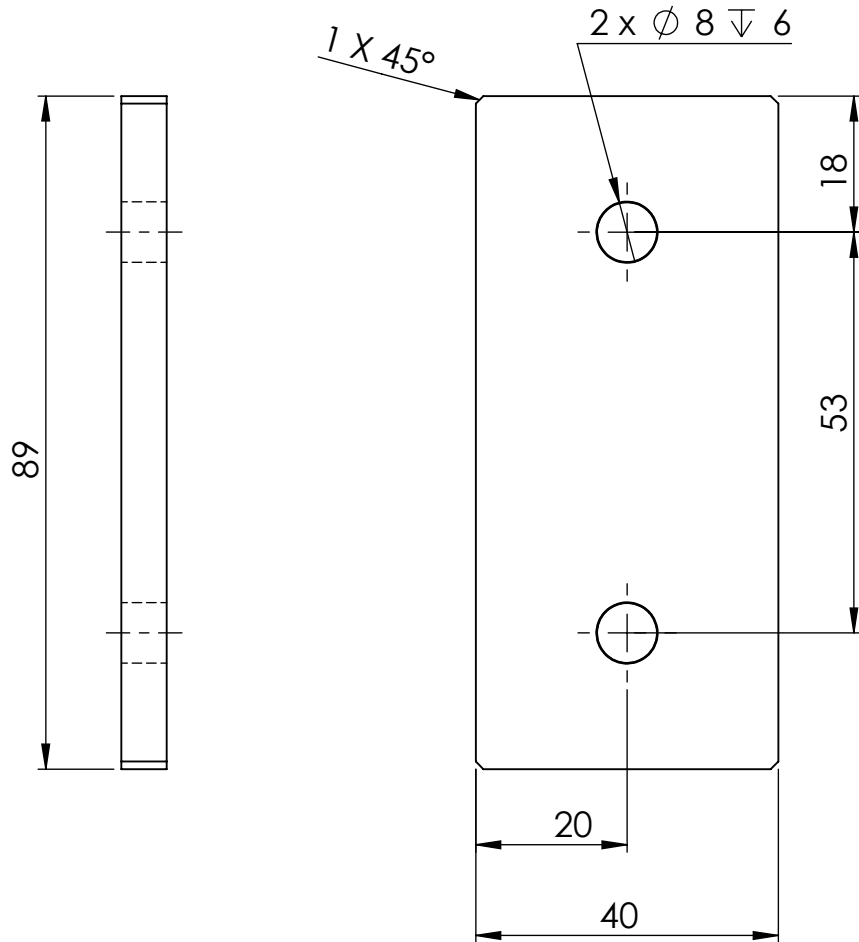
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	120	70	Ø 3 √ 1,10
A2	52,50	15	Ø 3 √ 1,10
B1	69	35	Ø 6 √ 1,10
B2	69	70	Ø 6 √ 1,10
C1	69	120	Ø 4 √ 1,10
C2	69	133	Ø 4 √ 1,10

				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±2	0.23 Kg	Plancha AISI 304; e=1.1 mm		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N Patin	Base de elementos neumáticos		1:2.5
				Revisó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo			
				Aprobó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo			
				U.T.A		No. Lámina	11 DE 36	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre					



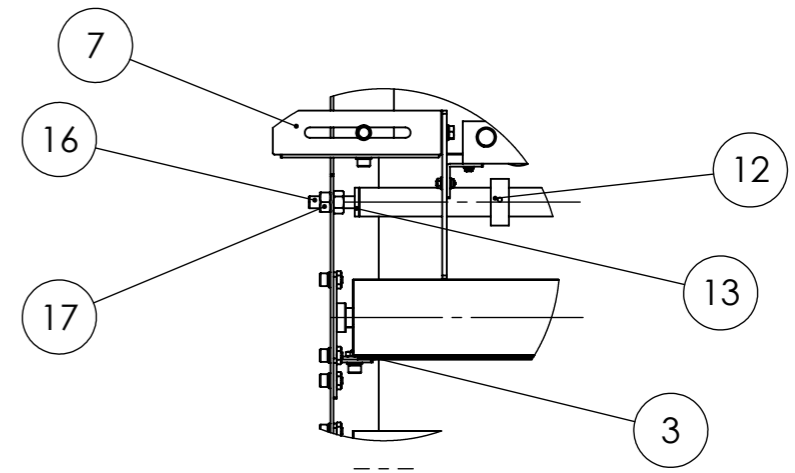
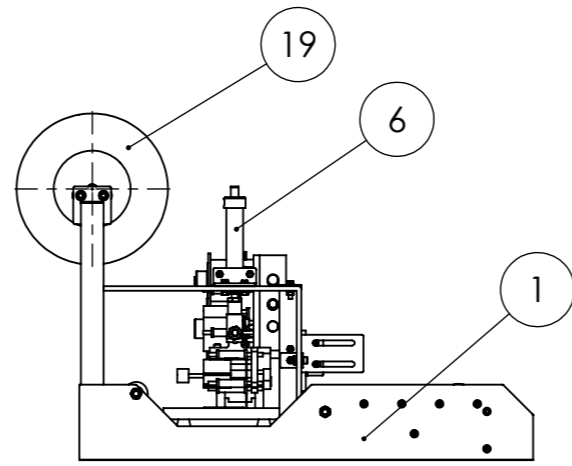
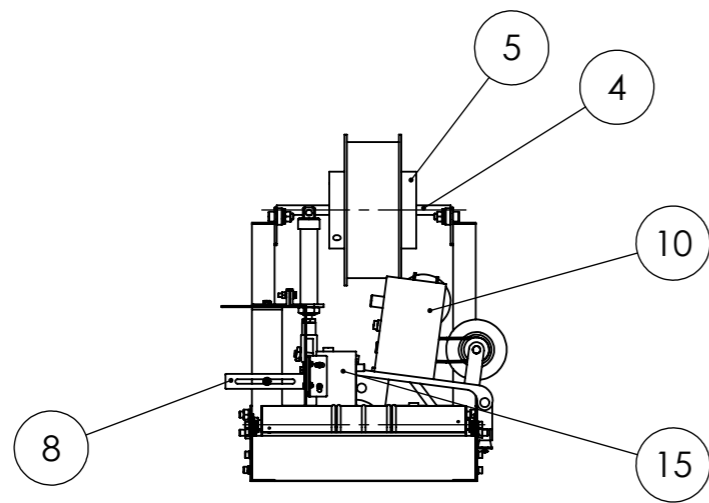
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.16Kg	Plancha AISI 304; e=2 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N Patin	Base del motor	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		12 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

N3 Pulido

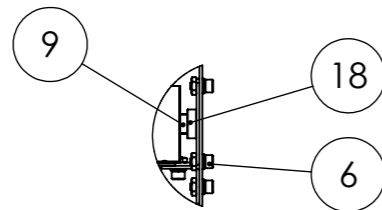
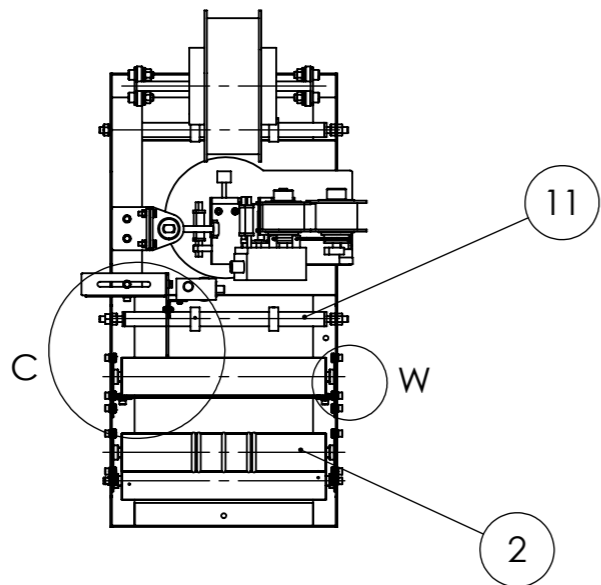


Nota: Soldada a la estructura con proceso SMAW, E308

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.17 Kg	Platina AISI 304; e=6 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patin	Soporte de chumacera	1:1
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		13 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	



