



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

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE

TEMA:

“INYECCIÓN DE PLÁSTICO EN LA EMPRESA HALLEY
CORPORACIÓN, DEFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN EN MOLDES
PEQUEÑOS, ANÁLISIS Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN”

AUTOR:

WILSON GEOVANNY NUÑEZ LLUGLLA

Ambato - Ecuador

2011

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“INYECCIÓN DE PLÁSTICO EN LA EMPRESA HALLEY CORPORACION DEFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN EN MOLDES PEQUEÑOS, ANÁLISIS Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN”** de Wilson Geovanny Nuñez LLuglla, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato Diciembre del 2010

EL TUTOR

Ing. Mauricio Carrillo

AUTORÍA

El contenido del presente trabajo de investigación “**INYECCIÓN DE PLÁSTICO EN LA EMPRESA HALLEY CORPORACION DEFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN EN MOLDES PEQUEÑOS, ANÁLISIS Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**” sus ideas, opiniones, resultados y análisis son exclusiva responsabilidad de su autor.

Ambato Diciembre 2010

Wilson Geovanny Nuñez LLuglla

C.I. 180352977-3

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con todo cariño y respeto a mis queridos padres y hermanos, quienes han sido el pilar fundamental durante toda mi formación profesional, y a la vez les doy mis más sinceros agradecimientos por todo el apoyo brindado hacia mi persona lo cual me ayudo mucho en la finalización de este trabajo.

Wilson Nuñez

AGRADECIMIENTO

Concluido el presente trabajo, quiero agradecer en primer lugar a Dios por todas sus bendiciones en mí depositadas, a mis padres y a todos y cada uno de mis maestros, que durante mi vida estudiantil supieron impartir sus sabias enseñanzas, en especial al Ing. Mauricio Carrillo quien coordinó y me guió para la feliz culminación de la presente Tesis, la misma que pongo a consideración

ÍNDICE GENERAL

A.- Páginas Preliminares

Página de título o portada.....	I
Página de Aprobación del tutor.....	II
Página de Autoría de Tesis.....	III
Página de Dedicatoria.....	IV
Página de Agradecimiento.....	V
Índice General.....	VI
Índice de Figuras y Tablas.....	VII
Resumen Ejecutivo.....	VIII

B.- Texto

Contenido

EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema:.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.1.1 MACRO.....	1
1.2.1.2 MESO	2
1.2.1.3 MICRO.....	2
1.2.2 Análisis crítico.....	2
1.2.3 Prognosis	3
1.2.4 Formulación del problema.....	3
1.2.5 Interrogantes	3
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.	3
1.2.6.1 De contenido.....	3
1.2.6.2Espacial.....	4
1.2.6.3 Temporal	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
MARCO TEÓRICO	6
2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6

2.1.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1.2.1	INYECCIÓN DE PLÁSTICO	7
2.1.2.2	PARTES GENERALES DE LA MÁQUINA INYECTORA	9
	➤ La unidad de cierre	10
	➤ TIPOS DE UNIDAD DE CIERRE	11
	➤ UNIDAD DE INYECCIÓN	12
	➤ CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN	12
	➤ DESCRIPCIÓN DEL CAÑÓN	12
	➤ DESCRIPCIÓN DEL HUSILLO	13
	➤ Moldeo con inyección a presión	14
	➤ Extrusión combinada con soplado	14
	➤ BASE O BANCADA	15
	➤ Resistencias Eléctricas	16
	➤ Características de las Resistencias	16
	➤ Tipos de Resistencias	17
	➤ Resistencias Fijas	18
	➤ Resistencias de banda aislada con mica	18
2.1.2.3	PLÁSTICOS	19
	➤ TIPOS DE PLÁSTICOS	19
	➤ SÍNTESIS DE POLÍMEROS	19
	➤ Clasificación de los Plásticos	20
	➤ POLIPROPILENO	20
	➤ USOS Y APLICACIONES	21
2.1.2.4	BOMBAS HIDRÁULICAS	21
	➤ CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS	22
	➤ Rendimiento de la Bomba	22
	➤ TIPOS DE BOMBAS	23
	➤ BOMBAS ROTATIVAS	24
	➤ BOMBAS DE ENGRANAJES EXTERNOS	24
	➤ BOMBAS DE ENGRANAJES INTERNOS (SEMILUNA)	26
2.2	TÉRMINOS BÁSICOS	27
2.3.-	HIPÓTESIS	28
2.4.-	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	29
	2.4.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE:	29
	2.4.2.- VARIABLE DEPENDIENTE:	29
	METODOLOGÍA	30

3.1.- MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1.1 Investigación por el tiempo	30
3.1.2 Investigación por el lugar	31
3.1.3 Investigación por el objeto	31
3.2.- NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.3.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
3.3.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE	32
3.3.2.- VARIABLE DEPENDIENTE	33
3.4.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	34
3.5.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	34
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	35
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS	40
4.2.1 INTERPRETACIÓN DE DATOS PRUEBAS DE INYECCIÓN.....	43
4.3 Verificación de hipótesis	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1 Conclusiones.....	47
5.2 Recomendaciones	48
PROPUESTA	49
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	49
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	49
6.3 JUSTIFICACIÓN	50
6.4 OBJETIVOS	50
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	51
6.6 FUNDAMENTACIÓN	51
6.6.1 Diseño de la unidad de inyección	51
➤ Diseño del husillo	51
➤ Cálculo de la fuerza de inyección en el husillo.....	53
➤ Cálculo de las resistencias eléctricas	54
➤ Selección del termostato	55
6.6.2 Diseño de la unidad de cierre	56
➤ Cálculo de la fuerza de fricción entre el eje y las placas	56
➤ Diseño del eje de fuerza.....	58
➤ Diseño de los ejes guías para las placas	62
➤ Diseño de los elementos de la unidad de cierre	64
➤ Diseño de la base de la articulación.....	64

➤	Diseño de la barra de la articulación 1	66
➤	Diseño de la articulación 2.....	69
❖	Diseño de los pernos de sujeción de la articulación	71
6.6.3	Diseño del sistema hidráulico.....	75
➤	Compresibilidad del fluido hidráulico.....	76
➤	Selección de la bomba hidráulica	77
➤	Caudal mínimo para la compresión (Q_c)	77
➤	Variación del volumen de aceite en el cilindro en la compresión	78
➤	Caudal mínimo para la tracción (Q_t).....	78
➤	Caudal Real a dar por la bomba.....	79
➤	Cilindrada de la bomba	79
➤	Torque necesario para la bomba	80
➤	Capacidad de aspiración de la bomba (ϵ).....	80
6.6.4	Selección del aceite hidráulico	81
6.6.5	Selección de la válvula de control direccional	81
6.6.6	Selección del Filtro.....	82
6.6.7	Selección del Manómetro	82
6.6.8	Diseño del sistema de expulsión.....	82
➤	Comprobación a pandeo	83
6.6.9	Diseño del sistema de refrigeración.....	85
6.6.10	Diseño de ejes de soporte de la placa porta canon	85
6.6.11	Diseño de la estructura	88
➤	Fijación de las fuerzas	88
➤	Selección del perfil	91
❖	Análisis en la barra 10.....	92
➤	Análisis de la barra 11	94
6.8	ADMINISTRACIÓN	96
6.8.1	Análisis de costos	96
➤	Costos directos.....	96
➤	Costos indirectos.....	98
6.8.2	Costo total de construcción de la máquina de inyección.....	99
6.8.3	Financiamiento	100
6.8.4	Cálculo del TMAR	100
➤	Recuperación de la inversión.....	101
➤	Valor de salvamento	101
➤	Análisis del VAN.....	101

6.8.5 Interpretación del VAN y del TIR	102
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	103
6.9.1 Funcionamiento	103
6.9.2 Mantenimiento.....	103
6.9.3 Mejoras	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Operacionalización de Variable, Variable Dependiente	28
Tabla 3-2 Operacionalización de Variable, Variable Independiente.....	29
Tabla 4-1 Pruebas de inyección molde tapas de seguro	39
Tabla 4-2 Pruebas de inyección molde para pasa tubo.....	40
Tabla 4-3 Pruebas en moldes pequeños.....	41
Tabla 4-4 Costos de pruebas.....	41
Tabla 6-1 Plantilla de cálculo de costos directos.....	89
Tabla 6-2 Plantilla de cálculo de costos maquinaria	90
Tabla 6-3 Plantilla de cálculo de costos mano de obra.....	90
Tabla 6-4 Plantilla de cálculo de costos varios.....	91
Tabla 6-5 Utilidad generada por la máquina de inyección	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Inyectora de plástico	7
Figura 2-2 Unidad de cierre de la inyectora	8
Figura 2-3 Unidad de inyección	10
Figura 2-4 Cañón de inyección.....	11
Figura 2-5 Zonas de transición del plástico.....	11
Figura 2-6 Moldeo a presión	12
Figura 2-7 Moldeo combinado con soplado	13
Figura 2-8 Bancada.....	12
Figura 2-9 Componentes de una resistencia	14
Figura 2-10 Tipos de resistencias	15
Figura 2-11 Bombas hidráulicas.....	20
Figura 2-12 Bomba por engranes	22
Figura 2-13 Bomba de engranes externos	23

Figura 2-14 Bomba de engranes internos	24
Figura 6-1 Cilindro de plastificación.....	52
Figura 6-2 Localización de los ejes en la placa	56
Figura 6-3 Distribución de cargas sobre el eje	59
Figura 6-4 Diagrama de cuerpo libre.....	59
Figura 6-5 Diagramas de cortante y momentos.....	60
Figura 6-7 Base de la articulación	64
Figura 6-8 Articulación 1	66
Figura 6-9 Articulación 2	69
Figura 6-10 Puntos de sujeción de los pernos	72
Figura 6-11 Componentes rectangulares	72
Figura 6-12 Diagrama de cuerpo libre.....	72
Figura 6-13 Cargas sobre el eje	85
Figura 6-14 Diagrama de cuerpo libre.....	86
Figura 6-15 Diagramas de momentos y fuerza cortante.....	87
Figura 6-16 Fuerzas que actúan en la estructura	88
Figura 6-17 Carga sobre el pórtico	89
Figura 6-18 Diagrama de momentos	90
Figura 6-19 Esquema barra 9-10	93
Figura 6-20 Esquema barra 10-11	95
Figura 6-21 Flujo Operativo	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1 Pregunta número 1	36
Gráfico 4-2 Pregunta número 2	37
Gráfico 4-3 Pregunta número 3	37
Gráfico 4-4 Pregunta número 4	38
Gráfico 4-5 Pregunta número 5	38
Gráfico 4-6 Pregunta número 6	39

Gráfico 4-7 Pregunta número 7	39
Gráfico 4-8 Pregunta número 8	40
Gráfico 4-9 Pregunta número 9	40
Gráfico 4-10 Pregunta número 10	41

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación trata de la implementación de una máquina de inyección de plástico en la empresa Halley Corporación, la cual, ayudara a mejorar los procesos de inyección en moldes pequeños. A pesar de que la empresa en mención, cuenta con gran número de máquinas de inyección, no era posible realizar procesos de inyección con dichos moldes debido a que el tipo de máquinas con las que cuenta la empresa son muy grandes y el costo de operatividad que se tiene con este tipo de moldes es elevado en relación a la producción obtenida, de ahí que resulta indispensable añadir a esta una nueva máquina que permita realizar procesos de inyección con moldes pequeños.

La máquina diseñada, cuenta con una Unidad de Inyección la cual es capaz de inyectar hasta 90 gramos de material, cabe mencionar que, el material que se tomo como referencia para su diseño es el Polipropileno, además cuenta con una Unidad de Cierre que cumple a cabalidad con su función, la cual es mantener el molde bien cerrado durante la inyección, y a la vez durante su apertura, acciona la expulsión del producto. Tanto la Unidad de inyección como la de cierre realizan su función por medio de pistones hidráulicos accionados por una bomba seleccionada de acuerdo a los requerimientos del diseño. La máquina se complementa con la estructura (bancada), articulaciones y tolva.

Finalmente se realizaron pruebas de inyección con dos tipos de moldes que cuenta actualmente la empresa de las cuales se tuvo excelentes resultados, lo cual nos aseguro de que dicha máquina podrá producir con este tipo de moldes.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema: Inyección de plástico en la empresa HALLEY CORPORACIÓN, deficiencia en la producción en moldes pequeños, análisis y alternativa de solución.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1 MACRO

El campo de la construcción ocupa un reglón importante en la mayoría de los países. En el tradicionalmente se han empleado materiales como metales, madera y cerámicos que cumplan con las exigencias estructurales y de resistencia tan estricta como esta aplicación requiere. Sin embargo, con el desarrollo en los últimos 50 años han tenido los materiales de ingeniería, los plásticos han ganado terreno en el ámbito de la construcción.

La tecnología de procesamiento por su parte, parece marcarse por la integración de procesos. Los grandes fabricantes de maquinaria se han enfocado en los últimos años en desarrollar equipos cada vez más compactos y con multifunciones, un gran ejemplo de estas son las inyectoras de plástico; así, ahora es posible realizar cada vez más procesos con una sola máquina, o fabricar piezas plásticas compuestas por materiales cada vez más diversos.

El propósito de la máquina inyectora de plástico es ser capaz de suministrar la materia prima requerida por el usuario al molde el cual debe de tener un sistema de enfriamiento

apropiado para que el producto se encuentre en buen estado y no pierda sus propiedades y especificaciones indicadas. Cuando se aplica calor a un material termoplástico para fundirlo se dice que se plastifica. El material ya fundido o plastificado por calor puede hacerse fluir mediante presión y llenar un molde donde el material solidifica y toma forma del molde. Este proceso se le nombra moldeo por inyección.

1.2.1.2 MESO

En la provincia de Tungurahua una de las más amplias ramas de la industria de los plásticos, comprende las compañías que producen a partir de polímeros artículos como: soportes para herramientas manuales, juguetes, piezas para la construcción de carrocerías, en general artículos de: tocador, cocina, etc. Para la producción de todos estos artículos se hace necesaria la adquisición de una máquina de inyección. Los métodos de moldeo y conformados más común dentro de nuestro país son: el moldeo por prensa, por inyección, moldeo por soplado de cuerpos huecos, termo formado, calandrado, unión y colado en moldes.

1.2.1.3 MICRO

En la actualidad la empresa Halley Corporación busca incrementar su producción en productos plásticos, por lo que luego de realizar un estudio de sus procesos de inyección y el tipo y tamaño de sus moldes de producción. La empresa ha resuelto la construcción de una máquina inyectora de plástico la cual ayudará enormemente en la inyección de moldes pequeños.

1.2.2 Análisis crítico

En el presente proyecto se establecerá el diseño y la geometría con la que se deberá construir una inyectora de plástico, teniendo siempre presente que se deberá de contar con dispositivos que automaticen dicha máquina, con la cual nos permitirá incrementar la rentabilidad en el proceso productivo de la empresa Halley Corporación.

Se determinará los procedimientos y parámetros que se deberá tener presente para la construcción de una inyectora de plástico que satisfaga las exigencias de la industria y por tanto de Halley Corporación.

1.2.3 Prognosis

Al no realizar la construcción de una inyectora de plástico, la empresa Halley Corporación seguirá teniendo pérdidas de tiempo y de rentabilidad productiva en el proceso de inyección de productos plásticos en moldes pequeños. Para lo cual dicha máquina nos ayudará a reducir enormemente gastos y tiempo de producción. Debido a que la inyectora no necesitará de un gran consumo de energía con el que comúnmente trabajan este tipo de máquinas.

1.2.4 Formulación del problema

¿La inyección de plástico incide en la producción de moldes pequeños en la empresa Halley Corporación?

1.2.5 Interrogantes

¿Cuáles son las etapas que se debe seguir para la inyección de plástico en moldes?

¿La producción es deficiente en moldes pequeños?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.

1.2.6.1 De contenido

El análisis del diseño y construcción de la inyectora plástico esta dentro del área de Materiales, Diseño de Elementos, Mecanismos, Ciencia de Materiales y los Procesos de Manufactura.

1.2.6.2Espacial

El presente proyecto se lo realizará en la provincia del Tungurahua Parroquia Montalvo perteneciente al cantón Cevallos en la empresa Halley Corporación.

1.2.6.3 Temporal

Este proyecto se lo realizará en el periodo Noviembre 2009 Abril 2010.

1.3 Justificación

Las principales ventajas del procedimiento de inyección, para fabricación de artículos en plástico, residen en el ahorro del material, espacio de fabricación y tiempo de producción. Es por esto la necesidad de realizar un estudio de procesos relacionados con la deficiencia de inyección en moldes pequeños. Teniendo como una posible alternativa de solución la construcción de una nueva inyectora de plástico de uso exclusivo para la inyección de moldes pequeños, puesto que en el área de producción de la empresa “Halley Corporación” se cuenta únicamente con inyectoras grandes con gran capacidad de inyección. Por lo que al realizar el montaje de moldes pequeños a dichas máquinas se tienen importantes pérdidas de tiempo y gastos de operatividad de la máquina.

El diseño de una máquina inyectora de plástico para el área de producción de empresa “Halley Corporación” es con la finalidad de que la empresa reduzca costos y optimice la producción de moldes pequeños.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Estudiar la inyección de plástico en la empresa HALLEY CORPORACIÓN deficiencia en la producción en moldes pequeños, análisis y alternativa de solución.

1.3.2 Objetivos específicos

- Investigar los elementos que conforman una inyectora de plástico y analizar la función que cumple cada uno de ellos.

- Estandarizar la construcción de moldes de inyección unitaria dentro de la empresa Halley Corporación.

- Determinar un sistema de inyección para moldes pequeños.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1 ANTECEDENTES

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, ya que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Para ello se necesita una máquina de inyección las cuales durante los últimos años han evolucionado enormemente, dando facilidades de operabilidad y con una capacidad de inyección de acuerdo a los requerimientos de los procesos de inyección.

En la actualidad existen muchos documentos que nos ayudan a la elección del tipo de inyectora que se tiene adquirir esto en función del tipo de molde a ser producido.

- **MOLDES Y MÁQUINAS DE INYECCIÓN EN LA INDUSTRIA**

IMPSA Wind – Mendoza, ARGENTINA

Autor: GEANII BODINI

Detalla todos los tipos de moldes que se puede construir de acuerdo al tipo de máquina inyectora con la que vaya a ser utilizado.

Toda máquina de inyección tiene un límite en su capacidad de producción, por lo que en este libro nos recomienda las dimensiones y geometría con las que se deberá producir el molde.

- **PLÁSTICO EN LA INDUSTRIA**

Autor: G. MENGUES

Describe los diferentes tipos de plásticos utilizados hoy en día dentro de la industria metalmeccánica. Además de dar a conocer las propiedades finales de un producto plástico que se verán influenciadas por factores como el tipo y diseño del molde así como las condiciones del proceso de inyección.

- **REVISTA TECNOLÓGICA**

Autores:

LUIS VARGAS

L. CASTELLANOS

G. MOLINA

El objetivo de la presente investigación es el análisis de todos los componentes que constituyen una inyectora de plástico de tipo laboratorio, así como también de los materiales plásticos que se utilizan en la inyección de moldes termoplásticos.

2.1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.2.1 INYECCIÓN DE PLÁSTICO

El principio básico de la máquina inyectora comprende las tres operaciones siguientes.

1.- Elevar la temperatura del plástico a un punto donde pueda fluir bajo la aplicación de presión. Normalmente esto se hace calentando los gránulos sólidos del material hasta formar una masa fundida con una viscosidad y temperatura uniforme. Actualmente, esto se hace dentro del barril de la máquina.

2.- Permitir la solidificación del material en el molde cerrado. En esta etapa el material fundido ya plastificado, se transfiere a la parte inferior del cañón o sea a la boquilla, que

inyecta hacia los varios canales del molde hasta llegar a las cavidades donde toma la forma del producto final.

3.- Apertura del molde para la extracción de la pieza. Esto se hace después de mantener el material bajo presión dentro del molde y una vez que el calor es removido para permitir solidificar el material en la forma deseada.

En la construcción de la máquina inyectora se tiene en cuenta la siguiente indicación hecha por el cliente. El diseño de la figura y la materia prima que se quiere el producto terminado y de esta forma obtener datos importantes como son, la temperatura de fusión y la viscosidad del material, de esta forma comenzar a calcular y diseñar las partes de la máquina que se mencionan a continuación. El sistema de alimentación encargado de contener la materia prima conservando sus propiedades específicas para obtener los terminados deseados.

Sistema de inyección. Consta de un barril (cilindro) de acero capaz de soportar altas presiones, dentro de él se encuentra una barra de acero muy duro, que tiene un movimiento axial para la inyección del polímero. El sistema de calentamiento se calcula para mantener la temperatura del barril constante y uniforme obteniendo una plastificación homogénea del polímero, esto se realiza colocando resistencias eléctricas tipo banda a lo largo del barril.

El sistema de moldeo, su diseño y cálculo es muy delicado por la cantidad de accesorios que se tienen que colocar en forma estratégica alrededor de las cavidades destinadas al llenado con polímero. Además, se realizan los mismos puntos para la fuerza con que cierran y abren las platinas.

Lo que corresponde al cálculo y diseño del sistema hidráulico es la fuerza y velocidad para que el pistón de inyección se mueva de arriba y abajo. Esto se hace al circular aceite enviado por una bomba que pasa por el motor y diferentes tipos de válvulas que se utilizan para cada uno de los movimientos que se mencionan.

El sistema de enfriamiento es diseñado para que la temperatura del molde se mantenga inferior con respecto a la del polímero inyectado, obteniendo una contracción uniforme. Es logrado por la circulación de un líquido que pasa por los canales de condicionamiento asegurando el intercambio de calor.

El diseño de el sistema de control es con el fin de que la máquina funcione automáticamente, accionando relevadores, temporizadores, interruptores de limite, botones, incluyendo los pistones de cierre del molde, el avance y retroceso del tornillo y el giro del mismo. Todo esto se realiza por las señales que son mandadas por un controlador programable.

Por último la estructura de la máquina tiene el diseño y cálculo con la finalidad de ser segura y estable bajo las cargas ejercidas sobre ella durante el tiempo de uso además de garantizar los movimientos mecánicos que se realizan en ella.

2.1.2.2 PARTES GENERALES DE LA MÁQUINA INYECTORA

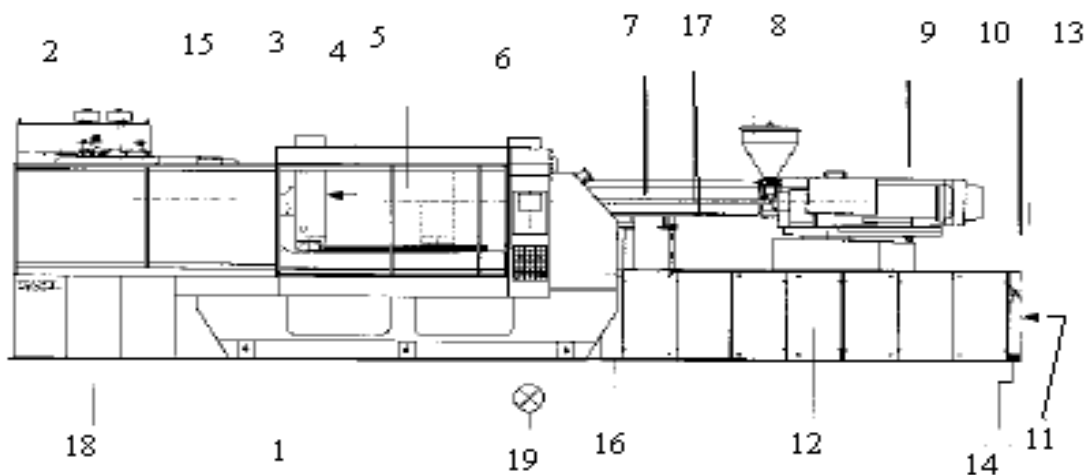


Figura 2-1 Inyectora de plástico

Fuente: TAI-MEX S.A. DE C.V.

ENUMERACIÓN

- 1 Bastidor de cierre
- 2 Cilindro de cierre
- 3 Placa de sujeción móvil
- 4 Expulsor hidráulico
- 5 Puerta móvil
- 6 Microcomputador
- 7 Cilindro plastificador
- 8 Tolva de material
- 9 Unidad de inyección
- 10 Accionamiento husillo
- 11 Hidráulica
- 12 Eléctrica/electrónica
- 13 Interruptor principal
- 14 Conexión a la red
- 15 Cubierta fija/Rodillera
- 16 Estructura de máquina
- 17 Cilindro apoyo
- 18 Electricidad/Electrónica para dispositivo de extracción
- 19 Puesto de trabajo

➤ La unidad de cierre

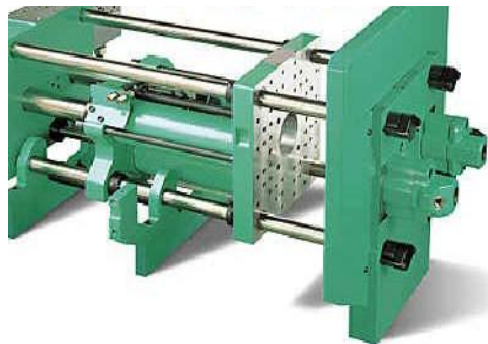


Figura 2-2 Unidad de cierre de la inyectora

Fuente: TAI-MEX S.A. DE C.V.

Nos ayuda a introducir el material plástico al interior del molde. La presión de inyección permanecerá más o menos constante mientras que la velocidad de inyección aumentará con el tamaño de la máquina.

Entre las principales características de la unidad de cierre están:

- Fuerza de cierre
- Altura máxima del molde.
- Carrera de apertura
- Espacio entre barras

➤ **TIPOS DE UNIDAD DE CIERRE**

Para lograr el cierre debemos combinar rapidez y tonelaje. Hace 20 años las máquinas que iban a la delantera eran la del tipo hidráulico. Ahora con la incorporación de sensores y al consumo de energía están ganando las máquinas del tipo rodillera. Existen pues dos tipos de cierre más conocidos y son el de rodillera y el de tipos hidráulicos. Aunque el de la rodillera se mueve con un pequeño cilindro hidráulico, se le considera cierre tipo mecánico de rodillera.

La función principal de la unidad de cierre es la de abrir y cerrar el molde. También su función es la de mantenerlo cerrado durante la inyección.

El tipo hidráulico tiene la bondad de que la fuerza de cierre puede leerse directamente del manómetro. Su velocidad al ser muy alta requiere de mayor consumo de energía. Esto las está poniendo en desventaja en un mundo competido y de ahorro de recursos.

Existen otras combinaciones de cierre pero las aquí presentadas son las más comunes. No se puede olvidar que cualquier sistema debe de proteger al molde. Estos deben cerrar con baja presión a fin de no dañar el molde. Esta debe ser aplastada pero sin deformarla. Si no aplasta la colada usted debe estar tranquilo de que no se dañará su molde, esto consiste en la prueba de la colada.

➤ UNIDAD DE INYECCIÓN



Figura 2-3 Unidad de inyección

Fuente: TAI-MEX S.A. DE C.V.

Es de importancia dar un vistazo a las características de las máquinas para saber las limitaciones o virtudes que tengan.

➤ CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN

Diámetro del husillo

Volumen a inyectar

Presión de inyección

Relación L/D

Velocidad máxima del husillo

Velocidad de inyección

➤ DESCRIPCIÓN DEL CAÑÓN

El cañón o barril lleva en su interior al husillo. En el exterior se instalan las resistencias y los termopares. Estos últimos miden la temperatura del cañón. Para medir la temperatura de la masa es necesario purgar la máquina y medir su temperatura directamente del material escurrido.



Figura 2-4 Cañón de inyección

Fuente: TAI-MEX S.A. DE C.V.

El cañón o barril nos da la superficie de apoyo para que el material se desplace hacia adelante. También se le incorpora el sistema de calefacción y termopares que aportan y regulan la temperatura necesaria para el arranque. Existen tres tipos de recubrimientos para trabajar los plásticos:

- A.-Recubrimiento al desgaste (fibra de vidrio)
- B.-Recubrimiento para la oxidación (PVC)
- C.-Recubrimiento para usos generales.

➤ DESCRIPCIÓN DEL HUSILLO

El husillo tiene dos usos y tres funciones.

Hacia adelante:

Trabaja como el embolo de una jeringa:

Llena y compacta el plástico en la cavidad.

Hacia atrás gira:

Transporta el plástico hacia adelante, lo compacta para quitarle el aire y por último lo homogeniza o si usa pigmento dispersará uniformemente el color.

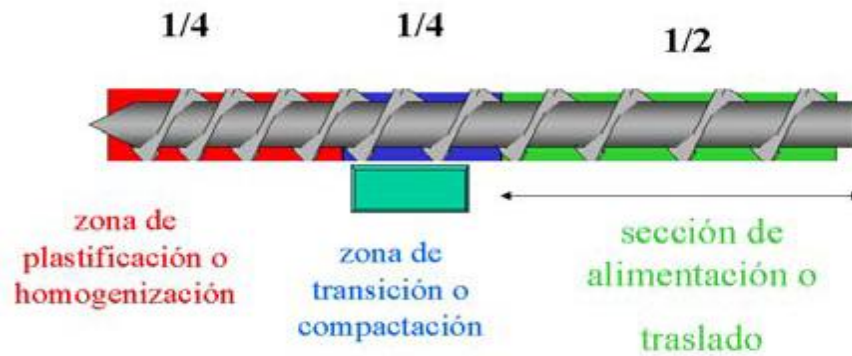


Figura 2-5 Zonas de transición del plástico

Fuente: TAI-MEX S.A. DE C.V.

Es mejor decir que el husillo traslada el material de la tolva a la cámara de dosificación y en ese traslado lo compacta con el fin de quitar gases. Al mismo tiempo y sobre todo en la zona más estrecha lo homogeniza en temperatura y si hay pigmento, este se dispersa.

➤ **Moldeo con inyección a presión**

El material de plástico se calienta hasta el punto de fusión, se inyecta a una alta presión en moldes con refrigeración, donde se enfría y se solidifica con la forma del objeto. El molde se construye en dos mitades que se separan después de la inyección para retirar el artículo de plástico. El proceso genera residuos sólidos, filtraciones de aceites hidráulicos y la utilización de aceites de herramientas.

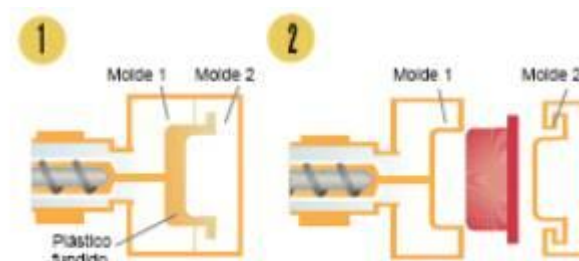


Figura 2-6 Moldeo a presión

Fuente: Quiminet

➤ **Extrusión combinada con soplado**

La materia prima plástica se funde y se procesa a través de una boquilla. Luego mediante una serie de operaciones auxiliares, se obtienen los productos de material plástico. Este

proceso incluye la generación de desechos sólidos, la utilización de agua para el enfriamiento, y, en algunos casos, de disolventes químicos que emiten compuestos orgánicos volátiles responsables de la formación del ozono troposférico.

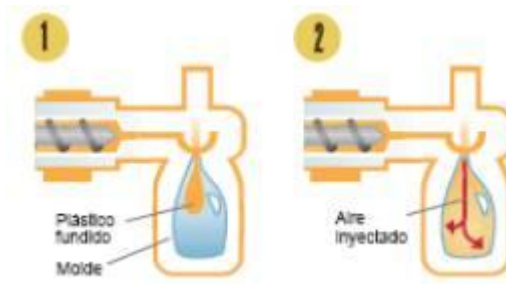


Figura 2-7 Moldeo combinado con soplado

Fuente: Quiminet

Para realizar el proceso de inyección, se requiere de una máquina inyectora, molde periféricos y materia prima. Una vez definido el diseño para la manufactura del producto, se debe de considerar el número de cavidades del molde, este es directamente proporcional al costo tanto del molde como de la producción de la pieza.

➤ **BASE O BANCADA**



Figura 2-8 Bancada

Fuente: TAI-MEX S.A. DE C.V.

En la base encontramos la instalación hidráulica. En ella se instalan las guías para la prensa de cierre y para alinear la unidad de inyección. Esta nos da la altura a la que deseamos la máquina. Por eso en máquinas grandes la bancada a petición de algunos clientes puede desaparecer. Depende de que sea más fácil. Si construir una trinchera o hacer una plataforma para retirar el producto.

➤ Resistencias Eléctricas

Cualquier material natural ofrece oposición al paso de la corriente eléctrica a través de ella. Este efecto se llama resistividad.

Los materiales conductores presentan una resistividad casi nula, los aislantes no permiten el flujo de corriente y los resistivos presentan cierta resistencia. Las resistencias son componentes eléctricos pasivos en lo que la tensión que se les aplica es proporcional a la intensidad que circula por ellos.

Generalmente la resistencia de un material aumenta cuando crece la temperatura. También la resistencia de conductor es proporcional a la longitud de ésta e inversamente proporcional a su sección. Hay que puntualizar, para que no haya malos entendidos, a veces a las resistencias se les denominan resistores. La medición en resistencias se hace en ohmios, siendo su símbolo Ω

➤ Características de las Resistencias

Las características más importantes de las resistencias, también llamadas resistores, son:

Valor nominal: Es el valor en Ohms que posee. Este valor puede venir impreso o en código de colores.

Tolerancia: Es el error máximo con el que se fabrica la resistencia.

Potencia máxima: Es la mayor potencia que será capaz de disipar sin quemarse.

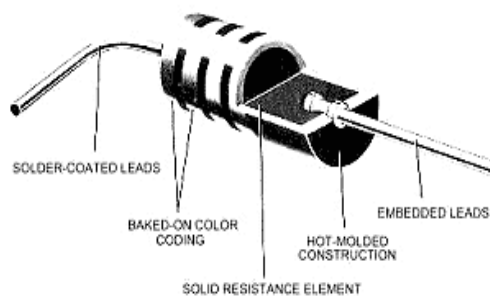


Figura 2-9 Componentes de una resistencia

Fuente: www.calelec.com.mx

➤ Tipos de Resistencias

1.- Las resistencias fijas son aquellas en las que el valor en ohmios que posee es fijo y se define al fabricarlas. Las resistencias fijas se pueden clasificar en resistencias de usos generales, y en resistencias de alta estabilidad.

2.- Resistencias variables son resistencias sobre las que se desliza un contacto móvil, variándose así el valor, sencillamente, desplazando dicho contacto. Las hay de grafito y bobinadas, y a su vez se dividen en dos grupos según su utilización que son las denominadas resistencias ajustables, que se utilizan para ajustar un valor y no se modifican hasta otro ajuste, y los potenciómetros donde el uso es corriente.

3.- Las Resistencias especiales son aquellas en las que el valor óhmico varía en función de una magnitud física.

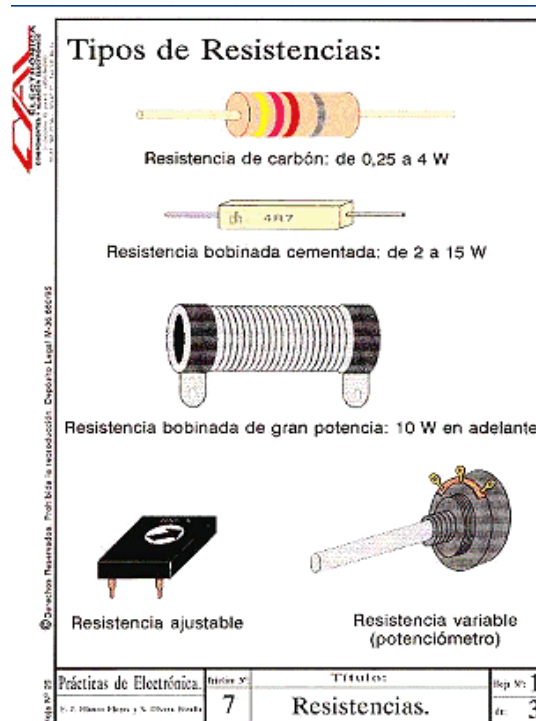


Figura 2-10 Tipos de resistencias

Fuente: www.calelec.com.mx

➤ **Resistencias Fijas**

Las resistencias fijas se pueden clasificar en resistencias de usos generales, y en resistencias de alta estabilidad.

Las resistencias de usos generales se fabrican utilizando una mezcla de carbón, mineral en polvo y resina aglomerante; a éstas se las llama resistencias de composición. Sus características más importantes son: pequeño tamaño, soportan hasta 3W de potencia máxima, tolerancias altas (5%, 10% y 20%), amplio rango de valores y mala estabilidad de temperatura.

Las resistencias de alta estabilidad se clasifican a su vez en:

Resistencias piro líticas: se fabrican depositando una película de carbón sobre un soporte cerámico, y seguidamente se raspa dicha capa de forma que lo que queda es una especie de espiral de carbón sobre el soporte cerámico. Características: pequeño tamaño, hasta 2W de potencia máxima, tolerancias del 1% y 2% y coeficiente de temperatura medio.

Resistencias de hilo bobinado: se construyen con un hilo metálico de constatan o manganita enrollado sobre un tubo de porcelana. Características: tamaño medio o grande, hasta 400W de potencia máxima, baja tolerancia 0'25 % y coeficiente de temperatura bajo.

➤ **Resistencias de banda aislada con mica**

Características: El mecanismo de fijación de las resistencias de cinta aisladas es una característica exclusiva que consiste en una abrazadera INCORPORADA de baja expansión térmica, la que se sujeta mejor que las abrazaderas separadas o bridas dobladas (“orejas”).

El diseño de las resistencias sirve para aplicaciones de hasta 1200 °F (650 °C) y densidades de potencia de hasta 45W/pulg² 7W/cm². Los diseños básicos de construcción son unidades de una o dos abrazaderas expandibles, con varios arreglos para terminales atornillados y cables flexibles. Barrenos o cortes hechos a pedido. Muchos Tamaños y Potencias Nominales en Existencia o Hechos a la Medida.

Aplicaciones Típicas: Utilizada en operaciones que requieren calefacción de superficies cilíndricas tales como: cañones de los extrusores de plástico, máquinas inyectoras y de soplado de plásticos, tanques de almacenamiento barriles, envases de calentar alimentos y equipos de moldeo por soplado.

2.1.2.3 PLÁSTICOS

➤ TIPOS DE PLÁSTICOS.

Por el proceso de polimerización, los plásticos se pueden clasificar en polímeros de condensación y polímeros de adición. Las reacciones de condensación producen diferentes longitudes de polímeros, mientras que las reacciones de adición producen longitudes específicas. Por otro lado, las polimerizaciones por condensación generan pequeñas cantidades de subproductos, como agua, amoníaco y etilenglicol, mientras las reacciones de adición no producen ningún subproducto. Algunos polímeros típicos de condensación son el nylon, los poliuretanos y los poliésteres. Entre los polímeros de adición se encuentran el polietileno, el polipropileno, el policloruro de vinilo y el poliestireno. Las masas moleculares medias de los polímeros de adición son generalmente mayores que las de los polímeros de condensación.

El plástico se procesa de formas distintas, según sea su clasificación, termoplástico o termoestable. Los termoplásticos, formados por polímeros lineales o ramificados, pueden fundirse. Se ablandan cuando se calientan y se endurecen al enfriarse. Lo mismo ocurre con los plásticos termoestables que están poco entrecruzados.

No obstante, la mayoría de los termoestables ganan en dureza cuando se calientan; el entrecruzado final que los vuelve rígidos se produce cuando se ha dado forma al plástico.

➤ SÍNTESIS DE POLÍMEROS

El primer paso en la fabricación de un plástico es la polimerización. Como se comentaba anteriormente, los dos métodos básicos de polimerización son las reacciones de

condensación y las de adición. Estos métodos pueden llevarse a cabo de varias maneras. En la polimerización en masa se polimeriza sólo el monómero, por lo general en una fase gaseosa o líquida, si bien se realizan también algunas polimerizaciones en estado sólido. Mediante la polimerización en disolución se forma una emulsión que se coagula seguidamente. En la polimerización por interfaz los monómeros se disuelven en dos líquidos inmiscibles y la polimerización tiene lugar en la interface entre los dos líquidos.

➤ **Clasificación de los Plásticos**

De acuerdo a su importancia comercial por sus aplicaciones en el mercado, se encuentran los denominados COMODITIES los cuales son:

Tabla 2-1 Clasificación de los Plásticos

Nombre	Abreviatura (opcional)	Número de identificación
Polietilentereftalato	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo o Vinilo	PVC o V	3
Polietileno de baja densidad	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	PP	5
Poliestireno	PS	6
Otros	Otros	7

Fuente: Enciclopedia del Plástico 2000

➤ **POLIPROPILENO**

El Polipropileno es un termoplástico que pertenece a la familia de las Poliolefinas y que se obtiene a partir de la polimerización del propileno, el cual es un gas incoloro en condiciones normales de temperatura y presión, que licúa a -48°C . También se conoce al propileno como "propeno".

El Polipropileno puede clasificarse por las materias primas que se utilizan en su elaboración y por su estructura química:

- Por Materias Primas:
 - Homopolímero
 - Copolímero Impacto
 - Copolímero Random
- Por Estructura Química:
 - Isotáctico
 - Sindiotáctico
 - Atáctico

➤ **USOS Y APLICACIONES**

Película/Film (para alimentos, snack, cigarrillos, chicles, golosinas, indumentaria). Bolsas tejidas (para papas, cereales). Envases industriales (Big Bag). Hilos cabos, cordelería. Caños para agua caliente. Jeringas descartables. Tapas en general, envases. Bazar y menaje. Cajones para bebidas. Baldes para pintura, helados. Potes para margarina. Fibras para tapicería, cubrecamas, etc. Telas no tejidas (pañales descartables). Alfombras. Cajas de batería, paragolpes y autopartes.

2.1.2.4 BOMBAS HIDRÁULICAS

Las bombas hidráulicas son los mecanismos encargados de producir la presión hidráulica, hasta el valor nominal que precisa el sistema, de acuerdo con sus condiciones de diseño. Para ello la bomba se alimenta de líquido hidráulico almacenado en un depósito. La energía requerida por la bomba se obtiene por uno de los siguientes procedimientos:

Motores eléctricos

Motor de la aeronave, por transmisión de potencia

Turbina accionada por la presión dinámica del aire

Son elementos destinados a elevar un fluido desde un nivel determinado a otro más alto o bien, a convertir la energía mecánica en energía hidráulica.

Todas las bombas desplazan líquido, pero este desplazamiento puede ser:

Positivo: produce un caudal y lo sostiene contra la resistencia del circuito hidráulico.

No Positivo: produce un caudal no sostenido.

➤ **CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS**

- **Caudal:** Es el volumen de fluido que entrega la bomba en la unidad de tiempo a 1500rpm.

Existen bombas de:

Caudal constante

Caudal variable

- **Presión:** Hay que conocer la presión máxima que soporta la bomba, este valor es dado por el fabricante.
- **Velocidad de giro:** Se debe conocer también para calcular el mecanismo de accionamiento para que de ese caudal.

➤ **Rendimiento de la Bomba**



Figura 2-11 Bombas Hidráulicas

Fuente: C:\Users\Windows\Downloads\cd_dm\Bombas Hidráulicas y Rotativas - Nociones - Ingeniería Industrial.mht

La operación y eficiencia de la bomba hidráulica, en su función básica debe obtener una presión determinada, a un número también determinado de revoluciones por minuto se define mediante tres rendimientos a saber:

Rendimiento volumétrico: El rendimiento volumétrico de la bomba es el cociente que se obtiene al dividir el caudal de líquido que comprime la bomba y el que teóricamente debería comprimir. Dicho en otros términos el rendimiento volumétrico expresa las fugas de líquido que hay en la bomba durante el proceso de compresión.

El rendimiento volumétrico es un factor de la bomba muy importante, pues a partir de él se puede analizar la capacidad de diseño y el estado de desgaste en que se encuentra una bomba.

El rendimiento volumétrico se ve afectado también por la presión del fluido hidráulico que se transporta y también por la temperatura del mismo.

Rendimiento mecánico: El rendimiento mecánico mide las pérdidas de energía mecánica que se producen en la bomba, debidas al rozamiento y a la fricción de los mecanismos internos. En términos generales se puede afirmar que una bomba de bajo rendimiento mecánico es una bomba de desgaste acelerado.

Rendimiento total o global: El rendimiento total o global es el producto de los rendimientos volumétrico y mecánico. Se llama total porque mide la eficiencia general de la bomba en su función de bombear líquido a presión, con el aporte mínimo de energía al eje de la bomba.

Así pues el rendimiento total se expresa como el consumo de energía necesario para producir la presión hidráulica nominal del sistema.

➤ TIPOS DE BOMBAS

- Caudal constante:

Engranajes (externos, internos - lobulares)

Paletas (rotor y equilibradas)

Tornillo sin fin manual

- Caudal variable:

Paletas sin equilibrar

Pistones (radiales, axiales y eje inclinado - barrilete)

➤ BOMBAS ROTATIVAS

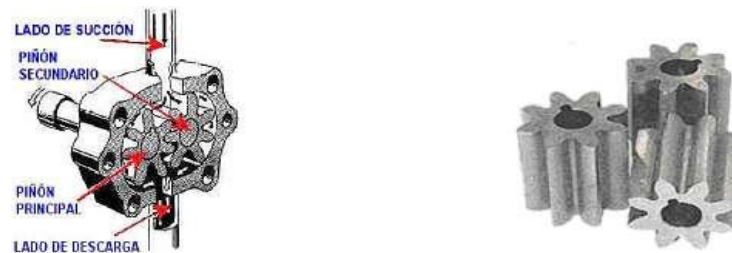


Figura 2-12 Bomba por engranes

Fuente: C:\Users\Windows\Downloads\cd_dm\Bombas Hidráulicas y Rotativas - Nociones - Ingeniería Industrial.mht

Este tipo de movimiento es el que traslada el fluido desde la aspiración hasta la salida de presión.

➤ BOMBAS DE ENGRANAJES EXTERNOS

Su caudal va de 1 a 600 l/min. Su presión varía de 15 a 175 Kg. /cm² (presión de punta hasta 200 Kg. /cm²). Su velocidad va de 500 a 3000 rpm.

Las bombas de engranajes tienen construcción simple, pero tienen el defecto de tener un caudal con pulsaciones. Los ejes de ambos engranajes están soportados por cojinetes de rodillos ubicados en cada extremo. Generalmente trabajan con un motor eléctrico.

Se ejecutan en las platinas laterales un pequeño fresado lateral que permite el escape del aceite comprimido, ya sea hacia la salida o hacia la aspiración; para que no se generen presiones excesivas cuando el fluido quede atrapado entre dos dientes.

El árbol y el piñón conductor - piñón conducido son de cementación Cr - Ni cementados. El cuerpo es de fundición gris aluminio.