DETALLE C  
ESCALA 1 : 5



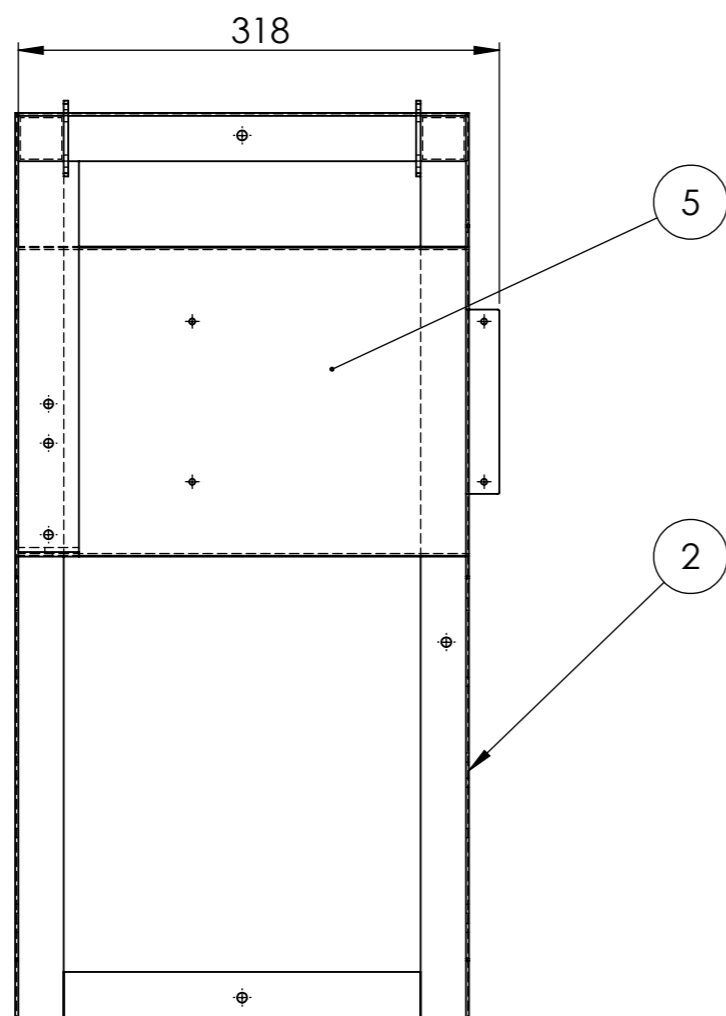
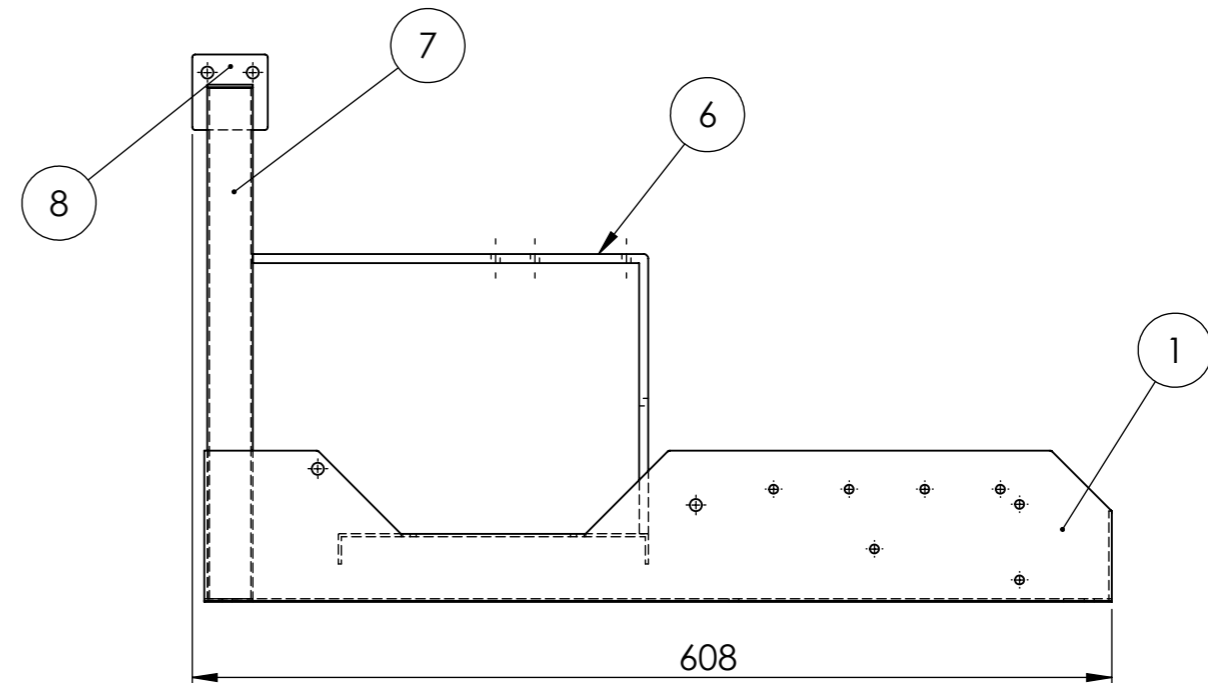
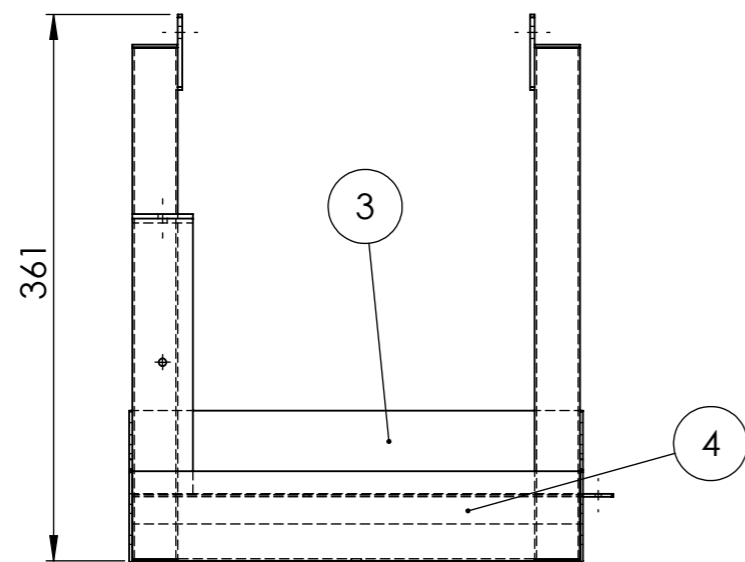
DETALLE W  
ESCALA 1 : 5

N° de Piez	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones
2	Soporte de rollo de etiquetas		Acrílico	19		0.01	Cortado, perforado
6	Canastilla de rodamiento		AISI 304	18		0.15	Cortado, perforado
8	Tuerca Hexagonal	DIN 439	Galvanizado	17	M8 x 1.25		Adquirido
4	Perno Hexagonal	ISO 262	Galvanizado	16	5/16 x 1 1/2"		Adquirido
1	Sensor óptico			15	GDJ 211 BG		Adquirido
15	Perno allen	DIN 912	Galvanizado	14	M5 x 10		Adquirido
4	Tapón de rodillo guía		Teflón	13		0.005	Cortado, perforado
4	Tope de rodillo guía		Duralón	12		0.008	Cortado, perforado
2	Rodillo Guía		AISI 304	11		0.12	Cortado
1	Codificador Manual		Varios	10			Adquirido
1	Eje (Sistema giro de envase)		AISI 304	09		0.296	Cortado, soldado, etc
1	Guia secundario de sensor		AISI 304	08		0.019	Cortado, perforado, doblado
1	Guia principal de sensor		AISI 304	07		0.071	Cortado, perforado, doblado
1	Cilindro neumático simple efecto	ISO 6432	Varios	06	MSA 25 *40		Adquirido
2	Porta etiquetas		AISI 304	05		0.347	Cortado, perforado
1	Eje (Sistema desbobinador)		AISI 304	04		0.304	Cortado, torneado
1	Placa despegadora de etiquetas		AISI 304	03		0.302	Cortado, perforado
3	Rodillo (Sistema giro de envase)		Duralón	02		0.694	Torneado, perforado
1	Base Armada		AISI 304	01		5.98	Cortado, soldado

Tolerancia : ±2		Peso: 12.656 Kg		Material: Varios	
Fecha		Nombre		Título :	
Dibujó: 23/04/2015		N. Patín		Sistema principal	
Revisó: 23/04/2015		Ing. A. Hidalgo			
Aprobó: 23/04/2015		Ing. A. Hidalgo			
U.T.A		No. Lámina		14 DE 36	
INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		Registro:	

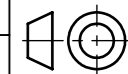
Escala: 1:10





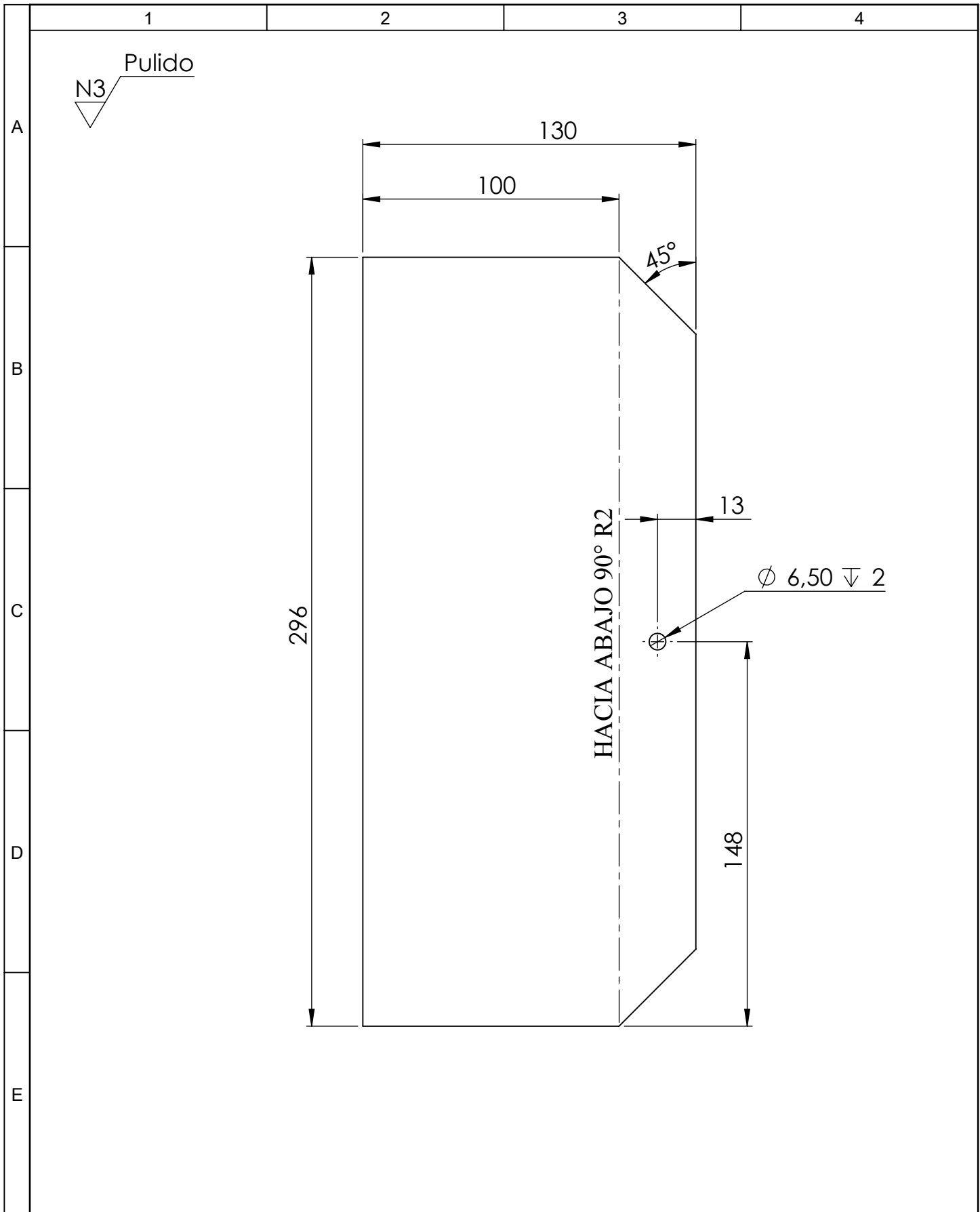
NOTA: Todas las uniones se realizan con proceso SMAW E308