El tipo de bomba más utilizado son las de engranajes rectos, además de las helicoidales y bihelicoidales (con la función de hacerlas mas silenciosas a altas velocidades). En condiciones óptimas estas bombas pueden llegar a dar un 93% de rendimiento volumétrico. Son sin lugar a dudas las bombas más ruidosas del mercado. Por ello no se emplean en aplicaciones fijas e interiores, donde su nivel sonoro puede perjudicar a los operarios que las trabajan. Son ampliamente utilizadas en maquinaria móvil, agricultura, obras públicas y minería, aplicaciones en las que el nivel sonoro no es determinante y con ambientes muy contaminados y fluidos hidráulicos a los que se les presta pocas atenciones de mantenimiento.

- **Principio de funcionamiento:**

Produce caudal al transportar el fluido entre los dientes de dos engranajes acoplados. Uno de ellos es accionado por el eje de la bomba (motriz), y este hace girar al otro (libre).

La bomba de engranajes funciona por el principio de desplazamiento; el piñón A es impulsado según se indica en la figura 2-14; se hace girar al piñón B en sentido contrario. En la cámara S (de admisión), por la separación de los dientes, en la relación se liberan los huecos de dientes.

Esta depresión provoca la aspiración del líquido desde el depósito. Los intradientes llenados impelen el líquido a lo largo de la pared de la carcasa hacia la cámara P.

En la cámara P los piñones que engranan impelen el líquido fuera de los intradientes e impiden el retorno del líquido de la cámara P hacia la cámara S.

Por lo tanto el líquido de la cámara P tiene que salir hacia el receptor, el volumen del líquido suministrado por revolución se designa como volumen suministrado V (cm³/rev).

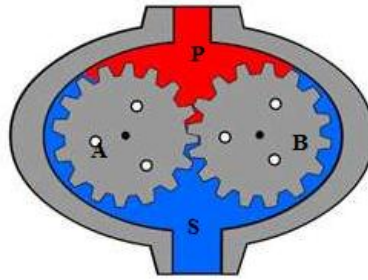


Figura 2-14 Bomba de engranes externos

Fuente: C:\Users\Windows\Downloads\cd_dm\Bombas Hidráulicas y Rotativas - Nociones - Ingeniería Industrial.mht

➤ **BOMBAS DE ENGRANAJES INTERNOS (SEMILUNA)**

Estas bombas de engranajes internos disponen de dos engranajes, uno interno cuyos dientes miran hacia el exterior, y otro externo con los dientes hacia el centro de la bomba, el eje motriz acciona el engranaje interno.

En este tipo de bombas hay, entre los dos engranajes, una pieza de separación en forma de media luna (semiluna). Esta pieza está situada entre los orificios de entrada y salida, donde la holgura entre los dientes de los engranajes interno y externo es máxima. Ambos engranajes giran en la misma dirección, pero el interno, al tener un diente más, es más rápido que el externo.

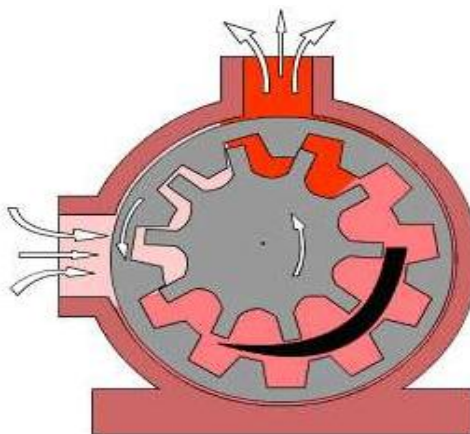


Figura 2-15 Bomba de engranajes internos

Fuente: C:\Users\Windows\Downloads\cd_dm\Bombas Hidráulicas y Rotativas - Nociones - Ingeniería Industrial.mht

El fluido hidráulico se introduce en la bomba en el punto, en que los dientes de los engranajes empiezan a separarse, y es transportado hacia la salida por el espacio existente entre la semiluna y los dientes de ambos engranajes.

La estanqueidad se consigue entre el extremo de los dientes y la semiluna; posteriormente, en el orificio de salida, los dientes de los engranajes se entrelazan, reduciendo el volumen de la cámara y forzando al fluido a salir de la bomba.

Poseen un desgaste menor por la reducida relación de velocidad existente. Son utilizadas en caudales pequeños y menor presión. A diferencia de las de engranajes externos, este tipo de bombas son más silenciosas, pero a su vez tienen mayor costo.

2.2 TÉRMINOS BÁSICOS

Viscosidad, propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad.

Presión.- es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie.

Polímeros.- son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeras.

Polimerización.- La polimerización es una reacción química realizada mayormente en presencia de un catalizador que se combina para formar moléculas gigantes.

Monómero.- (del griego mono, uno y meros, parte) es una molécula de pequeña masa molecular que unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, forman macromoléculas llamadas polímeros.

Relevador.- es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Temporizador.- es un dispositivo, con frecuencia programable, que permite medir el tiempo.

Husillo.- Se denomina **husillo**, a un tipo de tornillo, generalmente largo, y de gran diámetro, metálico o de madera o de PVC, el material más utilizado es acero templado, utilizado para accionar los elementos de apriete tales como prensas o mordazas, así como para producir el desplazamiento lineal de los diferentes carros de fresadoras y tornos, o en compuertas hidráulicas.

Termopar.- es un sensor formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje (efecto Seebeck), que es función de la **diferencia de temperatura** entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia.

Manganita, es un mineral del grupo IV (óxidos e hidróxidos). Es óxido de manganeso-hidróxido, $Mn^{3+}O(OH)$ cristalizando en un sistema ortorrómbico, e isomorfo con el diásporo y la goetita.

2.3.- HIPÓTESIS

“El estudio de la deficiencia en la inyección de plástico en moldes pequeños, en la empresa Halley Corporación, nos ayudará a desarrollar la producción en dichos moldes y a la creación de nuevos productos de la empresa”

2.4.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.4.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE: Inyección de plástico en la empresa HALLEY CORPORACIÓN.

2.4.2.- VARIABLE DEPENDIENTE: deficiencia en la producción en moldes pequeños, análisis y alternativa de solución.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.- MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se relacionan los aspectos cualitativos y cuantitativos por esta razón se aplicará los tres tipos de investigación Básica que son; investigación por el tiempo, investigación por el lugar e investigación por el objeto.

3.1.1 Investigación por el tiempo

La investigación histórica, por cuanto trata de la experiencia pasada, describe lo que era y representa una búsqueda crítica de la verdad que sustenta los acontecimientos pasados. El investigador depende de fuentes primarias y secundarias las cuales proveen la información y a las cuáles el investigador deberá examinar cuidadosamente con el fin de determinar su confiabilidad por medio de una crítica interna y externa. En el primer caso verifica la autenticidad de un documento o vestigio y en el segundo, determina el significado y la validez de los datos que contiene el documento que se considera auténtico.

La investigación descriptiva, es necesaria ya que trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

La investigación experimental, ya que se manipularán una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

3.1.2 Investigación por el lugar

Investigación de laboratorio, es necesaria por cuanto se realizará en un ambiente controlado y apto para esta investigación.

3.1.3 Investigación por el objeto

Investigación aplicada, El presente trabajo es una investigación que se aplicará para obtener resultados que nos permitan la solución del problema, en este caso la caracterización de parámetros de diseño.

3.2.- NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Exploratorio, se lo realiza por que permite aproximarnos a fenómenos desconocidos, con el fin de aumentar el grado de familiaridad y contribuyen con ideas respecto a la forma correcta de abordar una investigación en particular. Con el propósito de que estos estudios no se constituyan en pérdida de tiempo y recursos, ya que es indispensable aproximarnos a ellos, con una adecuada revisión de la literatura, para establecen el tono para investigaciones posteriores y se caracterizan por ser más flexibles en su metodología, son más amplios y dispersos.

Descriptivo, buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a partir de sus características. Describir en este caso es sinónimo de medir. Miden variables o conceptos con el fin de especificar las propiedades importantes del tema de análisis además hace énfasis en el estudio independiente de cada característica, es posible que de alguna manera se integren las mediciones de dos o más características con el fin de determinar cómo es o cómo se manifiesta el fenómeno.

Explicativo, con esto se pretenden conducir a un sentido de comprensión o entendimiento del fenómeno relacionando las causas de los eventos ocurridos para poder responder a preguntas como: ¿por qué ocurre? ¿En qué condiciones ocurre?

3.3.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE.- “Inyección de plástico en la empresa HALLEY CORPORACIÓN”

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas, instrumentos y unidades
<p>Inyección de plástico</p> <p>Elevar la temperatura del plástico a un punto donde pueda fluir bajo la aplicación de presión.</p>	Tipo de plástico a inyectar	Facilidad para fluir	¿Qué viscosidad deberá tener el plástico?	Observación Análisis teórico Entrevista
		Temperatura	¿Cuál es la temperatura de fusión requerida?	
	Tiempo de inyección	Incrementa	¿Depende de la velocidad de inyección?	
		Disminuye		
	Unidad de inyección	Presión de inyección	¿Cuál es la presión adecuada de trabajo?	
		Volumen a inyectar	¿Qué volumen de plástico se podrá inyectar?	

Tabla 3.1 Operacionalización de Variables

Fuente: Elaborada por el investigador

3.3.2.- VARIABLE DEPENDIENTE.- deficiencia en la producción en moldes pequeños, análisis y alternativas de solución.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas, instrumentos y unidades
Alternativas de solución	Factibilidad de construcción	Buena	¿Depende de la solución que se dé al problema?	Observación Análisis teórico Entrevista
		Mala		
Se busca fortalecer la producción de diferentes tipos de piezas plásticas, permitiendo a la empresa “Halley Corporación” seguir teniendo competitividad dentro del mercado actual.	Financiamiento de la solución	Capital de la Empresa Crédito	¿De acuerdo al estado económico de la empresa?	
	Costo de producción	Disminución de costos	¿Qué factibilidad de ahorro económico se logra con la solución al problema?	

Tabla 3.1 Operacionalización de Variables

Fuente: Elaborada por el investigador

3.4.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para recopilar la información necesaria para realizar el presente trabajo se realizará mediante información bibliográfica de distintos libros e internet, en cuanto para recoger la información de tipo real se realizará mediante ensayos que se dan dentro de la empresa.

3.5.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con los datos anteriormente obtenidos las maneras de procesar este banco de datos se realizará de la siguiente manera:

Representación Escrita, Porque se debe de comparar la producción de productos por inyección antes y después de la construcción de la máquina.

Representación Tabular, Se utilizará por cuanto los datos numéricos deben ordenarse por filas y columnas de acuerdo a los diferentes productos obtenidos.

Representación Gráfica, Para el procesamiento y análisis de todos los datos obtenidos, nos basaremos esencialmente en gráficas (barras, pasteles o dispersiones), ya que constituye un medio muy efectivo para la interpretación de los datos obtenidos mediante la entrevista realizada al jefe de producción y a los trabajadores del área de matricería de la empresa “Halley Corporación”.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS\

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

“Inyección de plástico en la empresa Halley Corporación deficiencia en la producción en moldes pequeños, análisis y alternativas de solución”

Guía de entrevista realizado a profesionales y trabajadores en el área de matricería de la empresa Halley Corporación.

1.- ¿Qué tipo de material plástico utiliza para la inyección en moldes?

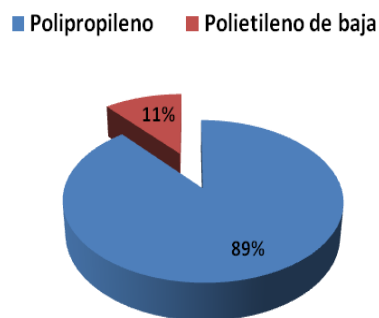


Gráfico 4-1 Pregunta #1

Fuente: Elaborado por el investigador

La empresa dentro de sus materiales plásticos más utilizados tiene al polipropileno con un 89% de utilización, siendo su principal materia prima para la elaboración de sus productos, sin dejar de lado al polietileno de baja con un 11% de utilización este vendría ser un material secundario ya que su utilización es únicamente para ciertos productos que necesitan características como las que brinda el polietileno.

2.- ¿Entiende las fases del moldeo?

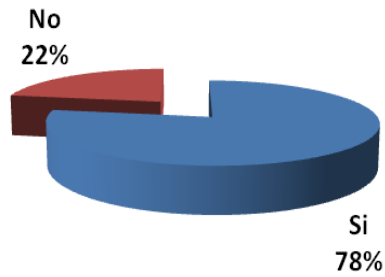


Gráfico 4-2 Pregunta #2

Fuente: Elaborado por el investigador

El 78% del personal entrevistado entiende o comprende las fases que se debe de seguir para obtener una excelente producción con moldes de inyección. Pero existe un 22% de trabajadores que desconoce por diversos motivos todas y cada una de las fases del moldeo, siendo de vital importancia la participación de la empresa para lograr la nivelación de conocimientos del personal en dichas fases.

3.- ¿La empresa cuenta actualmente con máquinas de inyección:

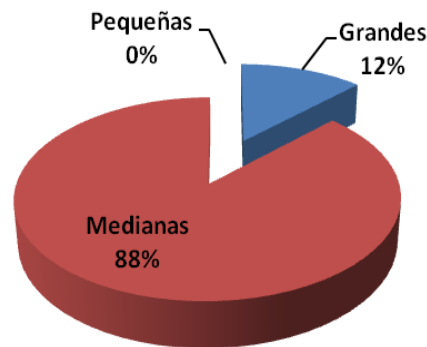


Gráfico 4-3 Pregunta #3

Fuente: Elaborado por el investigador

De acuerdo con los datos obtenidos podemos ver claramente que la empresa cuenta en la actualidad con un 88% de máquinas de inyección medianas siendo básicamente las generadoras de casi toda la producción, y con un 12 % en máquinas de inyección grandes con las cuales se llegaría a la totalidad de producción, al no contar con ningún otro tipo de máquinas que contribuyan en la elaboración de productos plásticos.

4.- ¿El tipo de expulsión que más utiliza es:

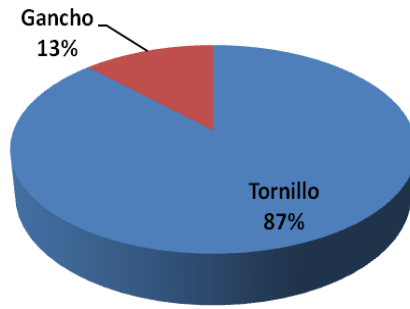


Gráfico 4-4 Pregunta #4

Fuente: Elaborado por el investigador

Gran parte de los entrevistados que son el 87% piensa que el tipo de expulsión que más se utiliza en moldes, es, el de tornillo debido a que gran cantidad de moldes utilizan este sistema, el 13% piensa que la expulsión por gancho también es muy utilizada si no que necesita de una calibración exacta de la máquina de inyección para evitar deformidades en el molde.

5.- ¿Cuál es tiempo mínimo que se requiere parar la inyección en moldes pequeños?

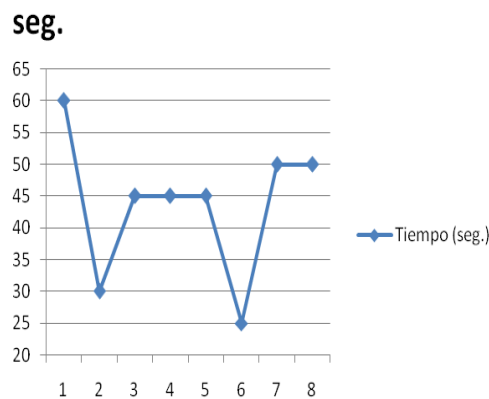


Gráfico 4-5 Pregunta #5

Fuente: Elaborado por el investigador

Respecto a esta pregunta se obtuvo diferentes tipos de respuestas debido a que cada una de las máquinas de inyección tiene un distinto rango de calibración. Es por esto que se establece un rango de tiempo que se necesitaría para la inyección en moldes pequeños, el cual va desde los 25 hasta los 60seg. Siendo uno de los tiempos más idóneo el de los 45seg que se necesitaría para una producción completa.

6.- ¿Las máquinas de inyección con las que se trabaja actualmente presentan facilidades para la sujeción de moldes pequeños?

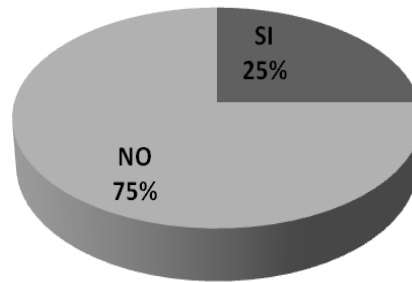


Gráfico 4-6 Pregunta #6

Fuente: Elaborado por el investigador

Respecto a esta pregunta y de acuerdo con los datos se puede decir que un 75% las máquinas de inyección con las que se trabaja actualmente no prestan las debidas facilidades para la sujeción de moldes pequeños, es decir, que en estas máquinas no se puede trabajar con este tipo de moldes, en un 25% se podría dar la sujeción de los moldes antes mencionados pero para lograr esto se requiere de algunos accesorios adicionales que aún utilizándolos no se podría trabajar con seguridad.

7.- ¿En la inyección de plástico en moldes pequeños la pérdida de tiempo en las máquinas de inyección grandes es:

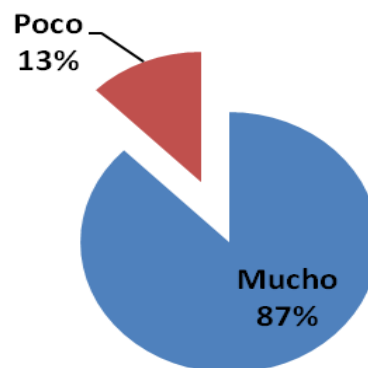


Gráfico 4-7 Pregunta #7

Fuente: Elaborado por el investigador

Al trabajar con moldes pequeños en las máquinas con las que cuenta actualmente la empresa según el 87% de entrevistados se tiene una gran pérdida de tiempo, debido que las máquinas con las que se trabaja no son las adecuadas para este tipo de moldes aunque

el 13% piensan que se tiene poca pérdida de tiempo ya que el ciclo de llenado disminuye, manteniéndose las demás fases.

8.- ¿Para la inyección en moldes pequeños se requiere de:

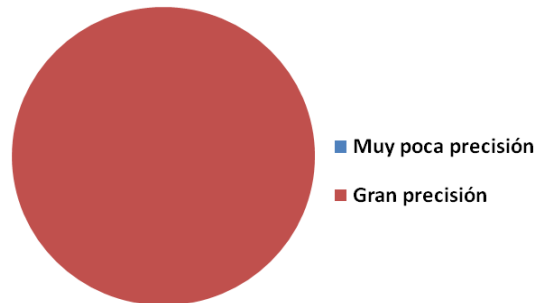


Gráfico 4-8 Pregunta #8

Fuente: Elaborado por el investigador

En lo referente a esta pregunta se puede notar mediante la figura 4-8 que el 100% concuerdan en que para la inyección en moldes pequeños se requiere de gran precisión ya que en este tipo de moldes debido a su estructura se puede tener deformidades en el producto final, lo que conlleva a la pérdida de tiempo y por ende a la pérdida de utilidades.

9.- ¿Al producir en moldes pequeños se requiere de un ciclo de refrigeración?

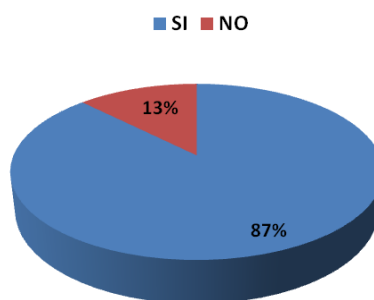


Gráfico 4-9 Pregunta #9

Fuente: Elaborado por el investigador

De acuerdo al 87% se puede decir que al trabajar con moldes pequeños se debe de contar con un ciclo de refrigeración adecuado que permita mantener la temperatura ideal dentro del molde y evitar deformidades en el mismo, pero de acuerdo al 13% se puede trabajar normalmente sin refrigeración en moldes pequeños debido a que por ser productos pequeños no van a tener una elevada temperatura que logre distorsionar al molde.

10.- ¿Cuál es la finalidad de producir en moldes pequeños?

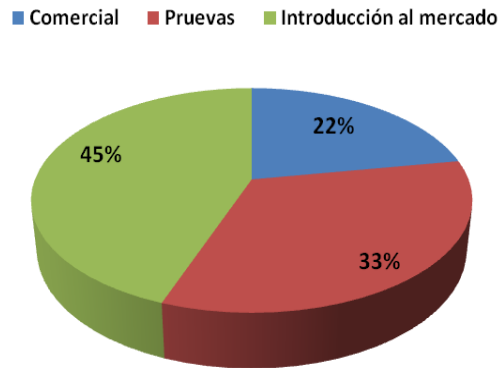


Gráfico 4-10 Pregunta #10

Fuente: Elaborado por el investigador

Un 45 % piensa de que la finalidad de la empresa al producir en moldes pequeños es la de introducir al mercado nuevos productos que conlleven a la creación de moldes más grandes, pero un 33% propone de que la finalidad de esta producción es la de realizar pruebas de prototipos que finalmente puedan ser producidos en moldes grandes, y finalmente el 22% expresa de que se puede realizar producción en gran escala que permita la comercialización de elementos producidos en moldes pequeños.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

1.- ¿Qué tipo de material plástico utiliza para la inyección en moldes?

El 89% piensa que el material más utilizado para la inyección en moldes dentro de la empresa es el polipropileno, dato muy importante para la realización de la propuesta que debe de facilitar el trabajo con dicho producto, al 11% restante que piensa que el polietileno de baja densidad, es el material más utilizado; se los debe de capacitar en materiales plásticos ya que no conocen claramente el tipo de materia prima con la cual trabajan.

2.- ¿Entiende las fases del moldeo?

Debido a que el 78% de los trabajadores en el área de matricería entiende las fases del moldeo no se tendría problemas en la inyección de cualquier tipo de moldes. Razón por la

cual la propuesta no estaría siendo problema en su utilización para la mayor parte de los trabajadores. En relación al 22% que no comprende dichas fases se los tendría que instruir en la producción con moldes de inyección y sus respectivas máquinas de producción.

3.- ¿La empresa cuenta actualmente con máquinas de inyección:

En lo referente a esta pregunta y de acuerdo al 88% expresa que se cuenta únicamente con máquinas de inyección medianas, conjuntamente con el 12% que piensa que se cuenta con máquinas de inyección grandes; se estaría justificando nuestra propuesta ya que la empresa posee un 0% en máquinas de inyección pequeñas que ayuden a fortalecer la producción en moldes pequeños.

4.- ¿El tipo de expulsión que más utiliza es:

Según los datos del 87% se puede establecer, que dentro de esta empresa el tipo de expulsión más utilizado es el de tornillo, por tanto la propuesta debe prestar las debidas facilidades en lo referente al sistema de expulsión tipo tornillo que nos ayudará a proporcionar una máquina eficiente en la producción de moldes pequeños. Refiriéndonos al 13% que responde, que el tipo de expulsión utilizado es el de gancho también se debe tomar en cuenta estos datos en la realización de la propuesta aunque este tipo de expulsión no incide directamente con la máquina sino más bien con el molde de inyección.

5.- ¿Cuál es tiempo mínimo que se requiere parar la inyección en moldes pequeños?

De acuerdo con los resultados obtenidos al realizar esta pregunta, la propuesta debe de estar encaminada a ofrecer tiempos mínimos de inyección de entre 30 a 60seg que se necesitaría para la producción en moldes pequeños. Aunque se tiene que hacer referencia de que este tiempo va variando según el tipo de molde que se produzca es decir si va a tener una cavidad o más, si va a tener insertos o no etc.