2	Soporte de rodamientos		AISI 304	08		0.058	Cortado, Pulido, Perforado, Soldado
2	Soporte de sistema desbobinador		AISI 304	07		0.39	Cortado, Pulido, Soldado
1	Ángulo soporte de guías		AISI 304	06		0.87	Cortado, Pulido, Perforado, Soldado
1	Base para montar Fechador		AISI 304	05		1.17	Cortado, Pulido, Perforado, Soldado
1	Base (Frontal)		AISI 304	04		0.39	Cortado, Pulido, Perforado, Soldado
1	Base (Posterior)		AISI 304	03		0.59	Cortado, Pulido, Perforado, Soldado
1	Base ( Derecha)		AISI 304	02		1.03	Cortado, Pulido, Perforado, Soldado
1	Base ( Izquierda)		AISI 304	01		1.03	Cortado, Pulido, Perforado, Soldado
Nº. de piez.	Denominación	Nº. de Norma/Dibujo	Material	Nº. de Orden	Nº. del Modelo/Semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones
			Tolerancia : ±2			Peso: 5.98 Kg	Material: AISI 304
							Título : Base Armada
							Fecha Nombre
							Dibujó: 23/04/2015 N. Pafin
							Revisó: 23/04/2015 Ing A Hidalgo
							Aprobó: 23/04/2015 Ing A Hidalgo
							No. Lámina 15 DE 36
							Registro: Escala: 1:5
							U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA (Sustitución)

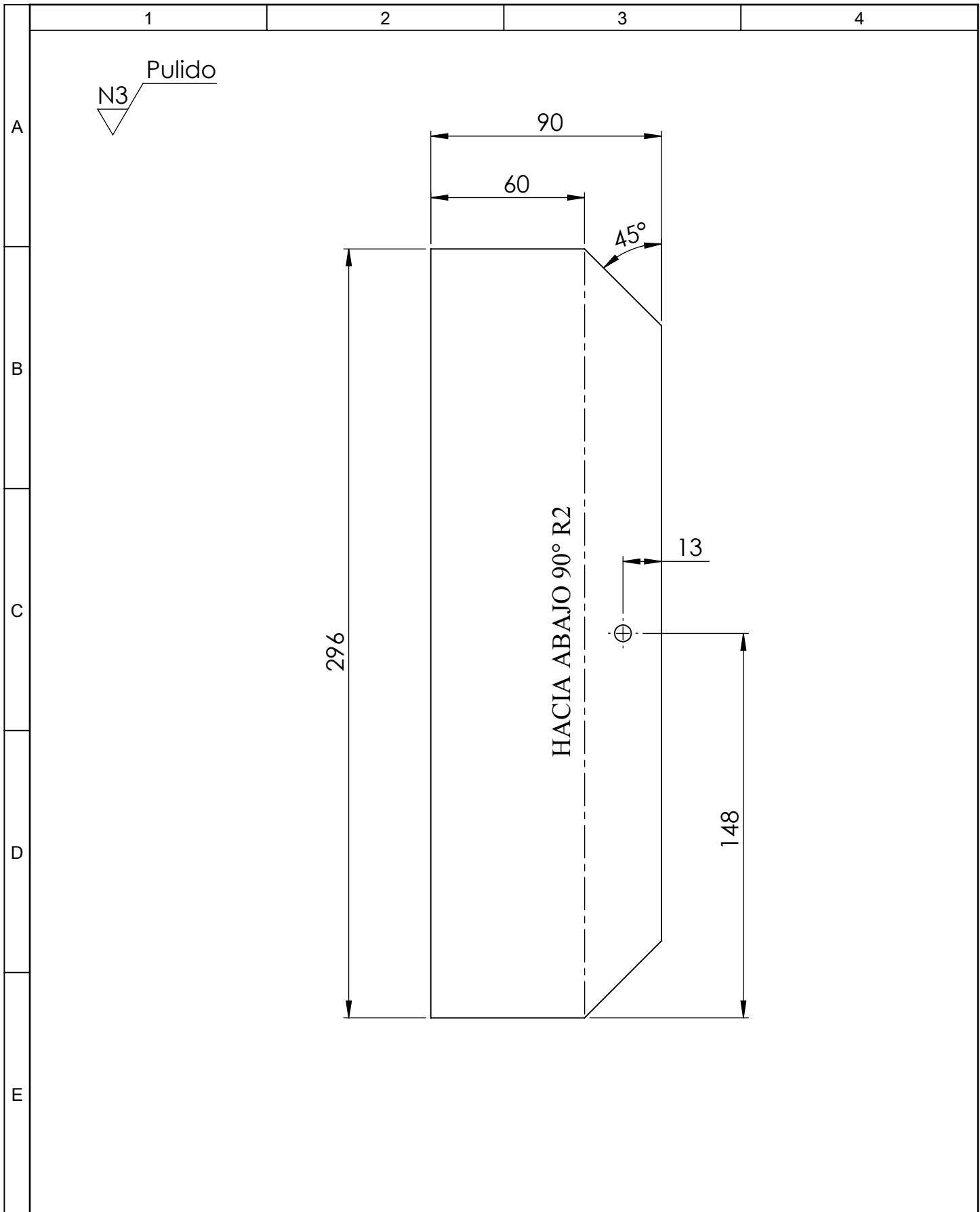




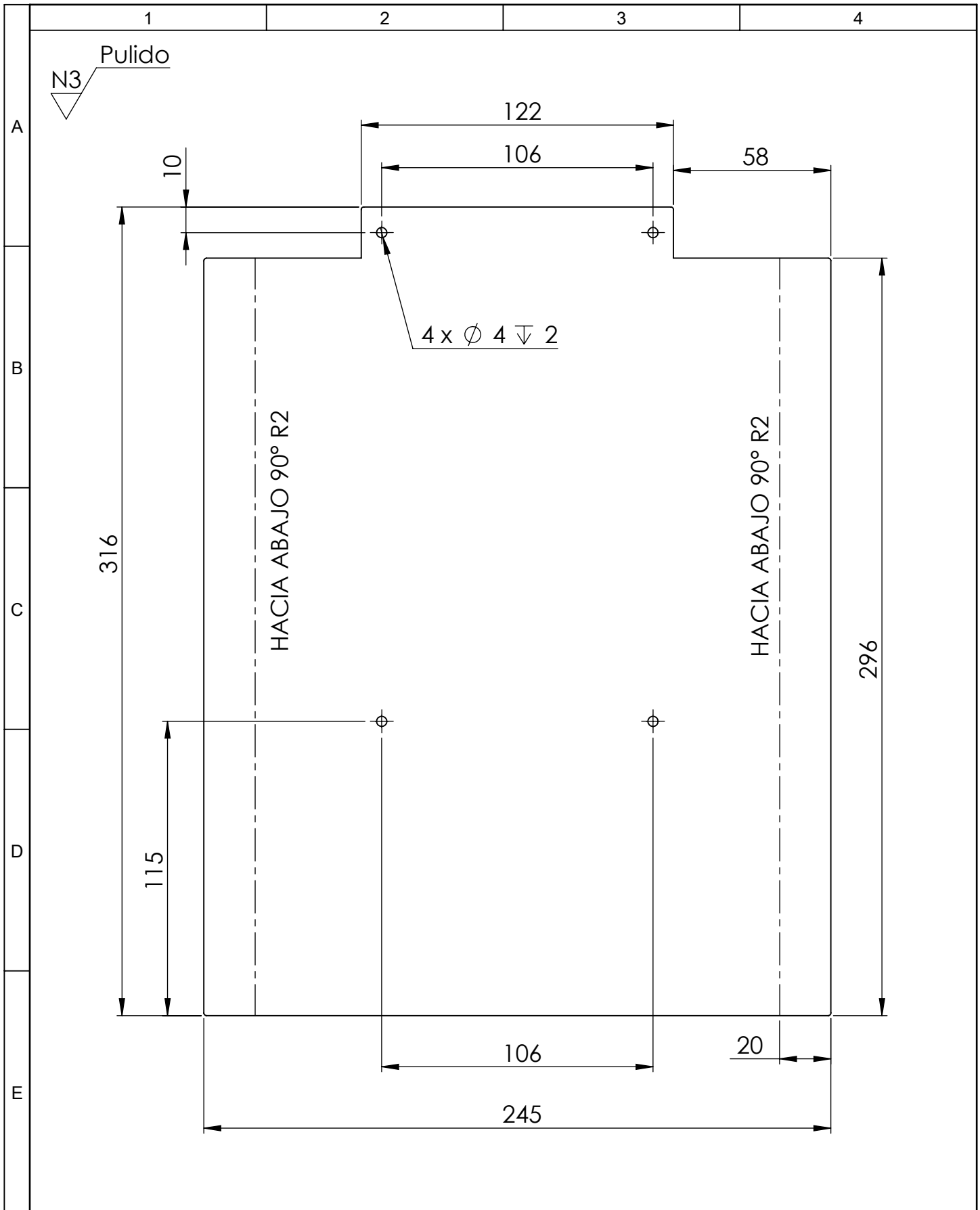




				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.59 Kg	Plancha AISI 304,e=2 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patiñ	Base (Posterior)	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo	Escala:	
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo	1:2.5	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		17 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			

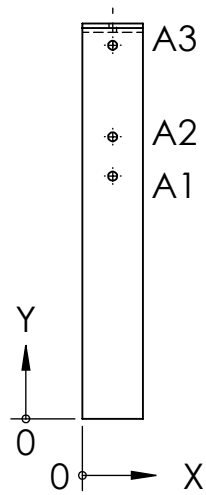
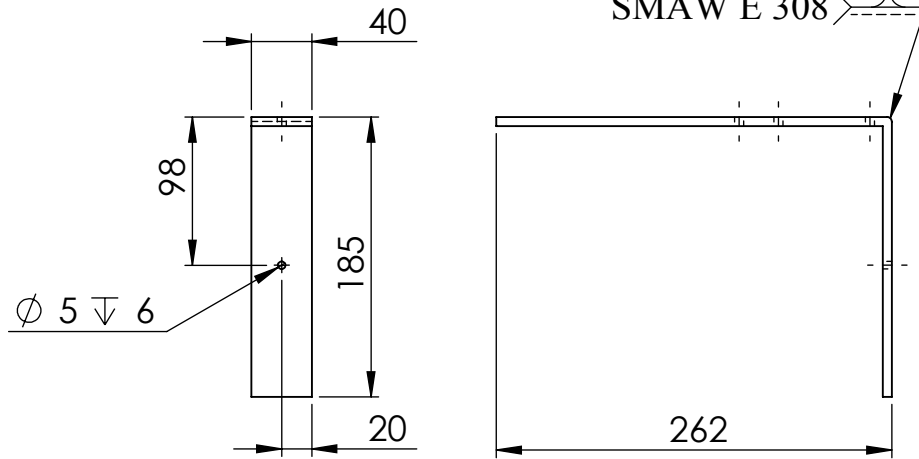