6.- ¿Las máquinas de inyección con las que se trabaja actualmente presentan facilidades para la sujeción de moldes pequeños?

Por las respuestas dadas a la interrogante se determina que en un 75% las máquinas con las que se cuenta para la producción con moldes no prestan facilidades para la sujeción de moldes pequeños debido a que estas han sido diseñadas en base a moldes de gran tamaño. Otra de las razones que justifica la creación de la propuesta, está destinada justamente a mejorar la producción con moldes pequeños. El 25% de facilidades para la sujeción que prestan las máquinas actuales no daría las debidas seguridades al trabajar con moldes pequeños, lo que reitera aun más la propuesta.

7.- ¿En la inyección de plástico en moldes pequeños la pérdida de tiempo en las máquinas de inyección grandes es:

Al darse que el 87% de los entrevistados piensa que la pérdida de tiempo es mucha cuando se trabaja con moldes pequeños, debido a que las máquinas con las que se trabaja no brindan facilidades para la producción con este tipo de moldes, otra razón de pérdida de tiempo, es, la calibración que se debe dar a la máquina para poder trabajar sin problemas con moldes pequeños. El 13% de los entrevistados tienen una idea contraria al referirse a la pérdida de tiempo, tal vez porque en la empresa casi no se produce con regularidad en moldes pequeños por los diversos motivos enunciados anteriormente.

8.- ¿Para la inyección en moldes pequeños se requiere de:

Para la inyección en moldes pequeños según el 100% de los entrevistados se debe tener gran precisión en la inyección de plástico, motivo por el cual la propuesta siendo destinada a la producción de moldes pequeños tiene que contar con un excelente sistema de inyección, ya sea por tonillo sin fin o por pistón cualquiera que sea la elección tiene que brindar precisión al momento de la inyección de plástico.

9.- ¿Al producir en moldes pequeños se requiere de un ciclo de refrigeración?

El 87% considera que al trabajar con moldes pequeños estos requieren de un ciclo de refrigeración que ayude a la obtención de productos excelentes y no se deformen. Por tanto la propuesta tiene que cumplir con un adecuado sistema de refrigeración que sería de acuerdo con las torres de refrigeración que se cuenta actualmente en la fábrica. Pero un

13% considera lo contrario y de que se puede trabajar en moldes pequeños sin refrigeración por ser productos pequeños y no tienen un volumen considerable.

10.- ¿Cuál es la finalidad de producir en moldes pequeños:

Mediante la entrevista realizada a los trabajadores en el área de matricería se puede exponer los siguientes datos, el 22% expresa que la finalidad de producir en moldes pequeños es la comercial y de que la empresa estaría buscando incrementar la producción actual, el 33% expresa que la finalidad es la de probar nuevos productos o la creación de prototipos que conlleven a la creación de moldes más grandes. Y la gran mayoría que es el 45% piensa que la finalidad es la de introducción al mercado, dando a notar que se requiere de producir en moldes pequeños para lograr sitiarse dentro del mercado.

4.2.1 INTERPRETACIÓN DE DATOS PRUEBAS DE INYECCIÓN

Una vez concluida la propuesta, se realizó algunas pruebas de inyección con diferentes tipos de plástico detallados en la tabla 4-1 en la cual se indica la calidad de inyección.

Tabla 4-1 Pruebas de inyección con un molde para tapas de seguro

Tipo de plástico	Calidad de inyección	Observaciones
Polipropileno	Muy buena	El producto conseguido no presenta ninguna imperfección
Polietileno	Muy buena	Se tiene un buen producto pero no es constante en cada inyección
Material reciclado	Buena	No se da un buen llenado en el molde

Fuente: Elaborado por el investigador

La inyección realizada con el molde para tapas de seguro por lo general es muy buena, ya que con el polipropileno se obtuvo productos de gran calidad, el llenado del molde fue total, pero para conseguir esto se tiene que dar una buena calibración a la máquina sobre

todo hay que tener un control preciso sobre el pistón de inyección, el cual impulsa la masa plástica dentro del cañón de inyección.

Con el polietileno se tiene un similar resultado su único inconveniente es que en cada golpe de inyección no se tiene el mismo llenado del molde debido a que la presión con la que se da la inyección no es la adecuada para este tipo de material.

Con el material reciclado se tiene productos deformes e incompletos, esto es porque se tiene diferentes tipos de materiales en el reciclaje; para lo se debe tener un gran control en las temperaturas y la presión, y así conseguir gran presión para obtener productos buenos.

Tabla 4-2 Pruebas de inyección con un molde para pasa tubo

Tipo de plástico	Calidad de inyección	Observaciones
Polipropileno	Muy buena	Necesita de un mayor tiempo de refrigeración
Polietileno	Buena	El producto tiene porosidad
Material reciclado	Buena	No se da un llenado total del molde

Fuente: Elaborado por el investigador

Al ensayar con este molde también se tiene buenos resultados al inyectar polipropileno, debido a que la presión ejercida por el pistón es buena conjuntamente con la fuerza de cierre del molde, aspecto muy importante de mencionar ya que para tener precisión en el moldeo se requiere que estos dos elementos cumplan correctamente su función.



Gráfico 4-11 Pasa tubo producido

Fuente: Halley Corporación

Ya se había mencionado que para la inyección del polietileno se requiere de una presión diferente con la cual fue diseñada la máquina, y al ser un producto que necesita de una gran masa presenta porosidad en su geometría.

Al igual que con el ensayo realizado anteriormente no se tiene un buen llenado del molde produciéndose mucha rebaba.

No se debe olvidar que para estas pruebas se utilizó moldes existentes en la empresa que no fueron diseñados de acuerdo a las características de la máquina, aspecto importante que puede influir en la inyección de los diferentes tipos de plásticos.

4.3 Verificación de hipótesis

De acuerdo con registros existentes en la empresa, de pruebas realizadas con moldes pequeños en las máquinas de inyección grandes, se tiene que entre los meses Agosto y Septiembre del 2010 se dieron cuatro pruebas de moldes que forzaron a detener la producción, las cuales se detalla a continuación en la tabla 4-3.

Tabla 4-3 Pruebas en moldes pequeños

Tipo de molde a ser probado	Tiempo de prueba (min)	Tipo de molde que se deja de producir	Golpes por minuto no producidos	Costo por cada golpe (USD)
Guías para cortinas	210	Escuadra de ½”	3	0.40
Tapas para seguro	180	Escuadra de 1”	2	0.50
Guas para cortinas	140	Escuadra de ½”	3	0.40
Pasa tubo de 1 ¼”	240	Escuadra de ½”	3	0.40

Fuente: Empresa Halley Corporación

Mediante la tabla 4-3 se pudo establecer el costo que la empresa tiene que asumir al realizar pruebas de inyección con moldes pequeños. Debiendo aclarar que para obtener el costo de pruebas se lo realiza en base al tipo de molde que se deja de producir. Siendo así se tiene:

Tabla 4-4 Costos de pruebas

Tipo de molde que se deja de producir	Golpes por minuto	Costo de prueba
Escuadra de ½"	630	252 USD
Escuadra de 1"	360	180 USD
Escuadra de ½"	420	168 USD
Escuadra de ½"	720	288 USD

Fuente: Empresa Halley Corporación

Como se puede notar en la tabla 4-4 los costos por pruebas que tiene la empresa son altos, dejando de producir entre los dos meses un total de 888 USD. Razón por la cual se tenía deficiencia en la producción con moldes pequeños, ya que no es rentable producir con moldes pequeños en las máquinas de inyección grandes.



Gráfico 4-12 Moldes de pruebas

Fuente: Halley Corporación

Con la propuesta se ha logrado mantener una producción constante con moldes pequeños. Por lo que la empresa tendrá un ahorro promedio anual de 2350USD.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Luego de realizar nuestra investigación, se ha logrado determinar, que para poder realizar la inyección de plástico, se la puede hacer con la ayuda de un pistón hidráulico que genere la presión adecuada de acuerdo al tipo de plástico que se quiera inyectar.
- El sistema de refrigeración no incide directamente a la máquina de inyección sino más bien al molde, por lo que en la máquina se debe prestar facilidad para la refrigeración.
- Al contar con este tipo de inyectora se puede construir moldes pequeños que se ajusten a las características de la máquina.
- Con la construcción de la máquina de inyección se logró mejorar la producción en moldes pequeños; y además de permitir la creación de nuevos productos.
- Los materiales necesarios para la construcción de la máquina se los puede conseguir fácilmente y en su totalidad dentro la provincia.
- Mediante las pruebas de inyección realizadas se pudo observar que se puede trabajar con polipropileno y polietileno sin ningún problema, debiendo de tomar muy en cuenta las temperaturas a las que se debe inyectar cada material.
- Los costos que se generan al producir con esta máquina son mucho menor a los costos de producción que se tiene en las máquinas de inyección grandes.

- De acuerdo a los datos obtenidos en la entrevista se ha concluido que la producción en moldes pequeños es deficiente, debido a que al realizar la inyección en las máquinas grandes se dan grandes pérdidas de tiempo al darse los cambios de moldes teniendo que calibrar la máquina una y otra vez.

5.2 Recomendaciones

- Para obtener productos de gran calidad se debe mantener las presiones y temperaturas de acuerdo al tipo de material a ser inyectado.
- Antes de comenzar la inyección se tiene que dejar que el cañón llegue a la temperatura de inyección del material, de lo contrario el material no podrá alcanzar su punto de plasticidad.
- La boquilla de inyección tiene que ser limpiada periódicamente para no tener taponamiento y lograr una eficiente inyección del plástico.
- Por las pruebas realizadas no se puede inyectar en moldes que necesiten más de 90 gramos para su llenado.
- Los moldes no deben tener medidas mayores a 350mmx250mmx200m para no tener problemas en su cierre y apertura.
- Para poder producir con la nueva máquina en moldes que necesiten más de 90 gramos de plástico para su llenado, se tiene que diseñar el molde con un excelente canal de distribución.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

La propuesta será construida en su totalidad en la empresa HALLEY CORPORACIÓN ubicada en el cantón Cevallos, parroquia Montalvo. Debiendo de cumplir con ciertas características detalladas a continuación:

Debido a que el espacio disponible para la ubicación de la propuesta es de 2 m de longitud por 0.5 m de ancho y 0.9 m de altura la construcción de nuestro proyecto se limitará a dichas dimensiones.

Además por los resultados obtenidos en la investigación la propuesta estará destinada a trabajar con polipropileno, y debiendo contar con un adecuado sistema de expulsión tipo tornillo que ayudará a una rápida extracción de los productos. Sin olvidar que se debe prestar las facilidades para una posterior implementación de un ciclo de refrigeración.

El proceso de inyección se lo realizará por medio de un pistón hidráulico. Y será construido exclusivamente para la inyección en moldes pequeños.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La empresa cuenta con una idea de una máquina de inyección pequeña, por lo que se cuenta con material que ayudará mucho en la construcción de la propuesta.

Además se dispone de información de un proyecto similar realizado por la Escuela Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Revista Tecnológica volumen 13 Julio 1999 lo cual nos permite establecer claramente el diseño que tendrá dicha propuesta.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Por los datos obtenidos en la entrevista realizada a profesionales y trabajadores del área de matricería de la empresa HALLEY CORPORACION se pudo establecer que la empresa no cuenta con una máquina de inyección de plástico pequeña.

Por lo que se pretende brindar una gran ayuda en la inyección de plástico construyendo una máquina de inyección pequeña, la cual permita incrementar la producción en moldes pequeños, reduciendo tiempos de inyección. Y permitiendo a la empresa la creación de nuevos prototipos que ayudarán a la introducción de nuevos productos en el mercado de productos plásticos.

6.4 OBJETIVOS

- Construir una máquina de inyección de plástico que permita mejorar la producción en moldes pequeños.
- Seleccionar los materiales adecuados y existentes para la construcción de una máquina de inyección.
- Realizar pruebas de inyección en diferentes tipos de moldes.
- Determinar costos de funcionabilidad de la máquina.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La presente investigación está involucrada la inversión para realizar la construcción de una máquina de inyección.

Gran parte de los materiales de construcción son de fácil adquisición ya existen diversos proveedores de acero dentro de la provincia, por lo que no se tendrá contra tiempo al momento de comenzar la construcción.

Los elementos de construcción que no se los pueda conseguir dentro la provincia se ha podido investigar que en diversas ciudades del país se los puede conseguir sin ningún problema.

Cabe señalar que para la construcción de dicha máquina la empresa cuenta con gran parte de material que se podrían utilizar para la construcción. Al ser una empresa que produce moldes de inyección cuenta con placas de acero tanto como ejes y perfiles con lo se realizaría en un 60% la construcción del proyecto.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

A continuación se realiza el diseño de las partes importantes de una máquina de inyección de plástico.

6.6.1 Diseño de la unidad de inyección

➤ Diseño del husillo

Para el cuerpo de la unidad de inyección se emplea un cilindro existente en la empresa con un diámetro interior de 59mm y un diámetro exterior de 73mm, material que soporta una temperatura mayor a los 350°C, teniendo siempre en cuenta que se esperan valores máximos de temperatura hasta los 270°C.

Para calcular la longitud del cilindro o husillo se debe de tener en cuenta que se requiere una masa de 450 a 500g dentro de la cámara de plastificación.

Cálculo de la longitud del husillo

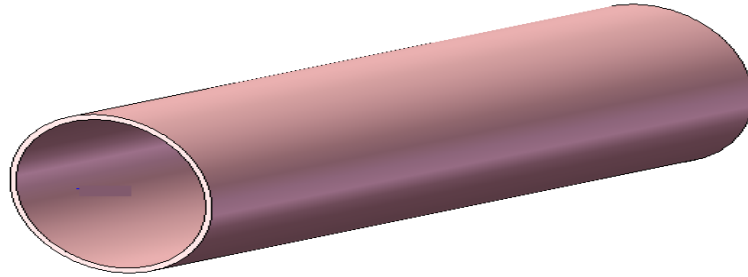


Figura 6.1 Cilindro de plastificación

Fuente: Elaborado por el investigador

Datos

$$m=500g$$

$$d=59mm$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (6.1)$$

Donde

V= Volumen

m= Masa

ρ = Densidad

Para el cálculo se emplea $\rho=0.91g/cm^3$ que es la densidad del polipropileno (ver anexo A1)

Al remplazar los valores en la ecuación (6.1) se tiene:

$$V = \frac{500g}{0.91g/cm^3}$$

$$V= 549.45 \text{ cm}^3$$

Para la longitud

$$V= A*L \quad (6.2)$$

Donde

$A = \text{Área transversal del cilindro} = \pi * d^2 / 4$

$L = \text{Longitud del cilindro}$

Despejando L de la ecuación (6.2)

$$L = \frac{V}{A}$$

Entonces

$$L = \frac{V * 4}{\pi * d^2}$$

$$L = \frac{549.45 * 4}{\pi * (5.9)^2}$$

Por lo que se tiene que $L = 20.097 \text{ cm} = 200.97 \text{ mm}$

En nuestro diseño se utilizará una longitud de 200mm que al recalculer con esta dimensión se obtiene una masa de 497.58g que está dentro de los requerimientos de diseño.

➤ **Cálculo de la fuerza de inyección en el husillo**

Es la fuerza que sufrirá el husillo al momento de la inyección del polipropileno, según el Anexo A1 la presión de sostenimiento es de 400bar.

Datos

$P = 400 \text{ bar} = 40 \times 10^6 \text{ Pa}$

$D = 25 \text{ mm}$

De acuerdo a la ecuación

$$F = P * A \quad (6.3)$$

Donde

F= Fuerza ejercida por el pistón

P= Presión de inyección del polipropileno

A= Área útil del embolo = $\pi * D^2 / 4$

$$A = \frac{\pi(0.025\text{m})^2}{4}$$

$$A = 0,4908 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

Reemplazando valores en la ecuación (6.3) se obtiene:

$$F = 40 \times 10^6 \text{N/m}^2 * 0,4908 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$F = 19632 \text{N}$$

➤ Cálculo de las resistencias eléctricas

La máquina de inyección debe de contar con tres resistencias de tipo tubular que se encuentran en el husillo a distintas temperaturas (Ver anexo A1).

Para una temperatura de 270°C. La cantidad de calor requerido para incrementar 270°C a una masa de 497.58 gramos de plástico se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Pot} = \frac{m * C_p * \Delta T}{\Delta t} + \text{pérdida de calor al ambiente} \quad (6.4)$$

Donde

Pot = Potencia requerida

m = Masa del polipropileno

Cp = Calor específico

ΔT = Incremento de temperatura

Δt = Incremento de tiempo

Se desea alcanzar un incremento de temperatura en aproximadamente 10 minutos. Para el valor del calor específico se ha tomado el del hierro por considerar que el Cp. del plástico es mucho menor en relación al hierro, de igual manera para el valor de la masa se toma la del plástico ya que es la que tiene que llegar al punto de plastificación.

Entonces $C_p = 0.45 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}$

$$\text{Pot} = \frac{0.4976 * 0.45 * (270 - 0)}{600}$$

$$\text{Pot} = 100.764 \text{ J/seg}$$

La pérdida de calor que se da al ambiente se la obtiene por medio de la tabla dada en el Anexo B en la cual ingresamos con el diámetro y la diferencia de temperatura.

Donde se tiene un valor de $1607.2 \text{ BTU/h*ft} = 308.99 \text{ W}$

De aquí que:

$$\text{Pot} = 100.764 + 308.99 \text{ W}$$

$$\text{Pot} = 409.754 \text{ W}$$

Por lo que para las tres zonas de plastificación se requiere resistencias con una potencia no menor a los 409.754 W.

➤ Selección del termostato

Para lograr un control de la temperatura de disgregación del plástico, se debe instalar un termostato con un rango de control de temperatura entre 50 y 300 °C. La función de este termostato es de mantener la temperatura de inyección del plástico que es de 270°C, luego de lo cual se desconecta las resistencias automáticamente. Al detectar una disminución de temperatura el termostato se prende y entran nuevamente las resistencias a funcionar.

6.6.2 Diseño de la unidad de cierre

Al diseñar la unidad de cierre comenzamos primero por determinar la fuerza total que se requiere para la movilización de la unidad de cierre.

➤ **Cálculo de la fuerza de fricción entre el eje y las placas**

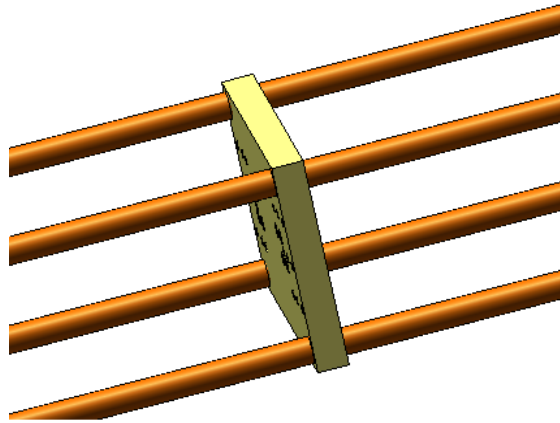


Figura 6-2. Localización de los ejes en la placa

Fuente: Elaborado por el investigador

Al tener que deslizarse la placa entre los ejes se va a obtener una fuerza de fricción entre los ejes y los bocines que se encuentran dentro de las cuatro perforaciones localizadas en los extremos de la placa, como se detalla en la figura 6.2.

$$Fr = \mu * N \quad (6.5)$$

Donde

Fr = Fuerza de fricción

μ = Coeficiente de rozamiento

N = Fuerza normal de la placa

En este caso la fuerza normal será igual al peso de la placa

$$W = m * g \quad (6.6)$$

Donde

W=Peso

m=Masa del cuerpo

g=Gravedad

Para establecer la masa se tiene las dimensiones de la placa las cuales son: 400mmx244mmx37mm. Además de saber que la $\rho=7850\text{Kg/m}^3$ densidad del acero.

$$m= V*\rho$$

$$m= (0.4*0.244*0.037)\text{m}^3*7850\text{Kg/m}^3$$

$$m=28.3479\text{Kg}$$

Remplazando valores en la ecuación (6.6)

$$W=28.3479\text{Kg}*9.8\text{m/seg.}$$

$$W=278.093\text{N}$$

El coeficiente de rozamiento para Bronce sobre Acero $\mu=0.18$ de acuerdo al Anexo C.

Con la ecuación (6.5)

$$Fr = 1.8*278.093\text{N}$$

$$Fr = 500.5675\text{N}$$

Considerando que se tiene cuatro ejes se tiene una fuerza de fricción total de:

$$Fr_t= 4*500.5675\text{N}$$

$$Fr_t= 2002.27\text{N}$$

➤ Diseño del eje de fuerza

Para el diseño del eje se ha considerado un material AISI 4340 con una longitud de 248mm. Previamente se debe de conocer la fuerza que soportará para lo cual se tiene que sumar las fuerzas que actúan directamente sobre el eje por lo tanto:

$$F_t = F + F_{r_t} \quad (6.7)$$

Donde

F_t = Fuerza total

F = Fuerza de inyección

F_{r_t} = Fuerza de fricción

La fuerza de inyección se la toma según el Anexo A1 donde se detalla las características de inyección del polipropileno.

Remplazando valores en la ecuación (6.7) tenemos;

$$F_t = 19632\text{N} + 2002.27\text{N}$$

$$F_t = 21.634\text{KN}$$

Datos

Material AISI 4340

$L = 248\text{mm}$

$F_t = 41.266\text{KN}$

$S_y = 1590\text{ MPa}$

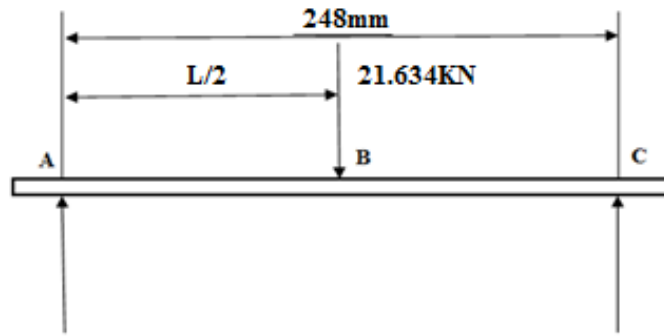


Figura 6-3. Distribución de cargas sobre el eje

Fuente: Elaborado por el investigador

Cálculo del momento flector

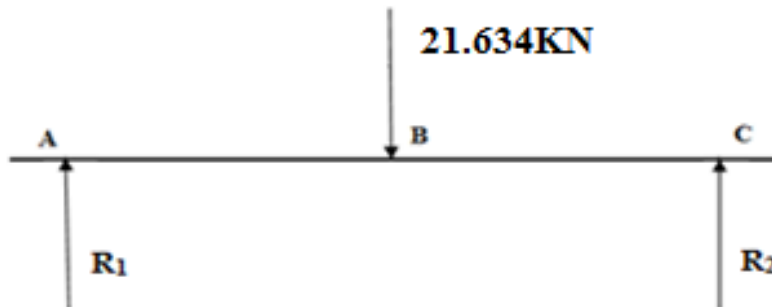


Figura 6-4. Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Elaborado por el investigador

En la figura 6.4 se muestran los puntos importantes para el diseño

A y C = Puntos en los que se apoya el eje.