				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.39 Kg	Plancha AISI 304,e=2 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Base (Frontal)	
				Revisó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		18 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



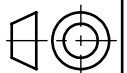
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	1.17 Kg	Plancha AISI 304,e=2 mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Base para montar fechador	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		19 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	

N3 Pulido

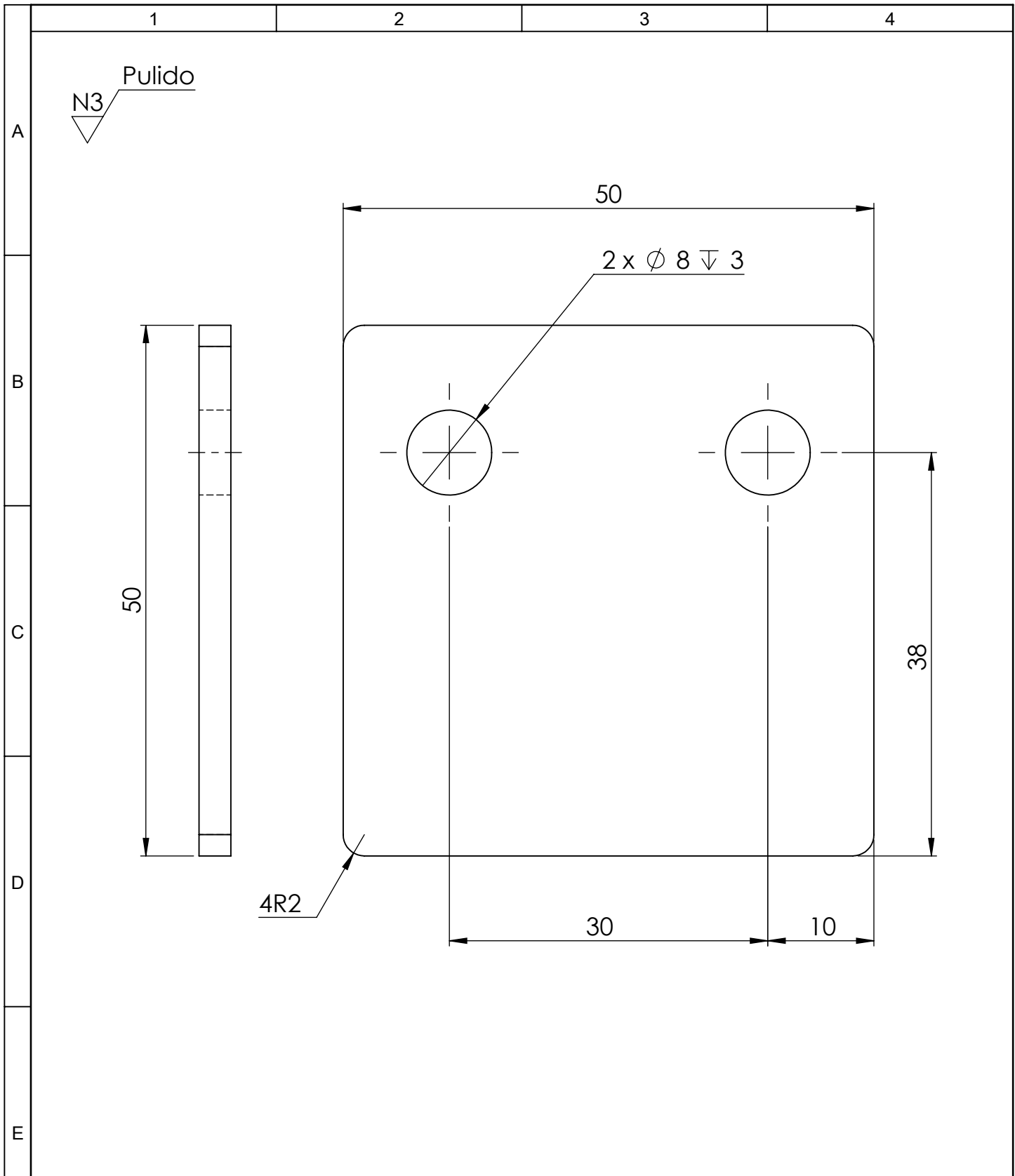


RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	20	161	Ø 6 ∇ 6
A2	20	187	Ø 6 ∇ 6
A3	20	247	Ø 6 ∇ 6

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.84 Kg	Platina AISI 304;e=6mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Ángulo soporte de guias	
				Revisó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo	Escala:	
				Aprobó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo	1: 5	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		20 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			







NOTA: Soldada al soporte del sistema desbobinador con proceso SMAW E308

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.058 Kg	Plancha AISI 304; e=3mm	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Base de rodamientos	2:1
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		22 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

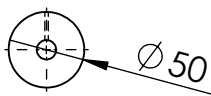
1

2

3

4

Torneado



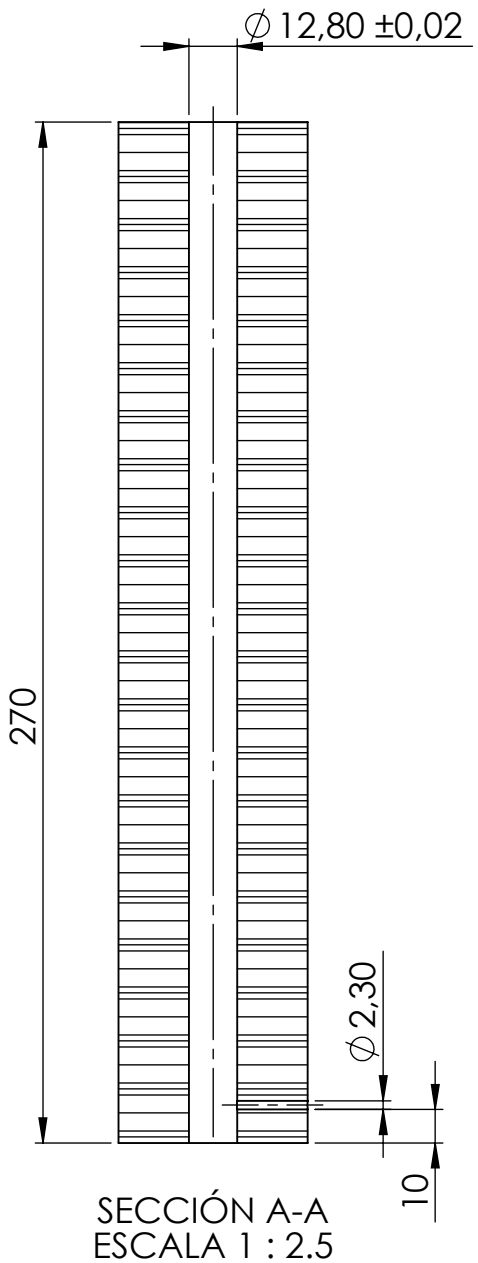
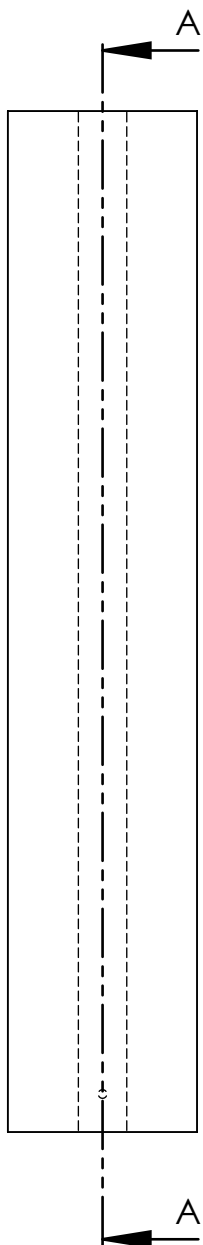
A