De acuerdo al Anexo D para carga central apoyos simples:

$$R_1 = R_2 = F/2 \quad (6.8)$$

Donde

R_1 = Reacción en el punto A

R_2 = Reacción el punto C

F = Fuerza central

$$R_1 = \frac{21.634 \text{KN}}{2}$$

$$R_1 = 10.817 \text{KN}$$

Por lo que:

$$R_2 = 10.817 \text{KN}$$

El diagrama de momentos es:

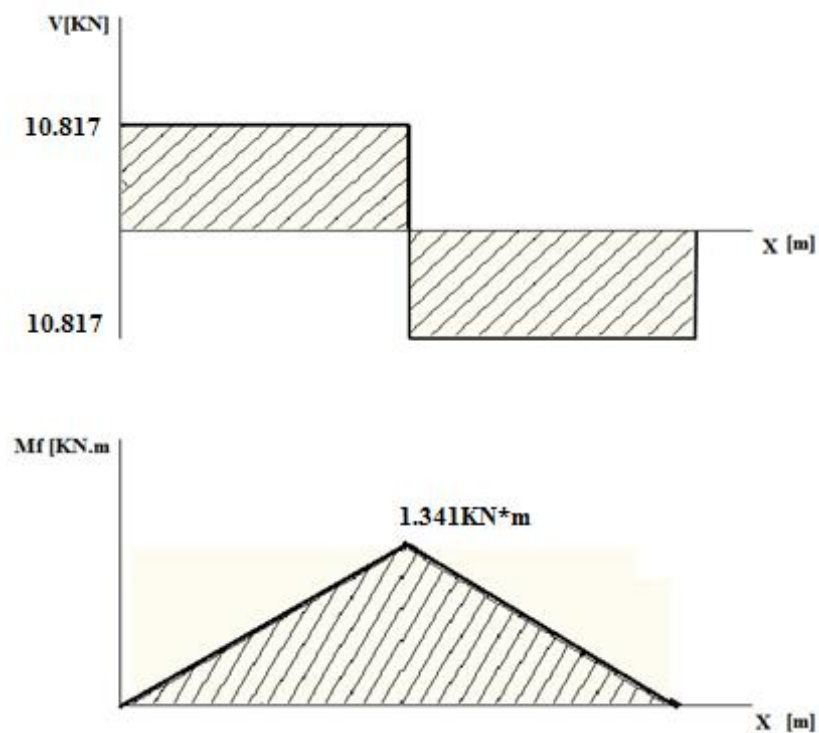


Figura 6-5. Diagramas de cortante y momentos

Fuente: Elaborado por el investigador

El material seleccionado para el eje es el Acero AISI 4340. Las Características de este material según la tabla del Anexo E son:

$S_{ut} = 1720 \text{MPa}$

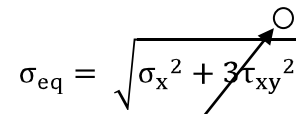
$S_y = 1590 \text{Mpa}$

Para poder determinar el diámetro del eje se basa en la teoría de falla de Von Mises o Energía de distorsión.

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (6.9)$$

Donde se tiene que:

$$\sigma' = \sigma_{eq}$$

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


$$\sigma_{eq} = \sigma_x$$

$$\sigma_x = \frac{M}{S}$$

Donde

η = Factor de seguridad

S_y = Resistencia a la cedencia del material

σ = Esfuerzo por flexión

M = Momento flector

S = Módulo de resistencia = $\frac{\pi * d^3}{32}$

Al remplazar

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

$$\sigma_x = \frac{1.341 \text{KN} * \text{m}}{\frac{\pi * d^3}{32}}$$

$$\sigma_x = \frac{13.659 \text{KN} * \text{m}}{d^3}$$

Finalmente reemplazando valores en la ecuación (6.9) para lo cual tomaremos un factor de seguridad $\eta=2$

$$2 = \frac{1590 \times 10^6 \text{ N/m}^2 * d^3}{13659 \text{ N} * m}$$

De donde se tiene:

$$d=25.8\text{mm}$$

Dando un diámetro de 26mm.

Cabe recalcar que este diámetro del eje se lo utilizará para los demás pasadores de la articulación. Con lo que estamos asegurando que no falla ya que su longitud será mucho menor que la utilizada en el cálculo anterior.

➤ **Diseño de los ejes guías para las placas**

Dado que los cuatro ejes tienen como función única, la de ser guía de la placa de la unidad de cierre, no se tendrán mayormente cargas que afecten su estructura.

Considerando que se tiene una fuerza de cierre que puede afectar para que el eje falle, debemos determinar el esfuerzo por flexión y el factor de seguridad.

Datos

$$L=1000\text{mm}$$

$$D=32\text{mm}$$

Acero AISI 5115

Equivalencia en bohler E 410

$$S_y = 1200 \text{ N/mm}^2 = 12 \text{ Mpa} \quad (\text{Anexo E2})$$

Para conocer el esfuerzo lo realizamos con:

$$\sigma_x = \frac{M}{Z} \quad (6.10)$$

Donde

σ = Esfuerzo por flexión

M= Momento flexionante

$Z = \text{Módulo de sección} = I/c$

$c = \text{Localización del eje neutro} = d/2 = 16\text{mm}$

$$I = \text{Inercia} = \frac{\pi * d^4}{64} = 3.216 \times 10^{-9} \text{m}^4$$

Como la fuerza va a ser ejercida sobre los cuatro ejes se divide los 21.634KN para los cuatro ejes quedando 4143N. Dado que el mayor esfuerzo flexionante se dará en la mitad de la longitud del eje se tiene que la fuerza estará localizada a 500 mm del punto A

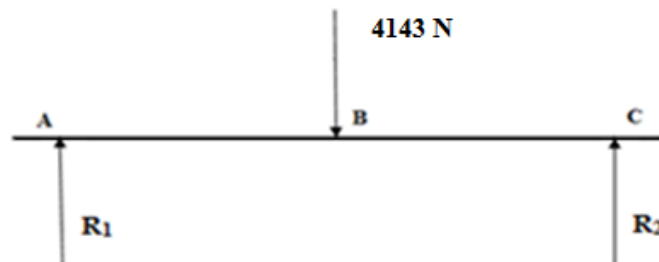


Figura 6-6. Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Elaborado por el investigador

Con la ecuación (6.8) se tiene:

$$R_1 = R_2 = 2071.5 \text{ N}$$

Por lo que el Momento Flector es: $M = 2071.5 \text{ N} \cdot \text{m}$

Utilizando la teoría de diseño estático de Von Mises ecuación (6.9) se puede expresar que:

$$\sigma' = \sigma_{\text{eq}}$$

$$\sigma_{\text{eq}} = \sigma_x$$

De acuerdo a la ecuación (6.10)

$$\sigma_x = \frac{M * c}{I}$$

$$\sigma_x = \frac{2071.5 \text{ N} * \text{m} (0.016 \text{ m})}{3.216 \times 10^{-9} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_x = 10.305 \text{ MPa}$$

Para calcular el factor de seguridad lo hacemos mediante de la ecuación (6.9)

Donde se tiene:

$$\eta = \frac{12\text{MPa}}{10.305\text{MPa}}$$

$$\eta = 1.2$$

Por lo que se asegura su resistencia.

➤ **Diseño de los elementos de la unidad de cierre**

➤ **Diseño de la base de la articulación**

Para el diseño de la base de la articulación

Datos

$$F= 21.634\text{KN}$$

Material A36

$$S_y= 36\text{Kpsi} = 248,207\text{MPa}$$

$$w= 60\text{mm}$$

$$t= 50\text{mm}$$

$$d= 26\text{mm}$$

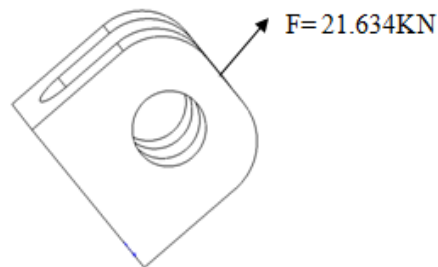


Figura 6-7 Base de la articulación

Fuente: Elaborado por el investigador

El cálculo del esfuerzo en la base lo realizamos mediante la ecuación (6.10).

Debido a que se tiene un pasador de bisagra nos da un esfuerzo doble dado porque la carga F es transmitida en cortante a través de dos áreas en paralelo. El área A usada en la ecuación es el doble del área de la sección transversal del pasador.

$$A = 2(w-d) t \quad (6.11)$$

$$A = 2(0.06-0.026)0.05$$

$$A = 3.4 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

Donde

w= Ancho de la base

t= Espesor de la base

d= Diámetro del pasador

Remplazando valores en la ecuación (6.10)

$$\sigma = \frac{21.634\text{KN}}{3.4 \times 10^{-3}\text{m}}$$

$$\sigma = 6.362\text{MPa}$$

Para saber el esfuerzo máximo que se tendrá se debe de conocer el valor de $K_t = 3.6$ tomado del Anexo F.

$$\sigma_{\max} = K_t * \sigma$$

$$\sigma_{\max} = 3.6 * 6.362\text{MPa}$$

$$\sigma_{\max} = 22.903\text{MPa}$$

Donde

σ_{\max} = Esfuerzo máximo

K_t = Factor de concentración de esfuerzo

Al obtener el esfuerzo máximo que sufrirá la figura se puede calcular el factor de seguridad el cual nos demostrará si este elemento es capaz de soportar la fuerza con la que va a trabajar.

Factor de seguridad (η) con la ecuación (6.9)

$$\eta = \frac{248.2\text{MPa}}{22.903\text{MPa}}$$

$$\eta = 10.8$$

Por lo que se asegura que no va a fallar

➤ Diseño de la barra de la articulación 1

En el diseño de este elemento se tomará en cuenta el factor de seguridad considerando pandeo ya que es a lo que posiblemente esté sujeto. Esta parte de la articulación sirve exclusivamente como un guía de la otra barra de la articulación que es la que estará sometida directamente a las fuerzas de empuje.

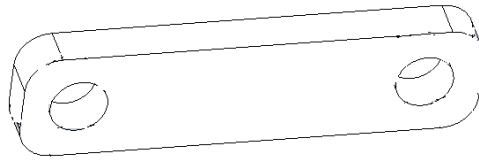


Figura 6-8 Articulación 1

Fuente: Elaborado por el investigador

La ecuación que debe utilizarse para definir un factor de seguridad en el caso de columnas es:

$$\eta = \frac{P_{cri}}{P} \quad (6.12)$$

Donde

P = Carga real de una columna = F

P_{cri} = Carga crítica de columna con diferentes condiciones

Entonces para el cálculo de la carga crítica en la columna se tiene las siguientes condiciones:

L = 154mm

Sección transversal rectangular

w = 50mm

t = 18.6mm

Ambos extremos articulados

Material ASTM A36

$S_y = 36\text{Kpsi} = 248,207\text{Mpa}$

$E = 207 \times 10^9 \text{ MPa}$

Solución

$$\left(\frac{L}{k}\right)_1 = \sqrt{\frac{2\pi^2 cE}{S_y}} \quad (6.13)$$

$$\left(\frac{L}{k}\right)_1 = \sqrt{\frac{2\pi^2(1)(207 \times 10^9 \text{ Pa})}{248.2 \times 10^6 \text{ Pa}}}$$

$$\left(\frac{L}{k}\right)_1 = 128.30$$

Donde:

C = Condición de extremos = 1

Sección transversal rectangular, entonces dos radios de giro

Para lo cual en el radio en x:

$$I_x = \frac{w * t^3}{12} \quad (6.14)$$

$$I_x = \frac{0.05 * (0.0186)^3}{12}$$

$$I_x = 2.68 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

Donde

I_x = Inercia en el eje x

w = Ancho de la platina

t = Espesor de la platina

El área de la sección transversal es $A = w * t$

Entonces; $A = 0.05 \text{ m} * 0.0186 \text{ m}$

$$A = 9.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \quad (6.15)$$

$$k_x = \sqrt{\frac{2.68 \times 10^{-8}}{9.3 \times 10^{-4}}}$$

$$k_x = 5.36 \times 10^{-3}$$

Seguimos con el radio de giro en y;

$$I_y = \frac{t * w^3}{12}$$

$$I_y = \frac{0.0186 * (0.05)^3}{12}$$

$$I_y = 1.9375 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$k_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$k_y = \sqrt{\frac{1.9375 \times 10^{-7}}{9.3 \times 10^{-4}}}$$

$$k_y = 0.0144 \text{ m}$$

Para seguir con el cálculo se toma el menor radio de giro k_x .

$$\frac{L}{k_x} = \frac{0.154 \text{ m}}{5.36 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$\frac{L}{k_x} = 28.73$$

Donde

L= Longitud de la columna

Al comparar $\frac{L}{k_x} < \left(\frac{L}{k}\right) 1$ entonces se usar la ecuación de Johnson.

$$\frac{P_{cr}}{A} = S_y - \frac{S_y^2}{4\pi^2 c E} \left(\frac{L}{k}\right)^2 \quad (6.16)$$

$$\frac{P_{cr}}{A} = 248.2 \times 10^6 \text{ Pa} - \frac{(248.2 \times 10^6 \text{ Pa})^2}{4\pi^2 (1) 207 \times 10^9 \text{ Pa}} (28.73)^2$$

$$P_{cr} = 225.039 \text{ KN}$$

Remplazando los datos en la ecuación (6.12) se determina el factor de seguridad;

$$\eta = \frac{225.039 \text{ KN}}{21.634 \text{ KN}}$$

$$\eta = 10.4$$

➤ Diseño de la articulación 2

En la figura se muestra la disposición de cargas que soportará la articulación

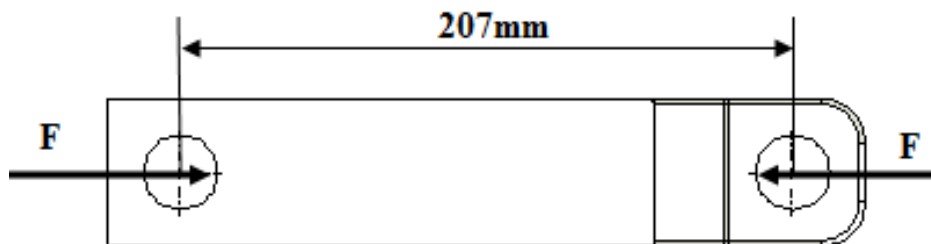


Figura 6-9. Articulación 2

Fuente: Elaborado por el investigador

Donde

F = Carga de la columna = P=21.634KN

Teniendo una condición de extremos articulado entonces c=1.

El material utilizado es un acero ASTM A36 con:

S_y=248.2 MPa

E=207 Gpa

▪ **Comprobación a pandeo**

Con la ecuación (6.13)

$$\left(\frac{L}{k}\right)_1 = \sqrt{\frac{2\pi^2(1)(207 \times 10^9 \text{ Pa})}{248.2 \times 10^6 \text{ Pa}}}$$

$$\left(\frac{L}{k}\right)_1 = 128.30$$

Sección transversal cuadrada por lo que se tiene un mismo radio de giro tanto en el eje x como en el eje y.

Por tanto $k_x = k_y$

$$I = \frac{w * t^3}{12}$$

$$I = \frac{(0.05)^4}{12}$$

$$I = 5.208 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

Donde

$w = t$ (lado del cuadrado)

Al ser un cuadrado el área de su sección transversal es $A = w^2$

Entonces; $A = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$k = \sqrt{\frac{5.208 \times 10^{-7}}{2.5 \times 10^{-3}}}$$

$$k = 0.0144 \text{ m}$$

De aquí que:

$$\frac{L}{k} = \frac{0.207\text{m}}{0.0144\text{m}}$$

$$\frac{L}{k} = 14.375$$

Donde

L= Longitud de la columna

Al comparar $\frac{L}{k_x} < \left(\frac{L}{k}\right)$ 1 entonces se usará la ecuación de Johnson ecuación (6.16).

$$\frac{P_{cr}}{2.5 \times 10^{-3} \text{m}^2} = 248.2 \times 10^6 \text{Pa} - \frac{(248.2 \times 10^6 \text{Pa})^2}{4\pi^2(1)207 \times 10^9 \text{Pa}} (14.37)^2$$

$$P_{cr} = 616.608 \text{ KN}$$

Remplazando el valor anterior en la ecuación (6.12) se obtiene:

$$\eta = \frac{616.608 \text{ KN}}{21.634 \text{ KN}}$$

$$\eta = 28.5$$

❖ Diseño de los pernos de sujeción de la articulación

El diseño se lo realiza en base a la tensión y cortante que estarán sometidos los pernos.

En la figura 6-9 se muestran los puntos importantes para el diseño de los pernos de sujeción.

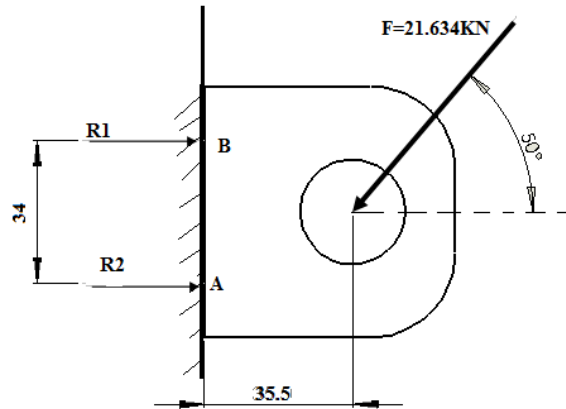


Figura 6-10 Puntos de sujeción de los pernos

Fuente: Elaborado por el investigador

Debemos conocer las componentes de la fuerza **F**, siendo estas:

$$F_y = F \cdot \cos 40^\circ$$

$$F_y = 21.634 \text{ kN} \cdot \cos 40^\circ$$

$$F_y = 16.572 \text{ kN}$$

$$F_x = F \cdot \sin 40^\circ$$

$$F_x = 21.634 \text{ kN} \cdot \sin 40^\circ$$

$$F_x = 13.906 \text{ kN}$$

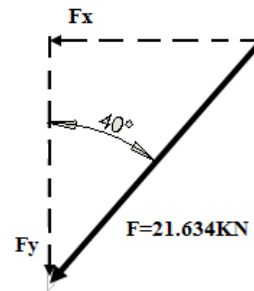


Figura 6-11 Componentes rectangulares

Fuente: Elaborado por el investigador

Para saber las reacciones que se tendrán en R1 y R2 lo haremos por medio de la fuerza **Fx**, en la siguiente figura 6-10 se muestra el diagrama de cuerpo libre de dicha fuerza con sus reacciones.

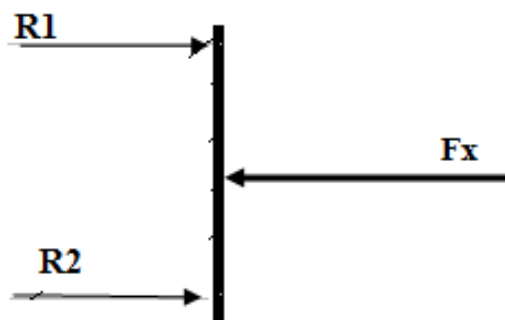


Figura 6-12 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Elaborado por el investigador

Dado que la fuerza ejercida se localiza en el centro según el Anexo D;

$$R1=R2=F/2 \quad (6.17)$$

Entonces:

$$R1 = \frac{13.906\text{KN}}{2}$$

$$R1= 6.953\text{KN}$$

Las fuerzas R1 y R2 son las fuerzas de tensión de cada perno

- Para la fuerza cortante Fv se tiene que:

$$Fv = \frac{F}{4} \quad (6.18)$$

$$Fv = \frac{21.634\text{KN}}{4}$$

$$Fv= 5.408\text{KN}$$

Debido a que los pernos están dispuestos simétricamente y la fuerza se aplica en el centro de los mismos se tendrá una distribución de esfuerzos igual en dichos pernos. La fuerza de tracción y cortante resulta estar entonces sobre los pernos A, B, C, y D por lo que los esfuerzos axial y cortante son:

$$\sigma = \frac{F_R}{A_t} \quad (6.19)$$

Donde

σ = Esfuerzo a la tensión axial

A_t = Área de esfuerzo a la tensión del perno

$$\sigma = \frac{6.953\text{KN}}{A_t}$$

Y para corte

$$\tau = \frac{F_v}{A_t} \quad (6.21)$$

$$\tau = \frac{5.408\text{KN}}{A_t}$$

Donde

τ = Esfuerzo cortante

Entonces el esfuerzo equivalente σ_e será:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad (6.22)$$

$$\sigma_e = \sqrt{\left(\frac{6.953\text{KN}}{A_t}\right)^2 + 3\left(\frac{5.408\text{KN}}{A_t}\right)^2}$$

$$\sigma_e = \frac{11.655\text{KN}}{A_t}$$

Igualando este resultado con el esfuerzo de prueba, se obtiene:

$$\frac{S_p}{\eta} = \sigma_e = \frac{11.655\text{KN}}{A_t} \quad (6.23)$$

Donde

S_p = Esfuerzo de prueba del perno

η = Factor de seguridad, a dimensional.

Para el diseño utilizamos un perno milimétrico clase 4,8 con $S_p = 310\text{Mpa}$, y utilizaremos un factor de seguridad de 2.2; entonces de la ecuación (6.23) se tiene:

$$A_t = 2.2 \frac{11665\text{N}}{310 \times 10^6 \text{N/m}^2}$$

$$A_t = 8.278 \times 10^{-5} \text{m}^2$$

Entonces el diámetro será:

$$d = \sqrt{\frac{4A_t}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4(8.278 \times 10^{-5} \text{m}^2)}{\pi}}$$

$$d = 0.0102 \text{m} = 10.2 \text{mm}$$

Con este diámetro se observa que la rosca necesaria es: M10

6.6.3 Diseño del sistema hidráulico

Para el diseño del sistema hidráulico se debe de conocer la presión interna de servicio, presión necesaria para el accionamiento de los cilindros hidráulicos tanto para la inyección como para la unidad de cierre.

Al conocer la fuerza total de trabajo de la ecuación (6.3) se puede deducir la presión:

$$P = \frac{F_t}{A}$$

Donde

P= Presión del sistema

F_t = Fuerza total de trabajo

A= Área del pistón

Cabe resaltar que en la fuerza total de trabajo están consideradas las fuerzas necesarias que se requiere para la inyección del material como para el movimiento de la unidad de cierre. Al contar la empresa con un pistón hidráulico se lo tomará en cuenta para realizar el cálculo de la presión. Sabiendo que el diámetro del pistón es de 44mm, entonces

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(0.044\text{m})^2}{4}$$

$$A = 1.520 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

Por lo tanto reemplazando valores:

$$P = \frac{21.634 \text{KN}}{1.520 \times 10^{-3} \text{m}^2}$$

$$P = 14.232 \text{Mpa} = 142.32 \text{bar}$$

➤ **Compresibilidad del fluido hidráulico**

En los sistemas hidráulicos debe tenerse en cuenta la compresibilidad del fluido hidráulico, aunque este sea idealmente incompresible.

El modulo de compresión depende de la temperatura y de la presión pero puede tomarse el valor medio de:

$$\beta = 1.6 \times 10^9 \text{Pa} = 16000 \text{bar}$$

Como la presión máxima de trabajo es de 142.32 bar, la variación del volumen del aceite va a ser insignificante comparada con el modulo de compresibilidad de los aceites hidráulicos, por lo cual el sistema generador de energía si puede ser hidráulico.