B

C

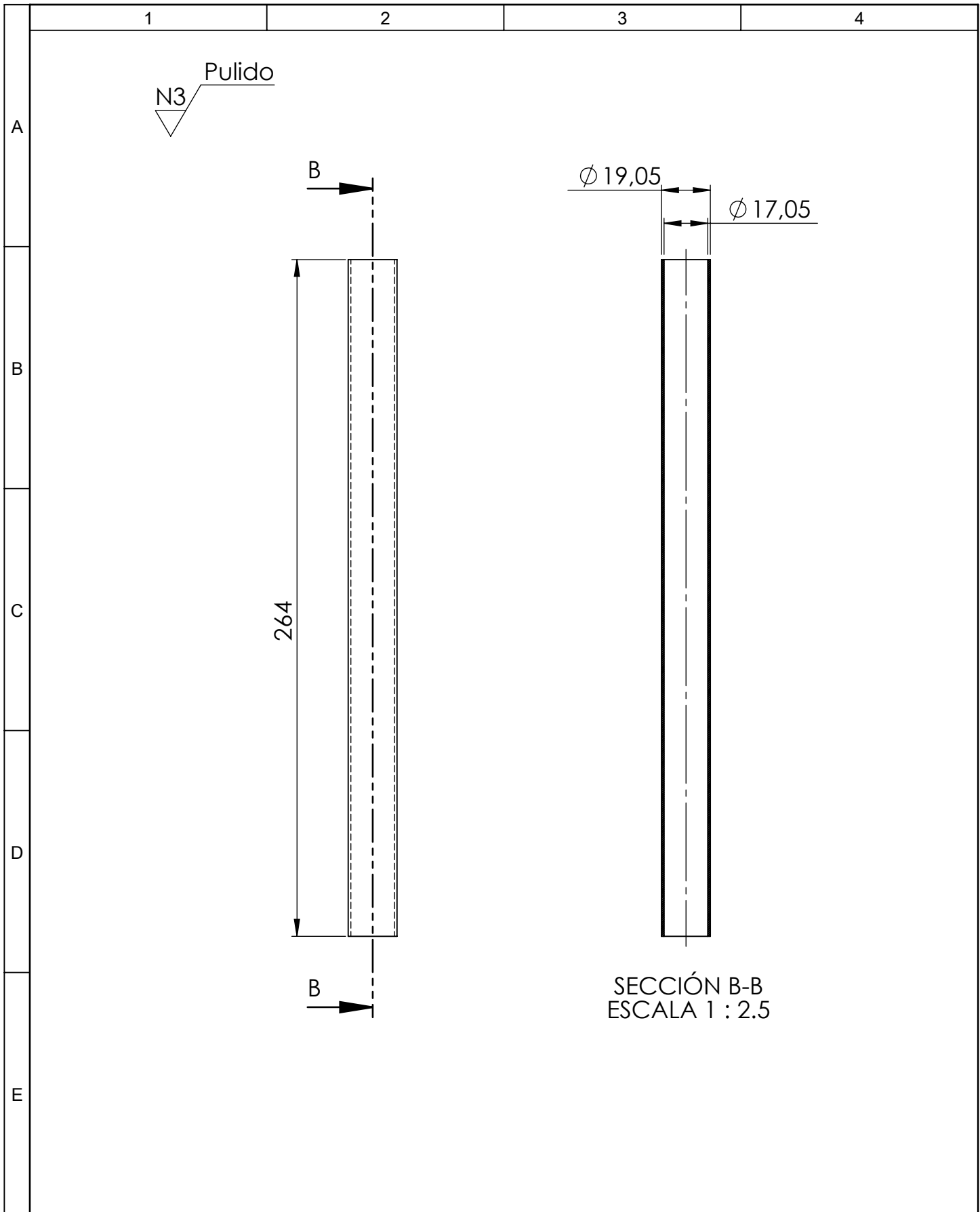
D

E



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2.5

				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±2	0.694 Kg	Eje de duralón Ø 2 plg		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patin	RODILLO(Sistema giro de envase)		1:2.5
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo			
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo			
				U.T.A		No. Lámina	Registro:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		23 DE 36		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )		



SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 2.5

				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±2	0.12 Kg	Tubo redondo AISI 304; Ø 3/4plg		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patin	Rodillo Guia		1:2.5
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo			
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo			
				U.T.A		No. Lámina	Registro:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		24 DE 36		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )		



1

2

3

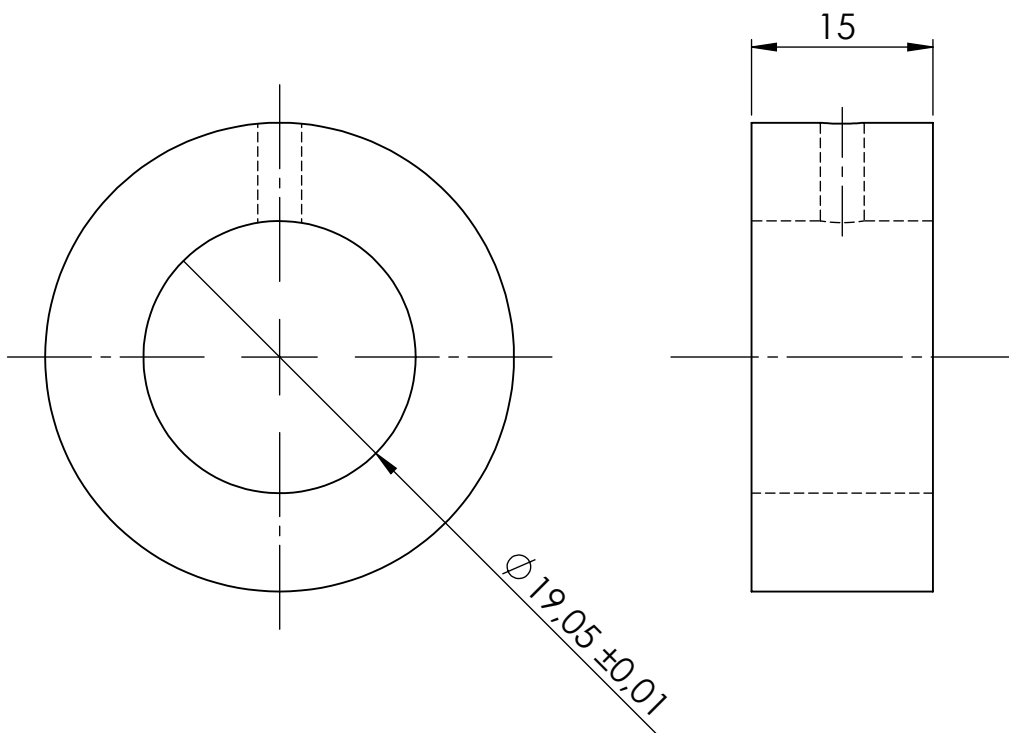
4

A

N7 Torneado

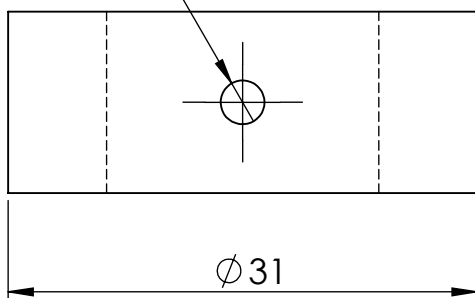
B

C



D

Ø 2,90 HASTA EL SIGUIENTE



E

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.008 Kg	Eje de duralón; Ø 1 1/4 plg	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patin	Tope de rodillo guia	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		25 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	

1

2

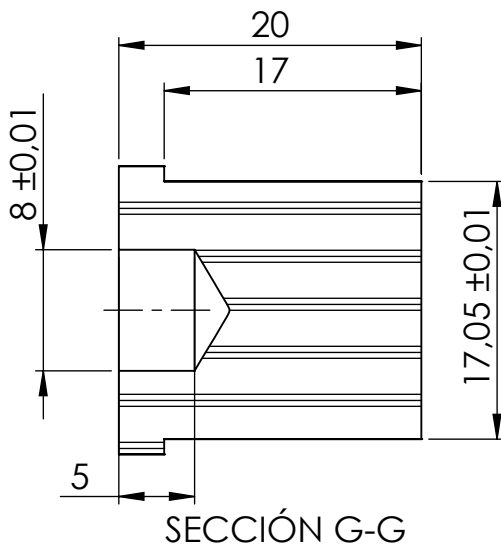
3

4

A

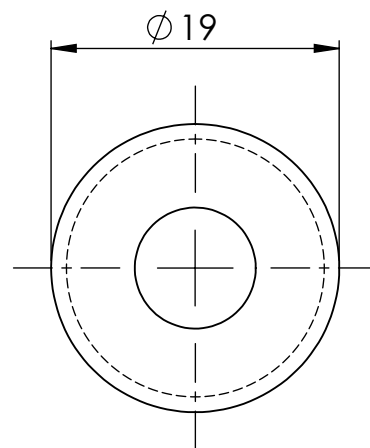
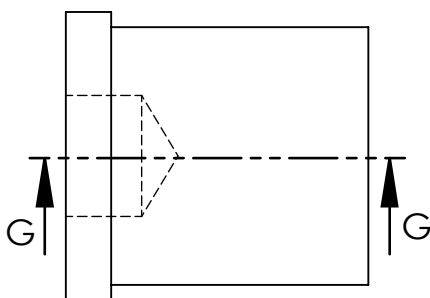
Torneado  
N7

B



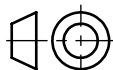
C

D



E

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.005 Kg	Teflón; Ø 3/4 plg	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Tapón de rodillo guia	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		26 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	



1

2

3

4

N7 Torneado

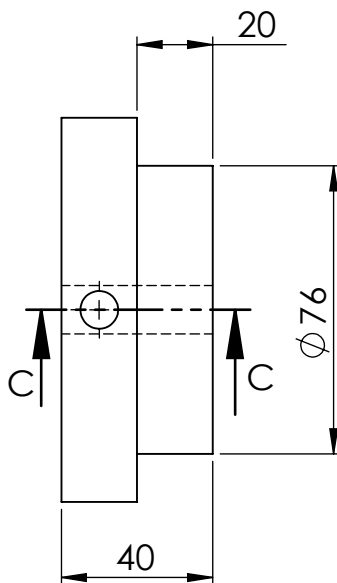
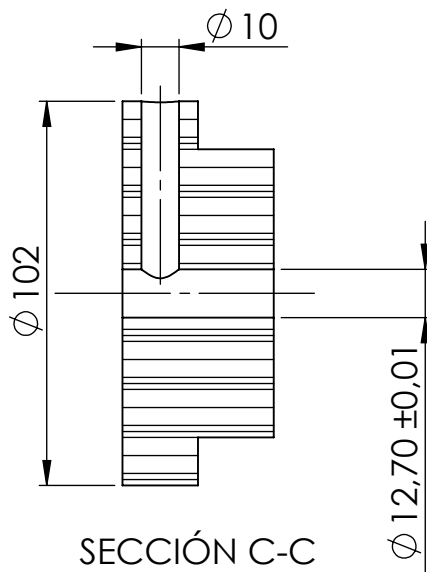
A