➤ Selección de la bomba hidráulica

➤ Caudal mínimo para la compresión (Q_c)

$$Q_c = \frac{V_c}{t} \quad (6.24)$$

Para el volumen del cilindro en la compresión (V_c)

$$V_c = \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right) * c \quad (6.25)$$

$$V_c = \left(\frac{\pi * (8\text{cm})^2}{4} \right) * 16\text{cm}$$

$$V_c = 804.247\text{cm}^3 = 0.804247\text{lt}$$

Donde

D= Diámetro interior del cilindro hidráulico

C= Carrera del pistón

Como se requiere que el desplazamiento del vástago del cilindro se dé en 7 segundos, tiempo promedio en él se realizará el cierre del molde. Reemplazando los datos en la ecuación (6.24), obtenemos el caudal mínimo para la compresión que deberá suministrar la bomba.

$$Q_c = \frac{0.804247\text{lt}}{7_{\text{seg}}}$$

$$Q_c = 0.1148 \text{ lt/seg} = 6.893 \text{ lt/min}$$

➤ **Variación del volumen de aceite en el cilindro en la compresión**

$$\Delta V = -P \frac{V_c}{\beta} \quad (6.26)$$

$$\Delta V = -14.232 \times 10^6 \text{ Pa} \frac{0.8042 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1.6 \times 10^9 \text{ Pa}}$$

$$\Delta V = -7.1533 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\Delta V = -0.007153 \text{ lt}$$

Donde

ΔV = Variación de volumen

P= Presión interna de servicio

V_c = Volumen del cilindro hidráulico en la compresión

β = Modulo de compresión del fluido hidráulico

➤ **Caudal mínimo para la tracción (Q_t)**

$$Q_t = \frac{V_t}{t}$$

Volumen del cilindro en la tracción V_t

$$V_t = \pi \left(\frac{D^2 * d^2}{4} \right) * c$$

$$V_t = \pi \left(\frac{(8\text{cm})^2 * (4.4\text{cm})^2}{4} \right) * 16\text{cm}$$

$$V_t = 560.964 \text{ cm}^3 = 0.5609 \text{ lt}$$

Utilizando la ecuación (6.24) y reemplazando valores se obtiene:

$$Q_t = \frac{0.5609 \text{ lt}}{7_{\text{seg}}}$$

$$Q_t = 0.08013 \text{ lt/seg} = 4.808 \text{ lt/min}$$

Luego de obtener el caudal para la compresión como para la tracción, se puede establecer que:

$$Q_c > Q_t$$

Por lo que se debe de seleccionar una bomba que satisfice las necesidades del caudal máximo (para la compresión).

➤ **Caudal Real a dar por la bomba**

$$Q_r = \frac{Q_c}{\eta} \quad (6.27)$$

Donde

Q_r = Caudal real a dar por la bomba

η = Rendimiento volumétrico, para cálculo = 0.90 (se tiene en cuenta fugas)

$$Q_r = \frac{6.893 \text{ lt/min}}{0.90}$$

$$Q_r = 7.66 \text{ lt/min}$$

➤ **Cilindrada de la bomba**

Tomando un valor de ($\omega=1725\text{rpm}$) velocidad de giro del motor eléctrico.

$$\varepsilon = \frac{Q_c}{\omega} \quad (6.28)$$

$$\varepsilon = \frac{6.893 \text{ lt/min}}{1725 \text{ rpm}}$$

$$\varepsilon = 0.00399 \text{ lt/rev}$$

$$\varepsilon = 3.99 \text{ cm}^3/\text{rev}$$

Mediante la tabla del Anexo G seleccionamos una bomba de engranajes (PFG-142) marca **Atos**, en existencia con una cilindrada de la bomba de $4.1 \text{ cm}^3/\text{rev}$, con especificaciones comerciales que permiten generar una presión de operación de 210bar desde 800 a 4000 rpm a 5.7 l/min.

➤ **Torque necesario para la bomba**

$$T = \frac{\varepsilon * P * \eta}{20 * \pi} \quad (6.29)$$

Donde:

T: Torque del eje de la bomba

P: presión de servicio de la bomba

ε : Cilindrada de la bomba

Remplazando valores en la ecuación (6.29) se obtiene:

$$T = \frac{\frac{3.99 \text{ cm}^3}{\text{rev}} * 142.32 \text{ bar} * 0.9}{20 * \pi}$$

$$T = 8.13 \text{ N.m}$$

➤ **Capacidad de aspiración de la bomba (ε)**

$$\Omega = \frac{\omega}{1500} * \left(\frac{\varepsilon}{100} \right)^{1/3} \quad (6.30)$$

$$\Omega = \frac{1725\text{rpm}}{1500} * \left(\frac{3,99\text{cm}^3/\text{rev}}{100} \right)^{1/3}$$

$$\Omega = 0.39$$

Comparando el valor de Ω en la tabla del Anexo L se establece que la bomba es de tipo auto aspiración, es decir no necesita de elementos externos para aspirar el fluido hidráulico del sistema al iniciar su funcionamiento.

6.6.4 Selección del aceite hidráulico

Considerando el aumento de calor por fricción en el sistema hidráulico se toma como referencia un intervalo de temperatura de 10 a 60°C, por lo que seleccionamos un aceite hidráulico SAE 10W.

6.6.5 Selección de la válvula de control direccional

El desplazamiento de salida y entrada de los cilindros serán controlados mediante dos válvulas de control direccional. Como en el instante de la compresión la carrera del cilindro debe detenerse en puntos intermedios del trayecto, la válvula direccional seleccionada debe de tener una posición neutra en la que el caudal del aceite del lado inferior del cilindro quede bloqueado, para soportar la presión de inyección.

Para seguridad se debe seleccionar las válvulas para un mayor valor de caudales y presiones tomadas en el diseño, con el objetivo de mantener un factor de seguridad en las válvulas.

Para lo cual en el Anexo I del catalogo ATOS se seleccionó una válvula direccional de 4 vías y 3 posiciones con mando manual.

6.6.6 Selección del Filtro

Como se trata de un sistema hidráulico pequeño el sistema de filtrado se realizará en la aspiración, cuyo grado de filtración es superior a 50 micras y menor a 160 micras donde el filtro va colocado en la aspiración de la bomba para proteger de las partículas de gran tamaño procedentes del depósito.

Del catálogo ATOS se seleccionó un filtro de succión **SFW-02A** (Anexo J) con una malla de filtración 120 y caudal de 12 lt. /min.

6.6.7 Selección del Manómetro

Un instrumento de gran importancia y necesario en un sistema hidráulico es el manómetro el cual permite apreciar la variación de presión durante la ejecución de los pistones, para la selección se tomará el 10% sobre la presión de trabajo.

$$P_a = P * 1.1 \quad (6.31)$$

Donde:

P_a = Presión de trabajo del manómetro

P = Presión del sistema hidráulico

$$P_a = 142.32 \text{ bar} * 1.1$$

$$P_a = 156.552 \text{ bar}$$

Mediante el Anexo K se selecciona un manómetro hidráulico con capacidad de 200bar.

6.6.8 Diseño del sistema de expulsión

Tomando en consideración la pregunta #8 de la encuesta realizada en la empresa Halley Corporación, se tiene que proveer a nuestra máquina de un sistema de expulsión de tipo tornillo. Para lo cual se tiene un eje de 12mm de diámetro y 200mm de longitud.

➤ **Comprobación a pandeo**

Datos

$$d = 12\text{mm}$$

$$L = 200\text{mm}$$

Material ASTM A36

$$S_y = 248.2\text{MPa}$$

Remplazando datos en la ecuación (6.13) se obtiene:

$$\left(\frac{L}{k}\right)_1 = \sqrt{\frac{2\pi^2(1)(207 \times 10^9 \text{Pa})}{248.2 \times 10^6 \text{Pa}}}$$

$$\left(\frac{L}{k}\right)_1 = 128.30$$

Para encontrar el radio de giro (k):

$$I = \frac{\pi * d^4}{64} \quad (6.32)$$

$$I = \frac{\pi * (0.012\text{m})^4}{64}$$

$$I = 1.017 \times 10^{-9} \text{m}^4$$

$$\text{Área de la sección transversal} = 1.130 \times 10^{-4} \text{m}^2$$

Con la ecuación (6.15)

$$k = \sqrt{\frac{1.017 \times 10^{-9} \text{m}^4}{1.130 \times 10^{-4} \text{m}^2}}$$

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

Entonces:

$$\frac{L}{k} = \frac{0.2\text{m}}{3 \times 10^{-3}\text{m}}$$

$$\frac{L}{k} = 66.66$$

Donde

L= Longitud de la columna

Al comparar $\frac{L}{k_x} < \left(\frac{L}{k}\right)$ 1 entonces se usará la ecuación (6.16) de Johnson.

$$\frac{P_{cr}}{1.130 \times 10^{-4} \text{m}^2} = 248.2 \times 10^6 \text{Pa} - \frac{(248.2 \times 10^6 \text{Pa})^2}{4\pi^2(1)207 \times 10^9 \text{Pa}} (66.66)^2$$

$$P_{cr} = 24.261 \text{ KN}$$

De la ecuación (6.12) se tiene que:

$$\eta = \frac{P_{cri}}{P}$$

$$P = \frac{P_{cri}}{\eta}$$

Dando un factor de seguridad $\eta = 2$ se obtiene:

$$P = \frac{24.261 \text{ KN}}{2}$$

$$P = 12.13 \text{ KN}$$

Fuerza que sea más del 50% de la fuerza de trabajo del pistón, con lo cual se está asegurando que no falla a pandeo ya que en la expulsión de este tipo se necesita del 50% de la fuerza para que se dé la expulsión.

6.6.9 Diseño del sistema de refrigeración

Para el sistema de refrigeración de la propuesta la empresa cuenta con una red de tubería que suministra de refrigerante en este caso agua, a todos los moldes que se encuentren en producción.

Dicho sistema hidráulico cuenta con una bomba lo suficientemente grande la cual fácilmente puede abastecer de refrigeración a unos 5 moldes a parte de los que ya abastece. Otro factor muy importante de mencionar es que en la refrigeración de moldes no importa la presión ni la velocidad con la cual circula el agua, si no, más bien la temperatura con la que ingresa, para lo que se cuenta con una torre de enfriamiento por la que pasa el agua dejándola lista para volver a ser bombeada.

Todo esto asegura que la máquina será prevista de refrigeración, para lo cual en el diseño de la bancada se ha dejado el espacio suficiente para que pueda pasar las mangueras de refrigeración.

6.6.10 Diseño de ejes de soporte de la placa porta cañón

Para los ejes de soporte se tiene dos cargas F que se ejercen sobre ellos de 134.195 N cada una.

En la figura 6-12 se muestra la distribución de las fuerzas.

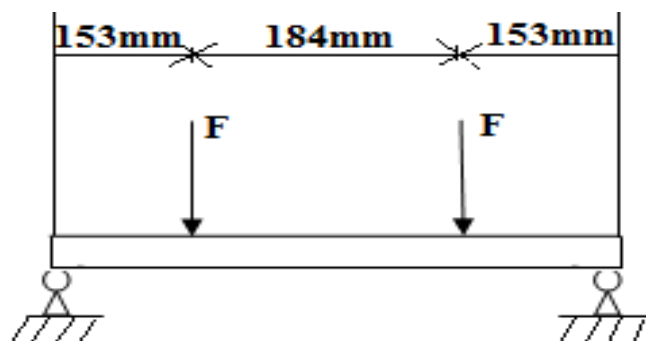


Figura 6-13 Cargas sobre el eje

Fuente: Elaborado por el investigador

El material considerado es un E-410 con $S_y = 900 \text{ Mpa}$ Anexo E2 y el diámetro del eje es de 26mm.

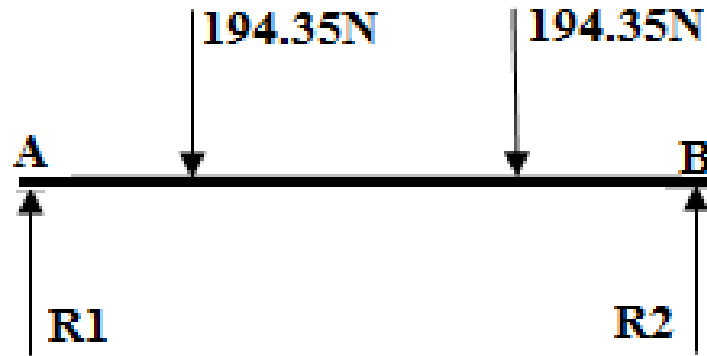


Figura 6-14 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Elaborado por el investigador

Para conocer la reacción R1 y R2 aplicamos las condiciones de equilibrio.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$194.35 \text{ N} \cdot 0.153 \text{ m} + 194.35 \text{ N} \cdot 0.337 \text{ m} = R_2 \cdot 0.490 \text{ m}$$

$$R_2 = 194.35 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_1 = 194.35 \text{ N} + 194.35 \text{ N} - 194.35 \text{ N}$$

$$R_1 = 194.35 \text{ N}$$

Los diagramas son:

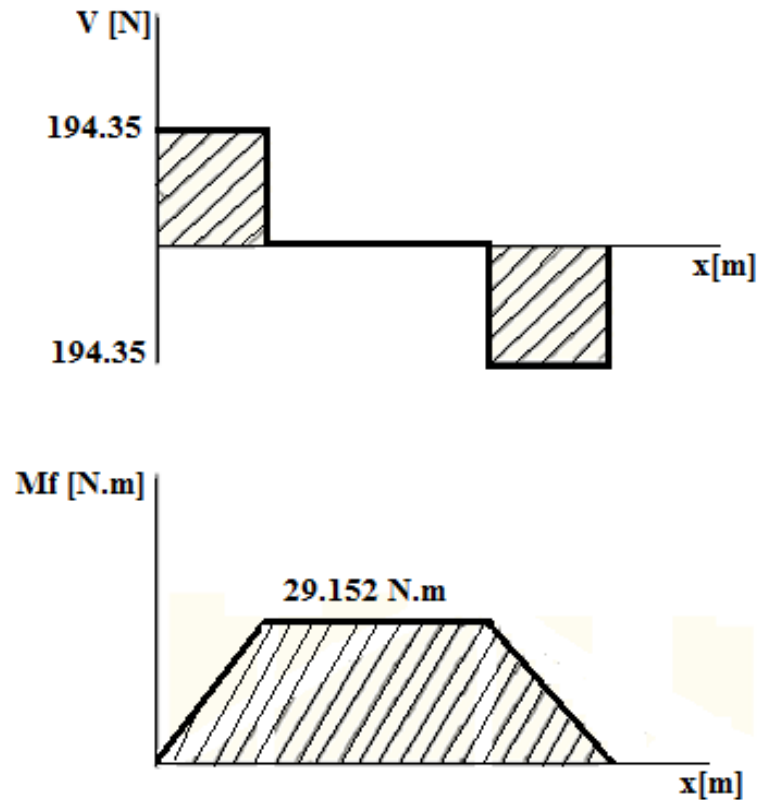


Figura 6-15 Diagrama de momentos y fuerza cortante

Fuente: Elaborado por el investigador

Basándose en la teoría de la distorsión o de Von Mises y al ser un elemento sometido únicamente a flexión se tiene que:

$$\sigma_{eq} = \sigma_x$$

$$\sigma_x = \frac{M * c}{I} \quad (6.33)$$

Donde:

M = Máximo Momento

c = Localización del eje neutro = $d/2 = 13\text{mm}$

$$I = \text{Inercia} = \frac{\pi * d^4}{64} = 1.402 \times 10^{-9} \text{m}^4$$

$$\sigma_x = \frac{29.152 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot 0.013 \text{ m}}{1.402 \times 10^{-9} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_x = 270.310 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = 270.310 \text{ MPa}$$

Con la ecuación (6.9) determinamos el factor de seguridad:

$$\eta = \frac{900 \text{ MPa}}{270.310 \text{ MPa}}$$

$$\eta = 3.32$$

Por lo que se prueba que no falla a flexión.

6.6.11 Diseño de la estructura o Bancada

➤ Fijación de las fuerzas

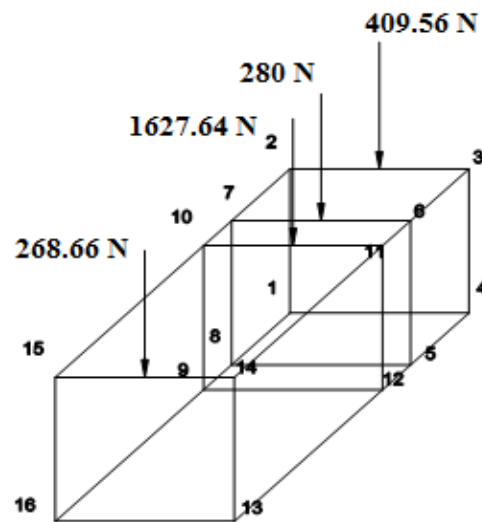


Figura 6-16 Fuerzas que actúan en la estructura

Fuente: Elaborado por el investigador

Para realizar el análisis de la estructura, de la figura, se toma el pórtico formado por los nodos 9, 10, 11 y 12, ya que éste será el que mayor carga debe soportar. Debiendo de

señalar que para determinar esta carga se ha considerado que, se sujetarán moldes de hasta 350mmx250mmx200m.

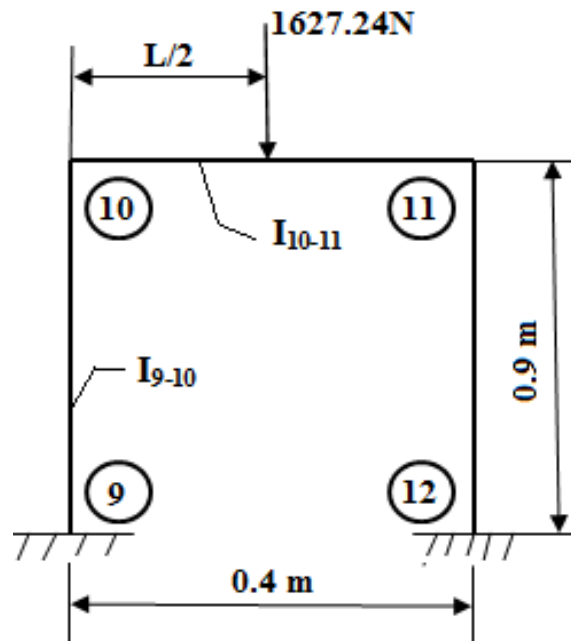


Figura 6.17 Carga sobre el pórtico

Fuente: Elaborado por el investigador

Al tener una estructura simétrica con apoyos articulados y con carga vertical concentrada sobre el centro de viga, las expresiones para calcular los momentos y las reacciones están dadas por:

$$M_{10} = M_{11} = \frac{3 * P * L}{2 * A} \quad (6.34)$$

$$H_9 = H_{12} = \frac{3 * P * L}{2 * A * h} \quad (6.35)$$

$$V_{10} = V_{11} = \frac{P}{2} \quad (6.36)$$

Donde:

P = Carga concentrada = 1627.64 N

h = 900 mm

A = Constante de la estructura = $4(3 + 2/\phi)$

$$\varphi = (I_{9-10} * L) / (I_{10-11} * h)$$

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

$$I_{9-10} = I_{10-11} = \text{inercias del perfil}$$

Por lo tanto:

$$\varphi = 0.44$$

$$A = 30.18$$

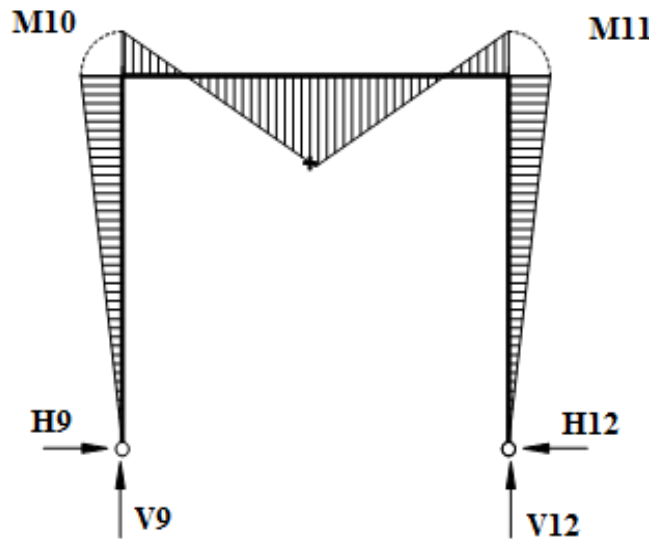


Figura 6-18 Diagrama de momentos

Fuente: Elaborado por el investigador

Con la ecuación (6.34)

$$M_{10} = M_{11} = \frac{3 * 1627.64 \text{ N} * 400 \text{ mm}}{2 * 30.18}$$

$$M_{10} = M_{11} = 32358.65 \text{ N. mm}$$

De la ecuación (6.35) se obtiene:

$$H_9 = H_{12} = \frac{3 * 1627.64 \text{ N} * 400 \text{ mm}}{2 * 30.18 * 900 \text{ mm}}$$

$$H_9 = H_{12} = 35.95 \text{ N}$$

Y con la ecuación (6.36) se obtiene:

$$V_9 = V_{12} = \frac{1627.64}{2}$$

$$V_9 = V_{12} = 813.82 \text{ N}$$

Entre los nodos 6-7 se encuentra el momento máximo, según la expresión:

$$M_{\max} = \frac{P * L}{4} + M_{10} \quad (6.37)$$

$$M_{\max} = \frac{1627.64 \text{ N} * 400 \text{ mm}}{4} + 32358.65 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{\max} = 195122.65 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

➤ Selección del perfil

Se selecciona un tubo estructural cuadrado del Anexo M

$$50 \times 50 \times 3 \quad (2 \times 2 \times 3/16'')$$

Las especificaciones AISC para esfuerzos combinados debidos a cargas axiales y flexionantes señala que:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} < 1 \quad (6.38)$$

Donde:

F_a = Esfuerzo unitario axial permisible

F_b = Esfuerzo permisible a flexión

f_a = Esfuerzo unitario axial real

f_b = Esfuerzo unitario de flexión real

❖ **Análisis en la barra 10**

▪ **Cálculo de F_a**

Del Anexo M

$$e = 0.1875I_n = 4.78\text{mm}$$

$$R_e = 9.56\text{mm}$$

$$r = 0.726I_n = 18.45\text{mm}$$

$$w = 50 - (2(4.78 + 9.56))$$

$$w = 21.32\text{mm}$$

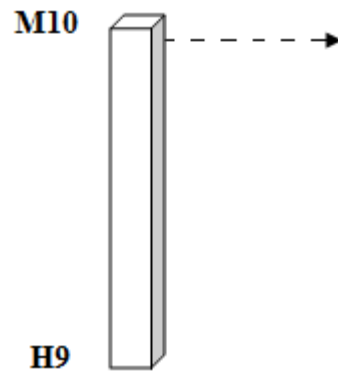


Figura 6-19 Barra 9-10

Fuente: Elaborado por el investigador

Donde:

w = Ala del patín

$$\frac{w}{t} = \frac{21.32}{3} = 7.11$$

$$w/t < 12 \rightarrow f_c = f_b$$

Por lo tanto $Q=1$

$L= 900\text{mm}$, longitud de la barra

De la relación de esbeltez (L/r) se determina F_a

$$\frac{L}{r} = \frac{900\text{mm}}{18.45\text{mm}} = 48.78$$

Por lo tanto:

$$F_a = 1.076 * Q - 0.0307 \left(\frac{Q}{\frac{L}{r}} \right)^2 \quad (6.39)$$

$$F_a = 1075.98 \text{ Kg/cm}^2 = 105.52 \text{ N/mm}^2$$

- Cálculo de f_a

$$f_a = \frac{V_9 * \cos 8.84 + H_9 * \cos 81.16}{A} \quad (6.40)$$

Donde:

$$A = \text{Área del perfil} = 819.35 \text{mm}^2$$

$$f_a = \frac{813.82 \text{ N} * \cos 8.84 + 35.95 \text{ N} * \cos 81.16}{819.35 \text{mm}^2}$$

$$f_a = 0.9881 \text{N/mm}^2$$

- Cálculo de f_b

$$f_b = \frac{M_{10}}{I/c} \quad (6.41)$$

Donde:

$$I/c = 15099.04 \text{mm}^3$$

Por lo tanto:

$$f_b = \frac{32358.65 \text{ N. mm}}{15099.04 \text{mm}^3}$$

$$f_b = 2.15 \text{N/mm}^2$$

- ❖ Cálculo de F_b

Para grado C;

$$F_{b1} = 137.29 \text{ N/mm}^2$$

Pandeo lateral

$$F_{b2} = \frac{1758000}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} \quad (6.42)$$

$$F_{b2} = 738.82 \text{ Kg/cm}^2 = 72.45 \text{ N/mm}^2$$

Pandeo local

Como $w/t < 12 \rightarrow F_{b1} = F_{b3}$

Por lo tanto se escoge el valor de F_{b2} por ser el menor de los tres.