B

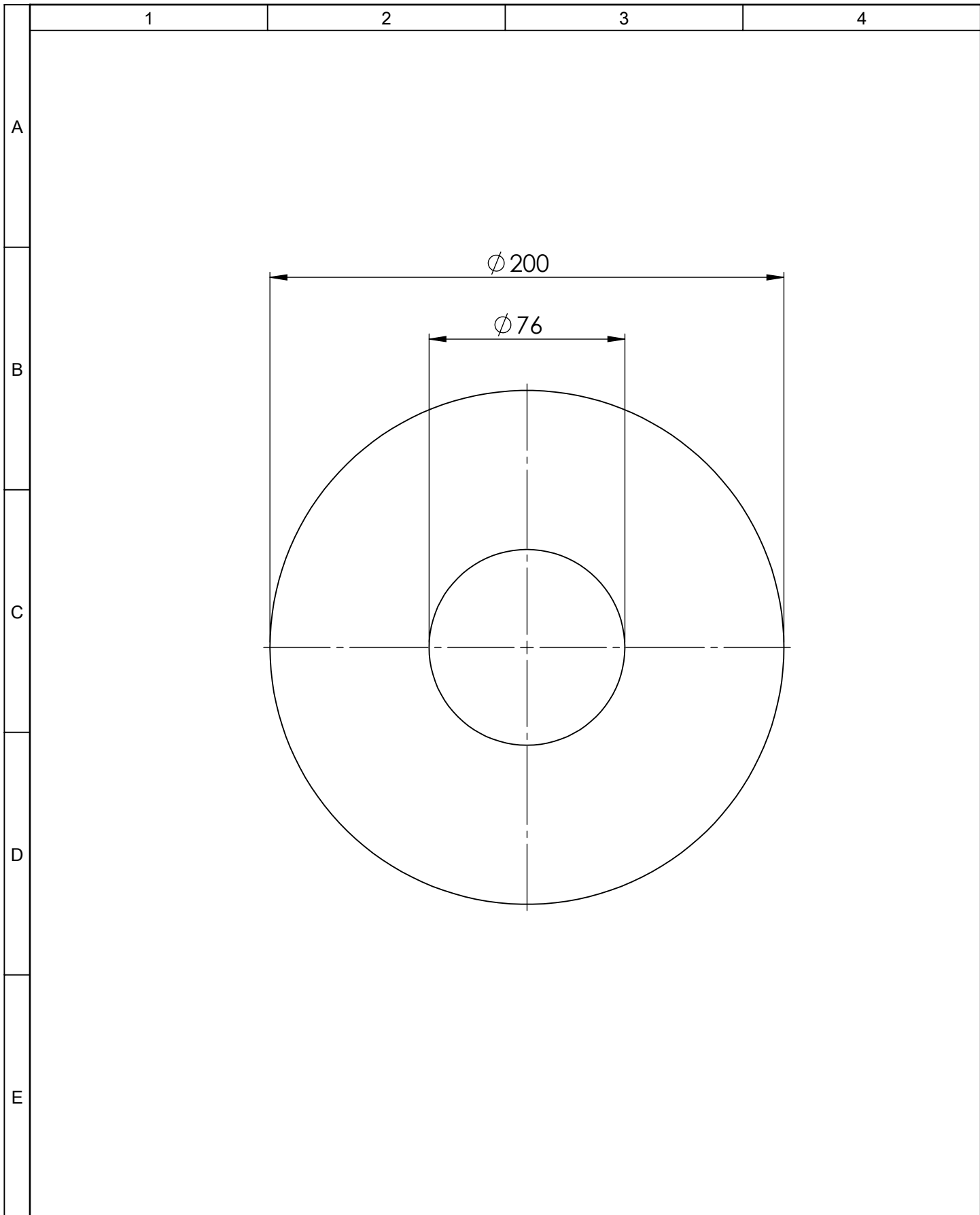
C

D

E

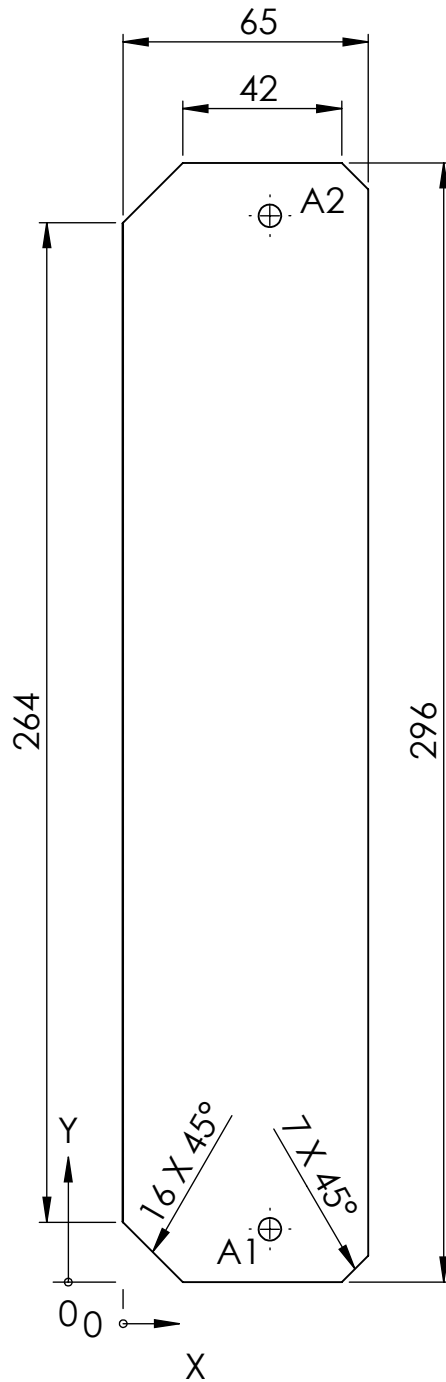


				Tolerancia : ±2	Peso: 0.347 Kg	Material: Eje de duralón; Ø 4 plg		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patin	Porta etiquetas		1:2.5
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo			
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo			
				U.T.A		No. Lámina	27 DE 36	Registro:
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución )		



				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±2	0.01 Kg	Acrílico; e=3mm		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N : Patín	Soporte de rollo de etiquetas		1:2
				Revisó: 23/04/2015	Ing A .Hidalgo			
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A .Hidalgo			
				U.T.A		No. Lámina	28 DE 36	Registro:
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución )		