De acuerdo con la ecuación (6.38):

$$\frac{0.9881}{105.52} + \frac{2.15}{72.45} < 1$$
$$0.039 < 1 \quad \text{O.K.}$$

➤ **Análisis de la barra 11**

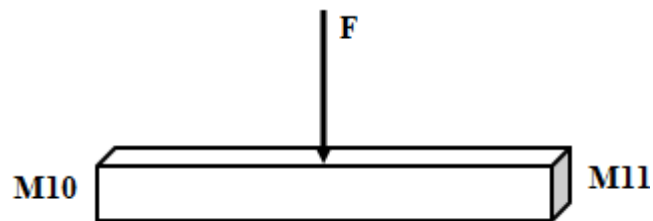


Figura 6-20 Barra 10-11

Fuente: Elaborado por el investigador

La barra 11, es una viga sometida a flexión y compresión con soporte lateral total. Al considerar el mismo tipo de perfil del cálculo anterior, se tiene:

$$w = 21.32\text{mm}$$

$$A = 819.35\text{mm}^2$$

$$I/c = 15099.04\text{mm}^3$$

$$r = 18.45\text{mm}$$

- Cálculo de F_a

$L = 400\text{mm}$, longitud de la barra 11

Entonces:

$$L/r = 21.68$$

Siendo $Q=1$, se tiene que:

$$\frac{L}{r} \leq \frac{132}{\sqrt{Q}}$$

Por lo tanto, de la ecuación (6.39)

$$F_a = 1075.98 \text{ Kg/cm}^2 = 105.52 \text{ N/mm}^2$$

- Cálculo de f_a

$$f_a = \frac{H_9}{A} \quad (6.43)$$

$$f_a = \frac{35.95\text{N}}{819.35\text{mm}^2}$$

$$f_a = 0.0438 \text{ N/mm}^2$$

- Cálculo de f_b

$$f_b = \frac{M_{\max}}{I/c}$$

$$f_b = \frac{195122.65 \text{ N. mm}}{15099.04\text{mm}^3}$$

$$f_b = 12.922 \text{ N/mm}^2$$

- Cálculo de F_b

Para grado C;

$$F_{b1} = 137.29 \text{ N/mm}^2$$

Pandeo lateral de la ecuación (6.42)

$$F_{b2} = 3740.24 \text{ Kg/cm}^2 = 366.792 \text{ N/mm}^2$$

Pandeo local

Como $w/t < 12 \rightarrow F_{b1} = F_{b3}$

Por lo tanto se escoge el valor de F_{b1} por ser el menor de los tres.

De acuerdo con la ecuación (6.38):

$$\frac{0.0438}{105.52} + \frac{12.92}{137.29} < 1$$

$$0.102 < 1 \quad \text{O.K.}$$

6.8 ADMINISTRACIÓN

6.8.1 Análisis de costos

Los costos no pueden diagnosticarse con absoluta seguridad, pero nos dan una información confiable y nos sirve de apoyo útil para la planeación, control y toma de decisiones administrativas.

➤ Costos directos

Son los precios que tiene cada uno de los materiales empleados para la construcción de la máquina de inyección de plástico.

Tabla 6-1 Plantilla de cálculo de costos directos

Cantidad	Descripción	Unidad	Costo unitario	Subtotal (USD)
3	Placas acero ASTM A36	Kg	2.47	209.99

1	Placa acero ASTM A36	Kg	2.47	67.64
3	Tubo estructural cuadrado	UNI	18.60	55.80
4	Ejes E 410 Ø32mm	Kg	7.20	181.82
2	Platinas cuadradas ASTM A36	Kg	2.47	10.048
2	Platinas rectangular ASTM A36	Kg	2.47	6.27
2	Eje cuadrado ASTM A36	Kg	2.47	11.63
1	Eje AISI 4340 Ø26mm	Kg	7.10	23.67
8	Ejes de bronce Ø44mm	Kg	14.30	60.9
4	Ejes de bronce Ø58mm	Kg	14.30	35.46
1	Tubo cilíndrico Ø73mm	Kg	5.40	5.40
2	Ejes E 410 Ø26mm	Kg	7.20	26.40
8	Bocines de aluminio	UNI	1.50	12
1	Plancha de tol	UNI	18.90	18.90
3	Resistencias tipo abrazadera	UNI	30	90
2	Pistones hidráulicos simple efecto	UNI	200	400
2	Válvulas direccionales mando manual	UNI	400	800
1	Manómetro 200 bar	UNI	55	55
4	Mangueras de presión	UNI	25	100
1	Bomba hidráulica 3.5 hp	UNI	1400	1400
30	Pernos Allen	UNI	0.20	6
1	Electrodos E-6011	LBR	1.80	1.80
4	Catalinas	UNI	7	28
1	Cadena simple	UNI	8	8
			TOTAL \$ 3614.72	

Fuente: Elaborado por el investigador

➤ **Costos indirectos**

Son todos los gastos correspondientes a la utilización de maquinaria, al costo de mano de obra; entre otros gastos que no se ven reflejados directamente en la construcción.

Costo de maquinaria.- Es un valor por las horas de trabajo de cada máquina que fue necesaria para la construcción de nuestra propuesta.

Tabla 6-2 Plantilla de cálculo de costos maquinaria

MAQUINARIA	COSTO/HORA	HORAS EMPLEADAS	SUBTOTAL (USD)
Torno	5.50	24	132
Fresadora	7	110	770
Taladro de pedestal	2	30	60
Suelda Eléctrica	1.40	20	28
Rectificadora	8	15	120
Otros			40
			TOTAL \$1150

Fuente: Elaborado por el investigador

Costo mano de obra.- Es el valor que el personal gana por transformar la materia prima en el producto final; la mano de obra debe ser tomado en cuenta en cada análisis de costos.

Tabla 6-3 Plantilla de cálculo de costos mano de obra

N° de trabajadores	Costo/Hora	Horas empleadas (c/u)	Subtotal (USD)	Total (USD)
2	2.20	160	352	704

Fuente: Elaborado por el investigador

Costos varios.- Son aquellos costos de actividades paralelas y no directas necesarias para la realización del proyecto.

Tabla 6-4 Plantilla de cálculo de costos varios

Descripción	Costo (USD)
Viajes a la empresa	144
Copias	6
Impresiones	50
Internet	20
Libros	100
Subtotal	220
15% imprevistos	33
TOTAL	\$ 353

Fuente: Elaborado por el investigador

Por tanto; el costo indirecto total (C_{ind}) se evalúa con la siguiente ecuación:

$$C_{ind} = C_m + C_{mo} + C_v \quad (a)$$

Donde:

C_m = Costo de maquinaria utilizada

C_{mo} = Costo mano de obra

C_v = Costos varios

$$C_{ind} = 1150 + 704 + 353$$

$$C_{ind} = 2207\text{USD}$$

6.8.2 Costo total de construcción de la máquina de inyección

La cantidad total gastada en la construcción de la máquina de inyección se mide mediante la suma de los costos directos e indirectos; así tenemos:

$$CT = C_{di} + C_{ind} \quad (b)$$

Donde:

CT = Costo total

C_{di} = Costos directos

C_{ind} = Costos indirectos

$$CT = 3614.72 + 2207$$

$$CT = 5821.72 \text{ USD}$$

6.8.3 Financiamiento

La inversión para la construcción de la máquina de inyección de plástico, será cubierta en su totalidad por la empresa Halley Corporación.

El valor de la inversión es 5821.72 USD, rubro que será desembolsado de acuerdo a la necesidad que se presente en la elaboración del proyecto.

6.8.4 Cálculo del TMAR

Todo inversionista tiene en mente antes de invertir, beneficiarse por el desembolso que va a ser, por lo tanto la tasa mínima atractiva de retorno, se considera como premio al riesgo, ya que todo inversionista merece una ganancia adicional a la inflación.

$$TMAR = i + f + i*f$$

Donde:

i = Inflación

f = Premio al riesgo

Según el boletín del Banco Central del Ecuador la inflación anual en nuestro País está alrededor de 3.24% y se asume un premio al riesgo de 5% entonces el TMAR nos da:

$$TMAR = 0.0324 + 0.05 + 0.0324 (0.05)$$

$$TMAR = 8.36\%$$

➤ **Recuperación de la inversión**

Para tener una proyección real del tiempo en que se podrá recuperar la inversión que se dará en este proyecto, se detalla a continuación los ingresos anuales que se podrá obtener con dicho proyecto.

La máquina podrá dar una producción de 2 golpes por minuto generando una utilidad promedio de 0.008ctv por golpe; este último dato ha sido proporcionado por la empresa Halley Corporación luego de realizar un análisis de todo el proceso de inyección, que se podrá realizar con moldes pequeños.

Tabla 6-5 Utilidad generada por la máquina de inyección

Golpes /minuto	Utilidad /golpe	Utilidad diaria	Utilidad mes	Utilidad anual
2	0.008	7.68	230.4	2764.8

Fuente: Empresa Halley Corporación

A la máquina se le tendrá que dar un mantenimiento mensual, a un costo de 20USD por lo que en el año se tendrá un gasto de 240USD.

Dando una ganancia anual de 2524.8USD

➤ **Valor de salvamento**

Es el valor final de recuperación de la maquinaria utilizada en un proyecto.

En nuestro caso el valor de salvamento será de 315USD.

➤ **Análisis del VAN**

VAN o valor actual neto, es el valor presente de una o varias cantidades; porque a la suma de los flujos descontados se les resta la inversión inicial (lo que equivale a todas las ganancias facturadas).

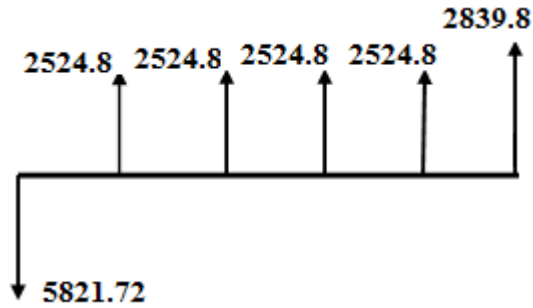


Figura 6-21 Flujo operativo

Fuente: Elaborado por el investigador

$$VAN = -p + \frac{F_{NE1}}{(1+i)^1} + \frac{F_{NE2}}{(1+i)^2} + \frac{F_{NE3}}{(1+i)^3} + \dots + \frac{F_{NE_n}}{(1+i)^n}$$

Donde:

p = Inversión inicial en el año cero

FNE_n = Flujo neto de efectivo del año n

i = Tasa referencial al que corresponde el TMAR

$$VAN = -5821.72 + \frac{2524.8}{(1+0.083)^1} + \frac{2524.8}{(1+0.083)^2} + \frac{2524.8}{(1+0.083)^3} + \frac{2524.8}{(1+0.083)^4} + \frac{2524.8}{(1+0.083)^5}$$

$$VAN = 6167.53 \text{ USD}$$

❖ Análisis del TIR

TIR o tasa de retorno, es aquella TMAR que hace que el VAN sea igual a cero.

Entonces:

$$0 = -5821.72 + \frac{2524.8}{(1+i)^1} + \frac{2524.8}{(1+i)^2} + \frac{2524.8}{(1+i)^3} + \frac{2524.8}{(1+i)^4} + \frac{2524.8}{(1+i)^5}$$

$$i = 0.34$$

$$\text{TIR} = 34\%$$

6.8.5 Interpretación del VAN y del TIR

El valor del van es de 5208.78USD, por lo que la inversión se recupera en el primer periodo. Como el TIR es mayor que TMAR la opción de construir una máquina de plástico para la inyección de moldes pequeños representa una buena inversión.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

6.9.1 Funcionamiento

Para tener un correcto funcionamiento de la máquina de inyección se debe seguir los siguientes pasos:

1. Energizar a la máquina mediante el switch general (se energiza la bomba hidráulica y el tablero de control de las resistencias).
2. Encender las resistencias del cañón y dejar calentar durante unos 15 minutos.
3. Llenar la tolva del material a ser inyectado.
4. Verificar que el manómetro marque la presión requerida para la inyección.
5. Dar una apertura total del molde para observar que no exista ningún elemento que impida su total cierre.
6. Calibrar la unidad de cierre del molde.
7. Realizar una prueba de inyección sin que la boquilla tope el molde, y observar que el plástico fluya correctamente.
8. Acercar la boquilla al anillo centrador del molde, asegurando de que este bien presionada.
9. Dar la inyección en el molde y comprobar que se dé un llenado total de lo contrario repetir los pasos 4, 5, y 6. Una vez que se consiga el producto deseado registrar los datos de presión y temperatura para ese tipo de molde que servirá para una posterior utilización.
10. Para dar el apagado de la máquina vaciar todo el material que se encuentre dentro del cañón.
11. Desenergizar la máquina (apagado).

6.9.2 Mantenimiento

- La máquina de inyección de plástico deberá tener mantenimiento preventivo cada mes.
- Verificar la boquilla de inyección cada que se vaya a iniciar la inyección del molde (suele taparse).

- Realizar cambio de aceite en la bomba cada 12 meses.
- Dar limpieza al filtro de la bomba cada mes para evitar pérdidas de caudal.
- Lubricar todo el sistema de cierre semanalmente con grasa no con aceite.
- Dar limpieza al manómetro cuando se lo requiera y verificar que funcione bien marcando presiones reales.
- Chequear que la válvula de control direccional no tenga fugas de aceite.
- El sistema eléctrico deberá ser revisado cada mes realizando ajustes a sus conexiones de ser necesario.
- Dar diariamente lubricación a los cuatro ejes guía de placas, para tener un buen deslizamiento de dichas placas.
- Realizar cambio de empaques de los pistones cada año

6.9.3 Mejoras

- Para dar una mayor eficiencia a la máquina, se la puede automatizar con un sistema de PLC o con micro controladores, según la empresa crea conveniente.
- Para tener una mayor velocidad en el cierre se puede cambiar el pistón hidráulico a otro de mayor caudal, siempre y cuando no se pierda la presión requerida para la inyección y cierre del molde.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

1. JAMES F SHACKEELFORD, **INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS DE LOS MATERIALES**, Cuarta Edición
2. WILLIAM F. SMITH, **FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA DE INGENIERÍA DE MATERIALES**
3. GIANNI BODINI, FRANCO CACCHI PESSANI, **MOLDES Y MÁQUINAS DE INYECCIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS**, Segunda Edición, Editorial Mc. Graw Hill
4. ROBERT L. MOTT, **RESISTENCIA DE MATERIALES APLICADA**, Tercera Edición, Editorial Prentice Hall. México.
5. WILLIAMS – HARIS, **DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS**, Segunda Edición, SECSA; México DF, 1970
6. BOWLES, JE, **DISEÑO DE ACERO ESTRUCTURAL**, Primera Edición, LIMUSA; México DF, 1984
7. JOSEPH E. SHIGLEY, **DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA**, Sexta Edición, Editorial Mc. Graw Hill
8. EUGENE A. AVALLONE, **MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO**, Novena Edición, Editorial Mc. Graw Hill
9. ROBERT L. MOTT, **DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS**, Cuarta Edición, Editorial Prentice Hall
10. ARTHUR G. ERDMAN, **DISEÑO DE MECANISMOS**, Tercera Edición, Editorial Prentice Hall
11. YUNUS A. CENGEL, **TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA**, Tercera Edición, Editorial Mc. Graw Hill

LINKOGRAFIA

1. http://expodime.cucei.udg.mx/feb2005/memoria/10_INYECTORA.pdf
2. <http://www.pdf-search-engine.com/injectora-de-plastico-pdf.html#>
3. http://www.rte.espol.edu.ec/archivos/Revista_1999/Revista_1999_Vol_13_N_1_Art11.p
4. http://www.quiminet.com.mx/pr5/injectora+de+plástico+echado+con+prensa+horizontal.htm#m-mas_art
5. <http://www.induservicesecuador.com/>
6. <http://www.ainsa.com.ec/paginas/Manuales/ATOS/BOMBAS%20HIDRAULICAS/BO MBAS%20DE%20ENGRANAJES.pdf>
7. http://www.ainsa.com.ec/paginas/Manuales/ATOS/VALVULAS%20DIRECCIONAL ES/AUXILIAR_HAND.pdf

ANEXO A

106

PROPIEDADES DE LOS TERMOPLÁSTICOS

- Grupo
- Material

RESINAS POLIOLEFÍNICAS
POLIPROPILENO

TP - 5

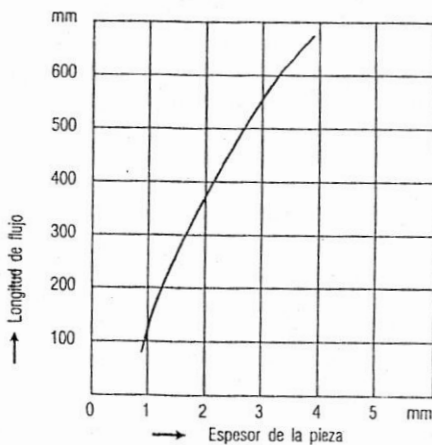
Símbolo ISO
PP

ESPECIFICACIONES
ESTRUCTURA MOLECULAR

DIN 16774-UNI 7055
SEMICRISTALINA

	Método de prueba	Unidades	Valores típicos
Peso específico (densidad)	ASTM D792	g/cm ³	0.90
Densidad aparente	ASTM D954	g/cm ³	—
Absorción de agua (24 h-23°C)	ASTM D570	%	0.01
Temperatura de ablandamiento (VICAT-5 kg)	ASTM D1525	°C	95 - 115
Dureza Rockwell	ASTM D785	escala M	65 - 75
Dureza Shore	ASTM D1706	escala	—
Esfuerzo a la tensión (a la rotura)	ASTM D638	N/mm ²	30 - 40
Elongación (a la rotura)	ASTM D638	%	150 - 600
Módulo elástico (a la flexión)	ASTM D790	N/mm ²	1200 - 1550
Esfuerzo al impacto (IZOD-con ranura)	ISO 180	mJ/mm ²	6 - 12
Resistencia dieléctica	ASTM D149	kV/mm	28 - 32
Condiciones de la probeta: 23°C-50% humedad relativa			

Nota - Las propiedades mecánicas pueden variar de acuerdo con el grado de viscosidad del material fundido (*melt index*).



LONGITUD DE FLUJO DEL MATERIAL FUNDIDO (valores típicos)

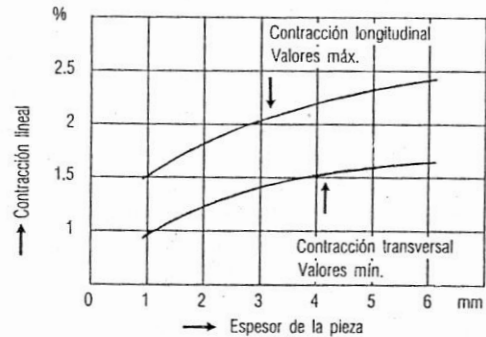
ACONDICIONAMIENTO POSTERIOR AL MOLDEO (si se requiere)

en AIRE

en AGUA a 100°C - 5 min/mm de espesor

en ACEITE

Nota - Se puede presentar una contracción posterior de 0.5 - 1%



CONTRACCIÓN POR MOLDEO (valores típicos)

Nota - LA LONGITUD DE FLUJO y el valor de la CONTRACCIÓN también dependen de las CONDICIONES DE MOLDEO y del grado de viscosidad (*melt index*) del material fundido (véanse Cap. 2 y 3).

ANEXO A1

107

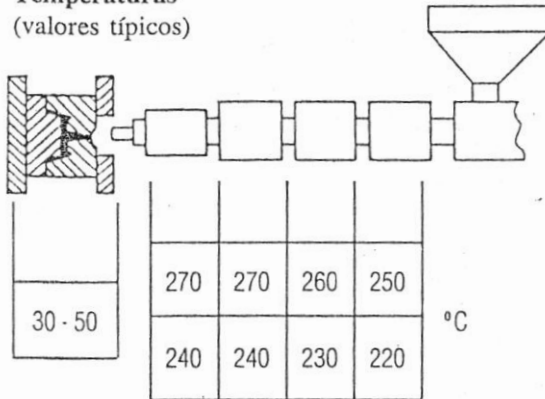
NORMAS PARA MOLDEO DE TERMOPLÁSTICOS

- | | |
|---|---------------------------------------|
| • VISCOSIDAD DEL MATERIAL FUNDIDO (alta-media-baja) | DEPENDE DEL GRADO (ÍNDICE DE FLUIDEZ) |
| • TEMPERATURA DE FUSIÓN | 165°C |
| • CONTRACCIÓN POR MOLDEO (lineal)** | 1 - 2.5% |
| • CONTRACCIÓN POSTERIOR DE MOLDEO** | 0.5 - 1% |

**Véanse referencias en la página anterior

CONDICIONES DE MOLDEO

Temperaturas
(valores típicos)



TP - 5
Símbolo ISO PP

Máquina de inyección con husillo
Boquilla tipo A
CON VÁLVULA DE CIERRE

Tratamiento del material
(si se requiere)

↓
Presecado
en AIRE a °C
duración h

Secado en DEHUMIDIFICADOR
a °C
duración h

Nota - La TEMPERATURA en el CILINDRO DE PLASTIFICACIÓN deberá reducirse si se interrumpe temporalmente el ciclo de moldeo.

Presiones (valores típicos de presión específica sobre el material)

- | | |
|--|--------------|
| • PRESIÓN DE INYECCIÓN (1a. presión) | 800-1200 bar |
| • PRESIÓN DE SOSTENIMIENTO (2a. presión o pospresión) | 400-600 bar |
| • CONTRAPRESIÓN sobre el HUSILLO (durante la plastificación) | 80-120 bar |

Velocidades y tiempos

Las VELOCIDADES y los TIEMPOS DE INYECCIÓN, así como las TEMPERATURAS y las PRESIONES, deben fijarse en la máquina en función de las características (tipo/grado) del material utilizado, con la complejidad de la pieza moldeada y el tipo de moldeo (sistema de alimentación). Véase capítulo 3, parte 3.7. REGULACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MOLDEO.

Cambio de material y limpieza del cilindro de plastificación

Al término de la producción, la tolva debe descargarse y continuar el ciclo de moldeo hasta que el material se agote.

Cuando el husillo y el cilindro estén vacíos, deben "purgarse" perfectamente haciendo pasar POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

La limpieza de las boquillas y otros componentes desmontables del cilindro puede efectuarse en un horno a 400°C. Algunos residuos pueden quitarse...

ANEXO B

TABLA 4-2 Pérdida de calor en superficies descubiertas*

Tamaño nominal del tubo, pulgadas	Diferencia de temperatura, °F															
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000
½	22	47	79	117	162	215	279	355	442	541	650	772	1047	1364	1723	2123
¾	27	59	99	147	203	269	349	444	552	677	812	965	1309	1705	2153	2654
1	34	75	124	183	254	336	437	555	691	846	1016	1207	1637	2133	2694	3320
1¼	42	94	157	232	321	425	552	702	873	1070	1285	1527	2071	2697	3406	4198
1½	49	107	179	265	367	487	632	804	1000	1225	1471	1748	2371	3088	3899	4806
2	61	134	224	332	459	608	790	1004	1249	1530	1837	2183	2961	3856	4870	6002
2½	74	162	271	401	556	736	956	1215	1512	1852	2224	2643	3584	4669	5896	7267
3	89	197	330	489	677	897	1164	1480	1841	2256	2708	3219	4365	5685	7180	8849
3½	102	225	377	558	773	1024	1329	1690	2102	2576	3092	3675	4984	6491	8198	10100
4	115	254	424	628	869	1152	1496	1901	2365	2898	3479	4135	5607	7304	9224	11370
4½	128	282	471	698	965	1280	1662	2113	2628	3220	3866	4595	6231	8116	10250	12630
5	142	313	524	776	1074	1424	1848	2350	2923	3582	4300	5111	6931	9027	11400	14050
6	169	373	624	924	1279	1696	2201	2799	3481	4266	5121	6086	8254	10750	13580	16730
7	195	430	719	1064	1473	1952	2534	3222	4007	4910	5894	7006	9501	12380	15630	19260
8	220	486	813	1203	1665	2207	2865	3643	4531	5552	6666	7922	10740	13990	17670	21780
9	246	542	907	1343	1859	2464	3198	4066	5057	6197	7440	8842	11990	15620	19720	24310
10	275	606	1014	1502	2078	2755	3576	4547	5655	6930	8320	9888	13410	17470	22060	27180
11	300	661	1106	1638	2267	3005	3901	4960	6169	7560	9076	10790	14630	19050	24060	29660
12	326	718	1202	1779	2463	3265	4238	5338	6701	8212	9859	11720	15890	20700	26140	32210
14	357	783	1319	1952	2703	3582	4650	5912	7354	9011	10820	12860	17440	22710	28680	35350
16	408	901	1508	2232	3090	4096	5317	6759	8407	10300	12370	14700	19940	25970	32790	40410
18	460	1015	1698	2514	3480	4612	5987	7612	9467	11600	13930	16550	22450	29240	36930	45510
20	510	1127	1885	2790	3862	5120	6646	8449	10510	12880	15460	18380	24920	32460	40990	50520
24	613	1353	2263	3350	4638	6148	7980	10150	12620	15460	18570	22060	29920	38970	49220	60660
30	766	1690	2827	4186	5795	7681	9971	12680	15770	19320	23200	27570	37390	48700	61500	75790
Planas	98	215	360	533	738	978	1270	1614	2008	2460	2954	3510	4760	6200	7830	9650

* Pérdidas dadas en Btu por hora por pie lineal de tubo descubierto para varias diferencias de temperatura y en Btu por hora por pie cuadrado para superficies planas.
Fuente: Referencia 3.

ANEXO C

Tablas de valores de los coeficientes

- Coeficientes de rozamiento por deslizamiento para diferentes materiales

Superficies en contacto	μ_k
Acero sobre acero	0.18
Acero sobre hielo (patines)	0.02-0.03
Acero sobre hierro	0.19
Hielo sobre hielo	0.028
Patines de madera sobre hielo y nieve	0.035
Goma (neumático) sobre terreno firme	0.4-0.6
Correa de cuero (seca) sobre metal	0.56
Bronce sobre bronce	0.2
Bronce sobre acero	0.18
Roble sobre roble en la dirección de la fibra	0.48

Fuente: Koshkin N. I., Shirkévich M. G.. *Manual de Física Elemental*. Editorial Mir 1975.

- Coeficientes de rozamiento estático y cinético

Superficies en contacto	μ_s	μ_k
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

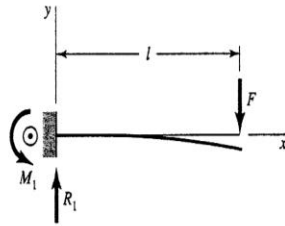
Fuente: Serway R. A.. *Física*. Editorial McGraw-Hill. (1992)

ANEXO D

Tabla E-9

Cortante, momento y deflexión de vigas

1 En voladizo: carga en extremo

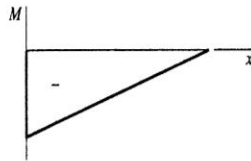
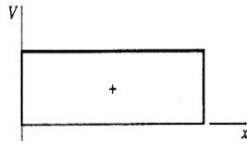


$$R_1 = V = F \quad M_1 = -Fl$$

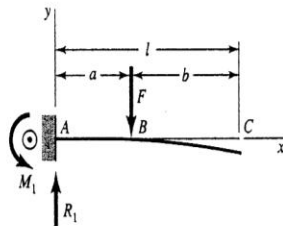
$$M = F(x-l)$$

$$y = \frac{Fx^2}{6EI}(x-3l)$$

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



2 En voladizo: carga intermedia



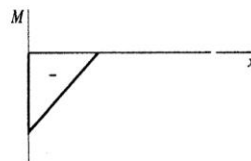
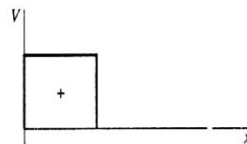
$$R_1 = V = F \quad M_1 = -Fa$$

$$M_{AB} = F(x-a) \quad M_{BC} = 0$$

$$y_{AB} = \frac{Fx^2}{6EI}(x-3a)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa^2}{6EI}(a-3x)$$

$$y_{\max} = \frac{Fa^2}{6EI}(a-3l)$$

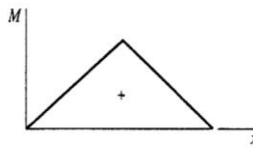
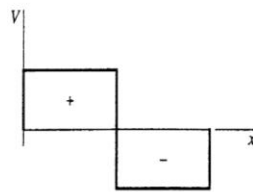
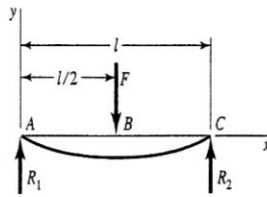


ANEXO D2

Tabla E-9

Cortante, momento y deflexión de vigas
(continuación)

5 Apoyos simples: carga central



$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2} \quad V_{AB} = R_1$$

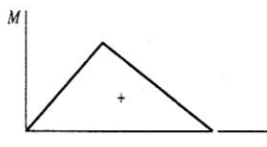
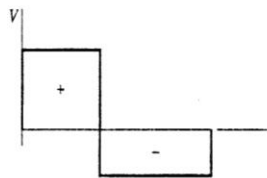
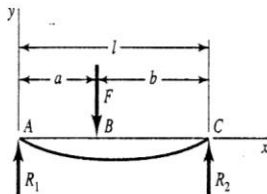
$$V_{AB} = R_1 \quad V_{BC} = -R_2$$

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

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

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

6 Apoyos simples: carga intermedia, $a < b$



$$R_1 = \frac{Fb}{l} \quad R_2 = \frac{Fa}{l}$$

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

$$M_{AB} = \frac{Fbx}{l} \quad M_{BC} = \frac{Fa}{l}(l-x)$$

$$y_{AB} = \frac{Fbx}{6EI}(x^2 + b^2 - l^2)$$

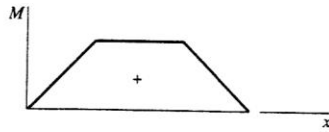
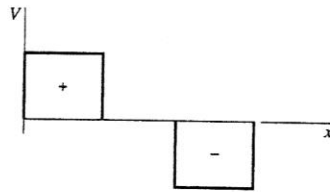
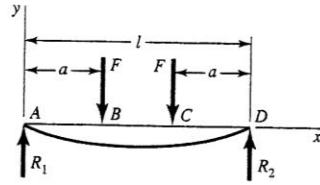
$$y_{BC} = \frac{Fa(l-x)}{6EI}(x^2 + a^2 - 2lx)$$

ANEXO D3

Tabla E-9

Cortante, momento y deflexión de vigas
(continuación)

9 Apoyos simples: cargas idénticas



$$R_1 = R_2 = F \quad V_{AB} = F \quad V_{BC} = 0$$

$$V_{CD} = -F$$

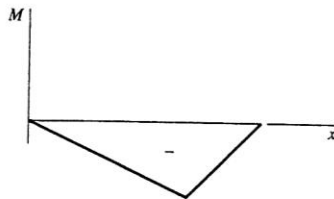
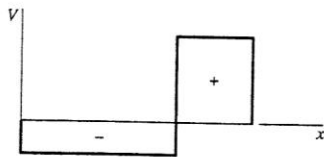
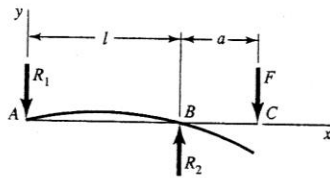
$$M_{AB} = Fx \quad M_{BC} = Fa \quad M_{CD} = F(l-x)$$

$$y_{AB} = \frac{Fx}{6EI}(x^2 + 3a^2 - 3la)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa}{6EI}(3x^2 + a^2 - 3lx)$$

$$y_{\text{máx}} = \frac{Fa}{24EI}(4a^2 - 3l^2)$$

10 Apoyos simples: carga en voladizo



$$R_1 = -\frac{Fa}{l} \quad R_2 = \frac{F}{l}(l+a)$$

$$V_{AB} = -\frac{Fa}{l} \quad V_{BC} = F$$

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

$$y_{AB} = \frac{Fax}{6EI}(l^2 - x^2)$$

$$y_{BC} = \frac{F(x-l)}{6EI}[(x-l)^2 - a(3x-l)]$$

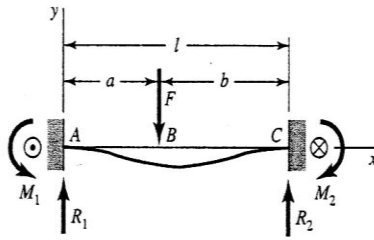
$$y_c = -\frac{Fa^2}{3EI}(l+a)$$

ANEXO D4

Tabla E-9

Cortante, momento y deflexión de vigas
continuación)

15 Doble empotramiento: carga intermedia



$$R_1 = \frac{Fb^2}{l^3}(3a+b) \quad R_2 = \frac{Fa^2}{l^3}(3b+a)$$

$$M_1 = -\frac{Fab^2}{l^2} \quad M_2 = -\frac{Fa^2b}{l^2}$$

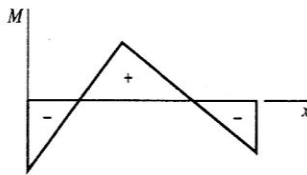
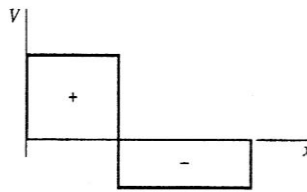
$$V_{AB} = R_1 \quad V_{BC} = -R_2$$

$$M_{AB} = \frac{Fb^2}{l^3}[x(3a+b) - al]$$

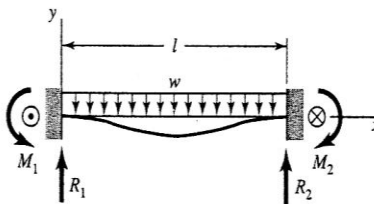
$$M_{BC} = M_{AB} - F(x-a)$$

$$y_{AB} = \frac{Fb^2x^2}{6EI^3}[x(3a+b) - 3al]$$

$$y_{BC} = \frac{Fa^2(l-x)^2}{6EI^3}[(l-x)(3b+a) - 3bl]$$



16 Doble empotramiento: carga uniforme



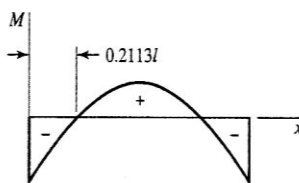
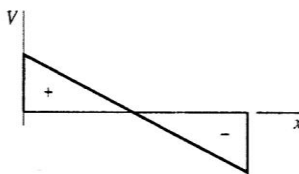
$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2} \quad M_1 = M_2 = -\frac{wl^2}{12}$$

$$V = \frac{w}{2}(l - 2x)$$

$$M = \frac{w}{12}(6lx - 6x^2 - l^2)$$

$$y = -\frac{wx^2}{24EI}(l-x)^2$$

$$y_{\text{máx}} = -\frac{wl^4}{384EI}$$



ANEXO E

Tabla E-21

(Continuación)

[Éstas son propiedades comunes para materiales normalizados y recocidos. Las propiedades para aceros templados y revenidos (T&R) son de una sola colada. Debido a las muchas variables, las propiedades listadas son promedios globales. En todos los casos, los datos se obtuvieron de probetas con diámetro de 0.505 pulg, maquinadas a partir de barras redondas de 1 pulg y la longitud de calibración es 2 pulg. A menos que se haga notar, todas las probetas se templaron en aceite]

Fuente: ASM Metals Reference Book, 2a. ed., American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1983.

1	2	3	4	5	6	7	8
AISI núm.	Tratamiento	Temperatura, °C (°F)	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la cedencia, MPa (kpsi)	Elongación, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
4140	T&R	425(800)	1 250(181)	1 140(165)	13	49	370
	T&R	540(1 000)	951(138)	834(121)	18	58	285
	T&R	650(1 200)	758(110)	655(95)	22	63	230
	Normalizado	870(1 600)	1 020(148)	655(95)	18	47	302
	Recocido	815(1 500)	655(95)	417(61)	26	57	197
4340	T&R	315(600)	1 720(250)	1 590(230)	10	40	486
	T&R	425(800)	1 470(213)	1 360(198)	10	44	430
	T&R	540(1 000)	1 170(170)	1 080(156)	13	51	360
	T&R	650(1 200)	965(140)	855(124)	19	60	280

*Templado en agua.

ANEXO F

Tabla E-15

Gráficas del factor de concentración de esfuerzo K_t , (continuación)

Figura E-15-10

Eje redondo en torsión con agujero transversal.

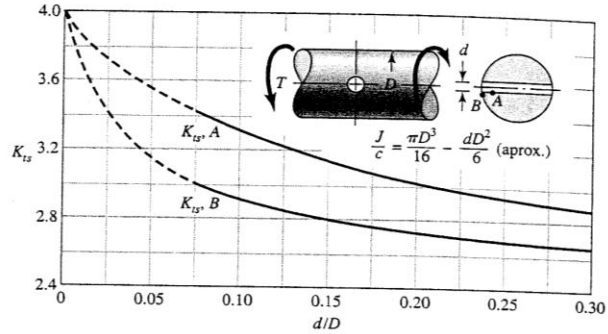


Figura E-15-11

Eje redondo en flexión con un agujero transversal. $\sigma_0 = M/[\pi D^3/32 - (dD^2/6)]$, aproximadamente.

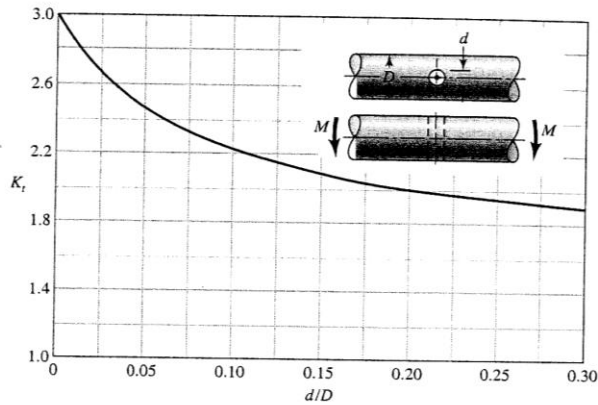
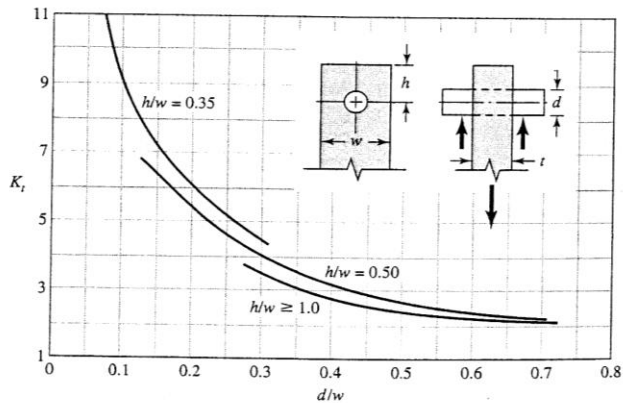


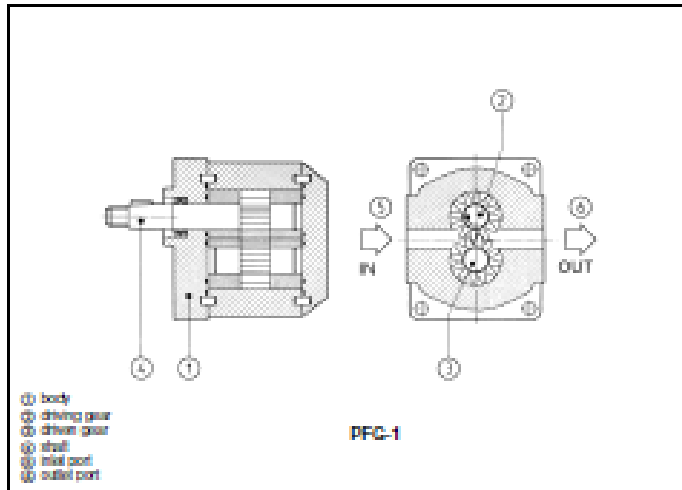
Figura E-15-12

Placa cargada en tensión mediante un pasador por un agujero. $\sigma_0 = F/A$, donde $A = (w - d)t$. Cuando existe holgura, incremente K_t de 35 a 50%. (M. M. Frocht y H. N. Hill, "Stress Concentration Factors around a Central Circular Hole in a Plate Loaded through a Pin in Hole", J. Appl. Mechanics, vol. 7, núm. 1, marzo de 1940, p. A-5.)



ANEXO G

Gear pumps type PFG external gears - fixed displacement



PFG are fixed displacement external gear pumps, axial hydraulic balancing, simple and sturdy construction, low noise level.

Suitable for hydraulic oils or synthetic fluids having similar lubricating characteristics.

Wide variety of displacements: from 1,4 up to 52 cm³/rev.

Max pressure up to 230 bar.

1 MODEL CODE							
PFG	*	-	2	14	/	-	**
Fixed displacement gear pump							Design number
Additional suffix for pumps PFG-3 provided to be coupled with radial piston pumps type PPR (tab. A056), see tab. A150 Option on request							Options on request
Size, see section 02 1, 2, 3							
Displacement (cm ³ /rev), see section 02 for PFG 1: 14, 20, 26, 35, 42, 48, 55, 74, 87, 98 for PFG 2: 07, 10, 11, 14, 15, 18, 21, 27 for PFG 3: 27, 40, 54							
							Direction of rotation (see speed at the shaft end): - = clockwise (supplied standard if not otherwise specified) ⊗ = counterclockwise Note: PFG are not reversible. The direction of rotation is indicated by an arrow on the pump casing (the same arrow shows also the direction of the oil flow from the inlet to the outlet port)

2 OPERATING CHARACTERISTICS at 1450 rpm (based on mineral oil ISO VG 46 at 50°C)

Model	Displacement cm ³ /rev	Max pressure (1)	Speed range rpm	Flow Rate (2)	Power kW
PFG-114	1,4	230 bar	000 - 3000	2	0,8
PFG-120	2,1			2,8	1,2
PFG-126	2,6			3,7	1,6
PFG-135	3,5	210 bar	000 - 3000	4,7	2,1
PFG-142	4,1			5,7	2,4
PFG-148	4,8			7,3	3
PFG-160	6,2	200 bar	000 - 3000	8,5	3,4
PFG-174	7,6	170 bar	000 - 3000	10,5	3,9
PFG-187	9,3	160 bar	000 - 3000	13	4,1
PFG-199	11	140 bar	000 - 3000	15,2	4,2
PFG-207	17,0	230 bar	000 - 3000	9,7	4,4
PFG-210	19,6	230 bar	000 - 3000	13,7	5,7
PFG-211	11,5			15,8	6,8
PFG-214	14,7			18,5	8
PFG-216	16	210 bar	000 - 3000	22	9
PFG-218	17,9			24,5	9,6
PFG-251	21	180 bar	000 - 3000	26	10,2
PFG-267	26,2	150 bar	000 - 3000	38,7	11,4
PFG-307	30	230 bar	000 - 3000	36,8	15,2
PFG-340	34	220 bar	000 - 3000	54	20,9
PFG-384	37	200 bar	000 - 3000	71,5	28

(1) For intermittent duty, 20% higher peak pressures are admitted.
 (2) Flow rate and power consumption are referred to the max functioning pressure (1) and are proportional to revolution speed.

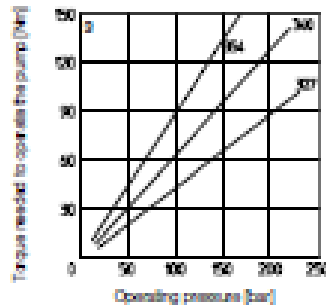
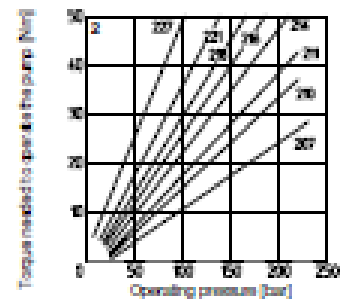
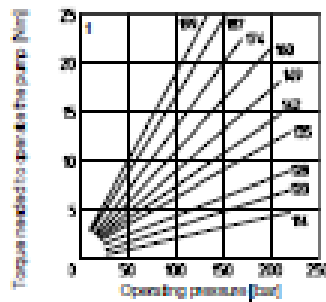
3 MAIN CHARACTERISTICS OF GEAR PUMPS TYPE PFG

Installation position	Any position.		
Loads on the shaft	Axial and radial loads are not allowed on the shaft. The coupling should be sized to absorb the power peak.		
Ambient temperature	from -20°C to +70°C		
Fluid	Hydraulic oil as per DIN 51524...525; for other fluids, consult our technical office		
Recommended viscosity	max at cold start 800 mm ² /s max at full power 100 mm ² /s during operation 24 mm ² /s min at full power 10 mm ² /s		
Fluid contamination class	ISO 19/16 (filters at 25 µm value with life > 75 recommended)		
Fluid temperature	-20°C +80°C	-20°C +50°C (AWG scale)	-20°C +80°C (PFG scale)

4 DIAGRAMS (based on mineral oil ISO VG 46 at 50°C)

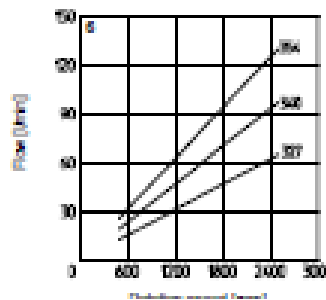
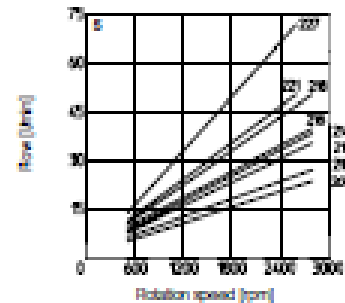
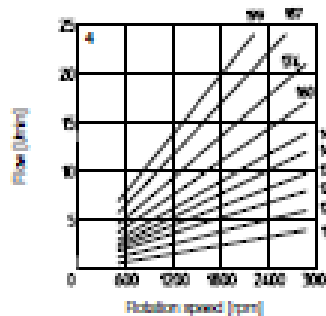
4.1 Torque versus pressure diagram

- 1 = PFG-1
- 2 = PFG-2
- 3 = PFG-3