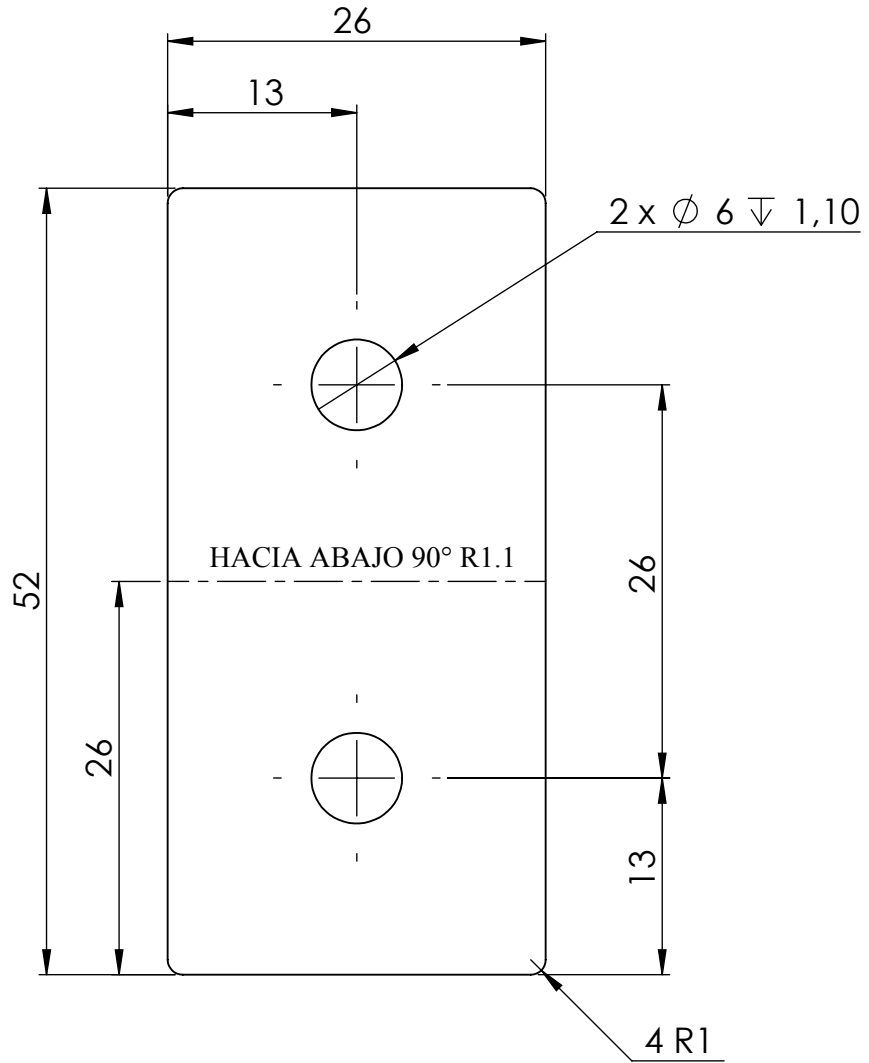
N3 Pulido



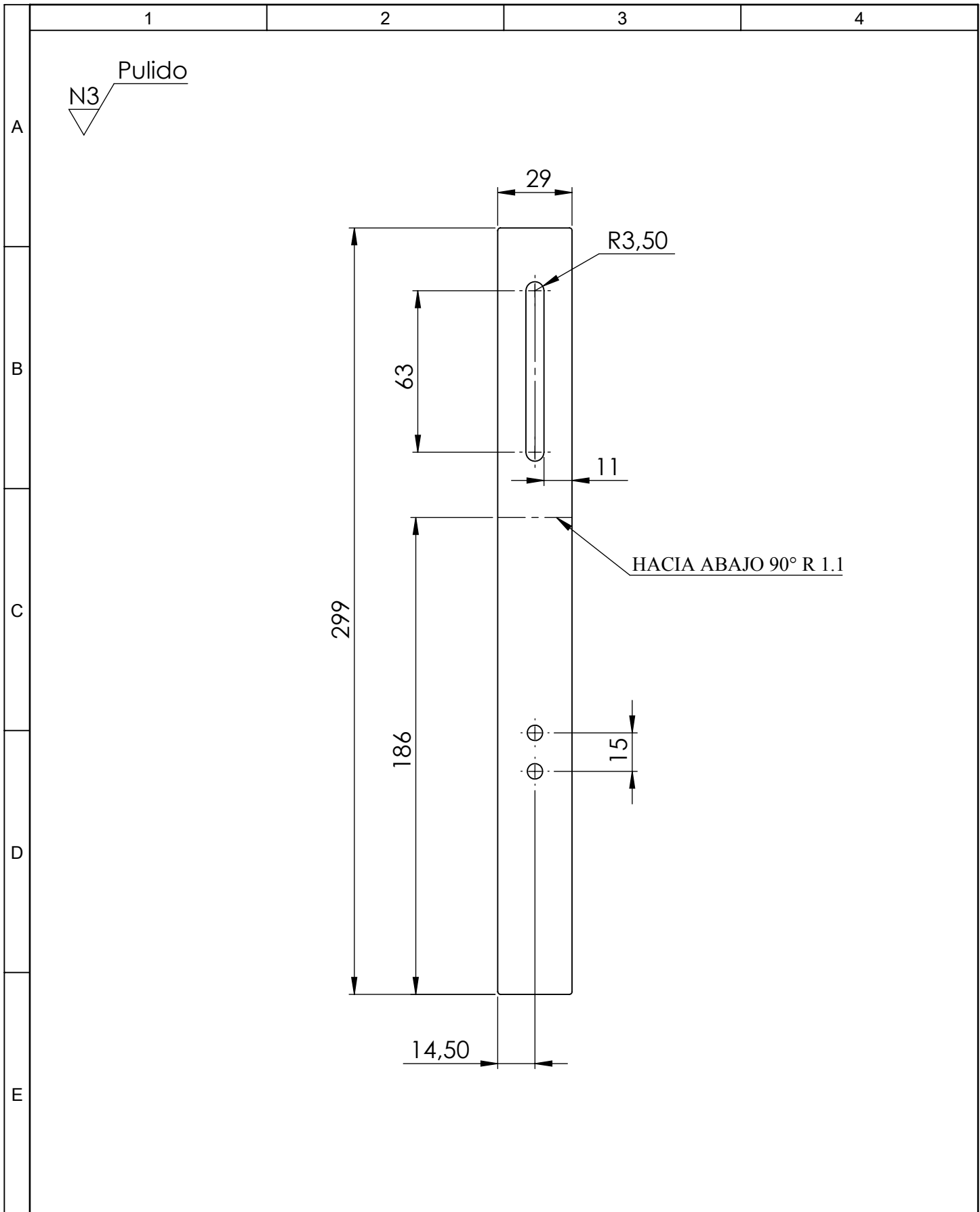
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	39	14	$\varnothing 6 \nabla 2$
A2	39	282	$\varnothing 6 \nabla 2$

				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±1	0.302 Kg	Plancha AISI 304; e=2 mm		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patin	Placa despegadora de etiquetas		1:2.5
				Revisó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo			
				Aprobó: 23/04/2015	Ing. A. Hidalgo			
				U.T.A		No. Lámina	Registro:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		29 DE 36		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)				

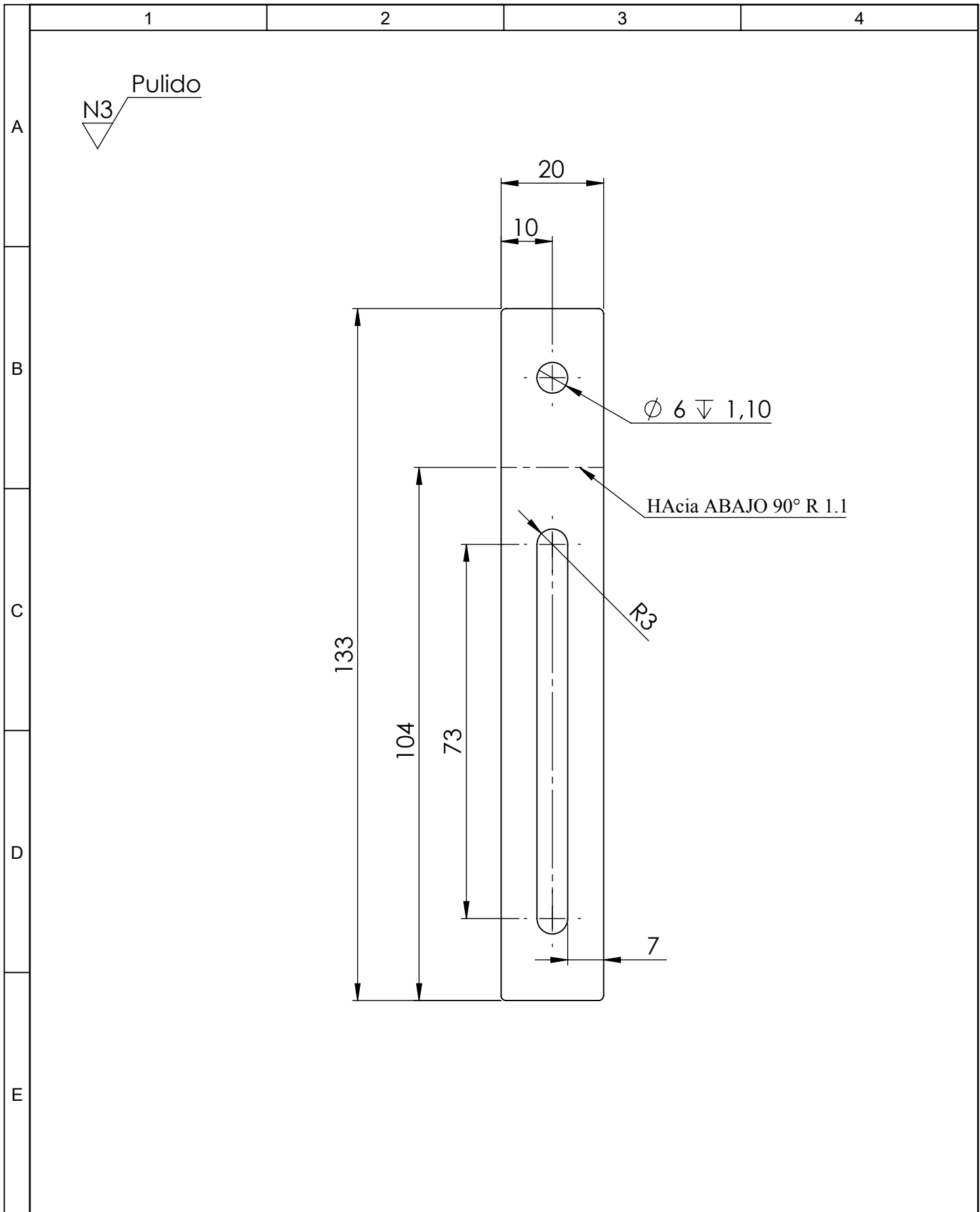
N3 Pulido



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.1Kg	Plancha AISI 304,e=1.1mm	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Ángulo de placa despegadora	2:1
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		30 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	

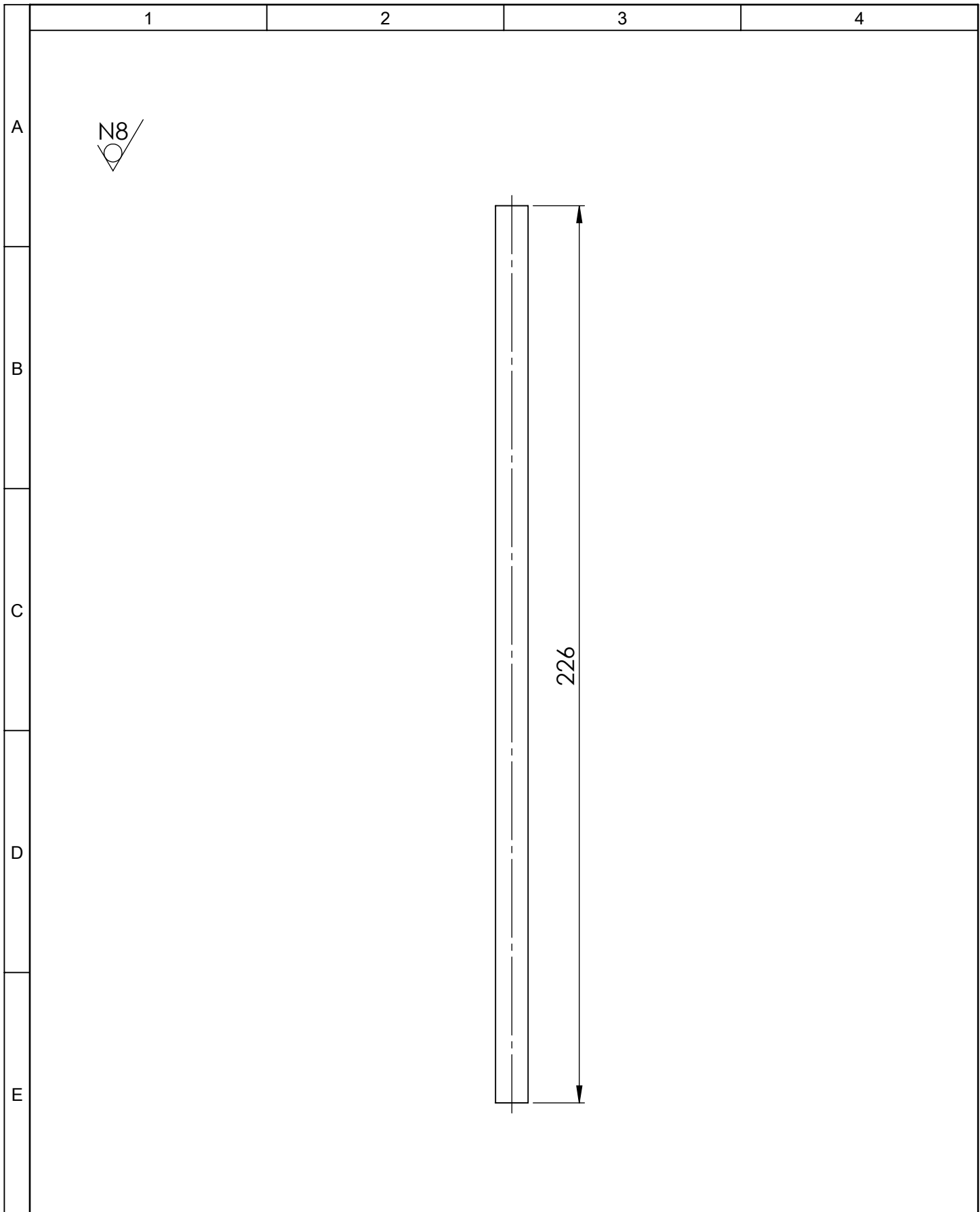


				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.071Kg	Plancha AISI 304,e=1.1mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Guia principal de sensor	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		31 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	

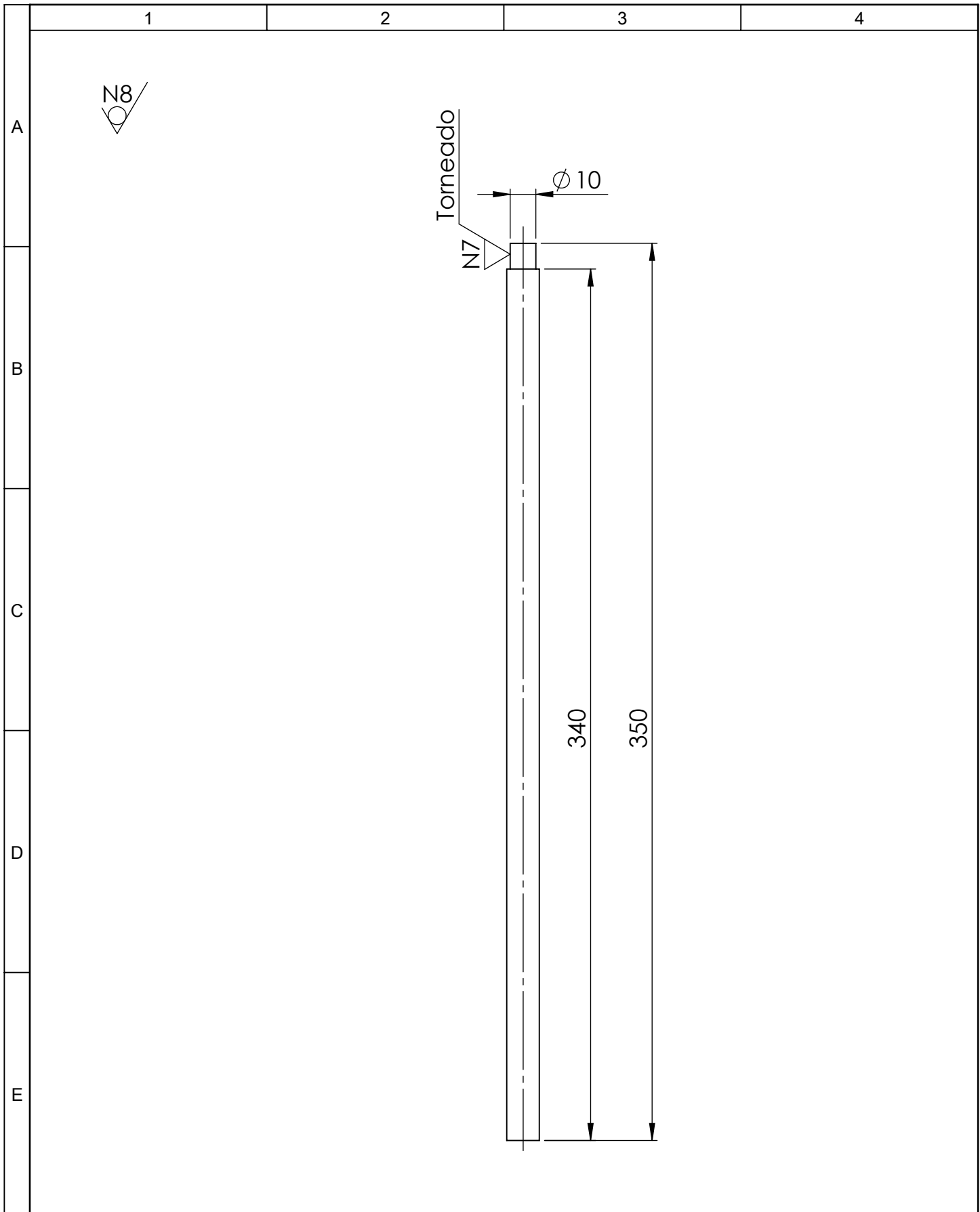


				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.019 Kg	Plancha AISI 304,e=1.1mm	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Guia secundario de sensor	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		32 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución )			





				Tolerancia :	Peso:	Material:			
				±2	0.304 Kg	Eje AISI 304; Ø 1/2 plg			
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patin	Eje (Sistema desbobinador)		1:2.5	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A .Hidalgo				
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A .Hidalgo				
				U.T.A		No. Lámina		Registro:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		33 DE 36		(Sustitución )	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre						



				Tolerancia :	Peso:	Material:			
				±2	0.304 Kg	Eje AISI 304; Ø 1/2 plg			
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patin	Eje (Sistema rebobinador)		1:2.5	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A .Hidalgo				
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A .Hidalgo				
				U.T.A		No. Lámina	34 DE 36		Registro:
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución )			

1

2

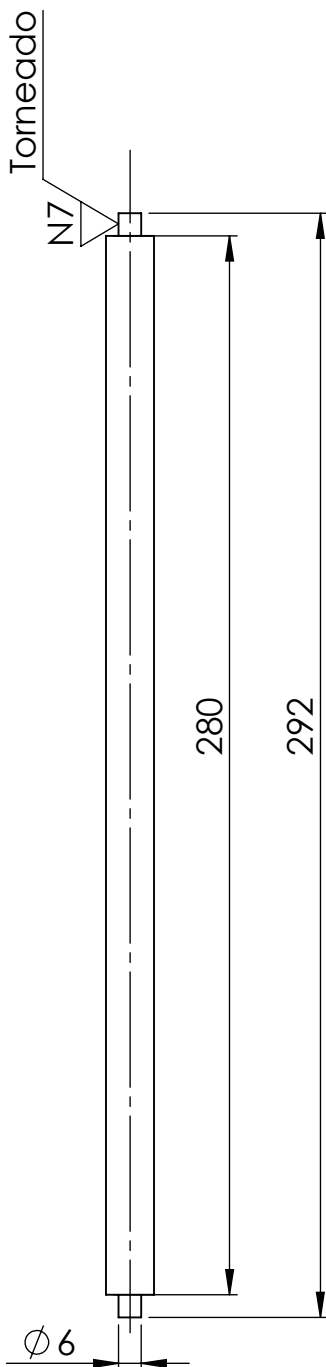
3

4

A

N8

B

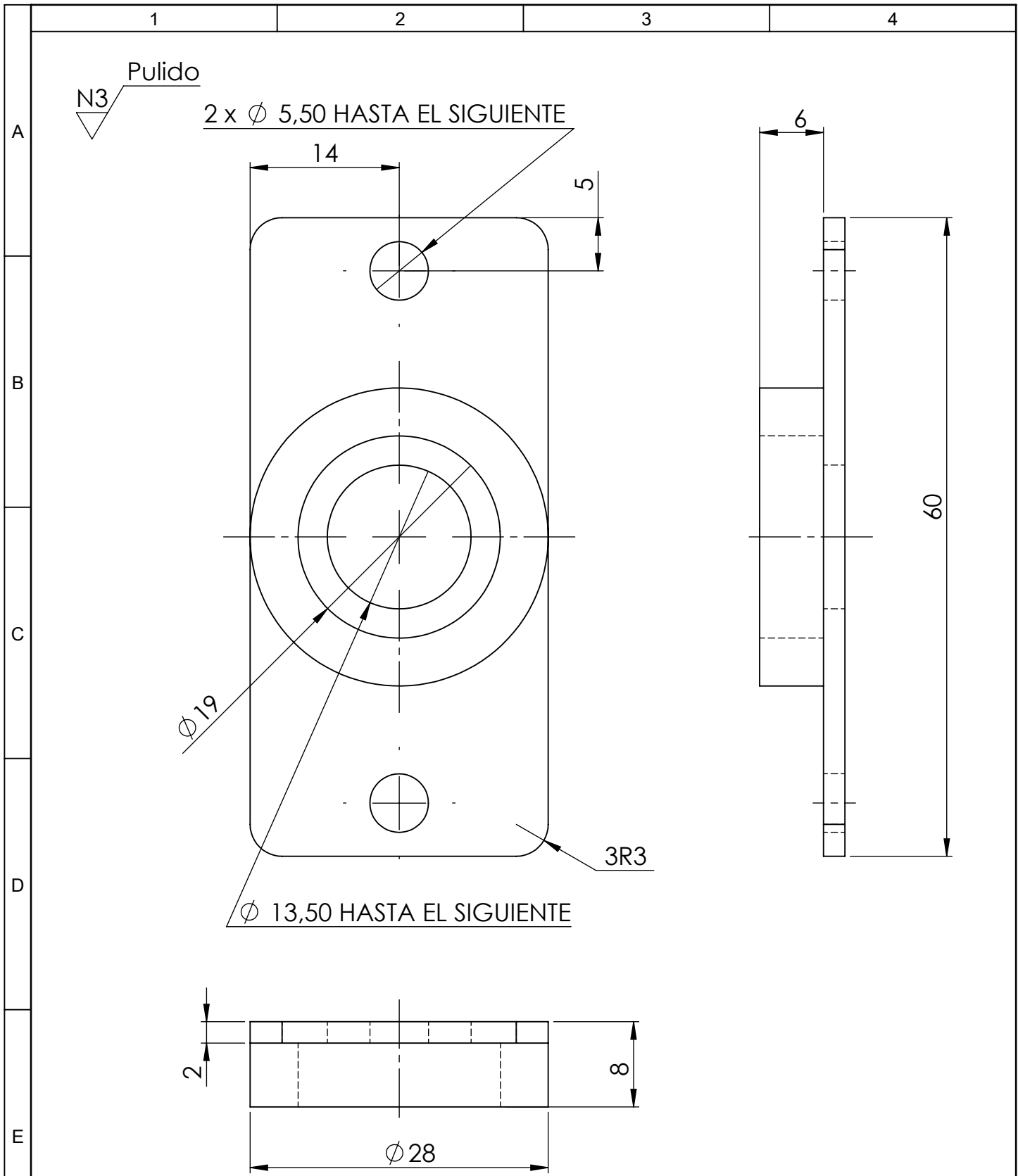


C

D

E

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				$\pm 2$	0.296 Kg	Eje AISI 304; $\phi$ 1/2 plg	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Eje (Sistema giro de envase)	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A .Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A .Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		35 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	



Nota: La unión se realiza con soldadura SMAW E308

				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±2	0.15 Kg	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 23/04/2015	N. Patín	Canastilla de rodamiento	
				Revisó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				Aprobó: 23/04/2015	Ing A. Hidalgo		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		36 DE 36	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución )			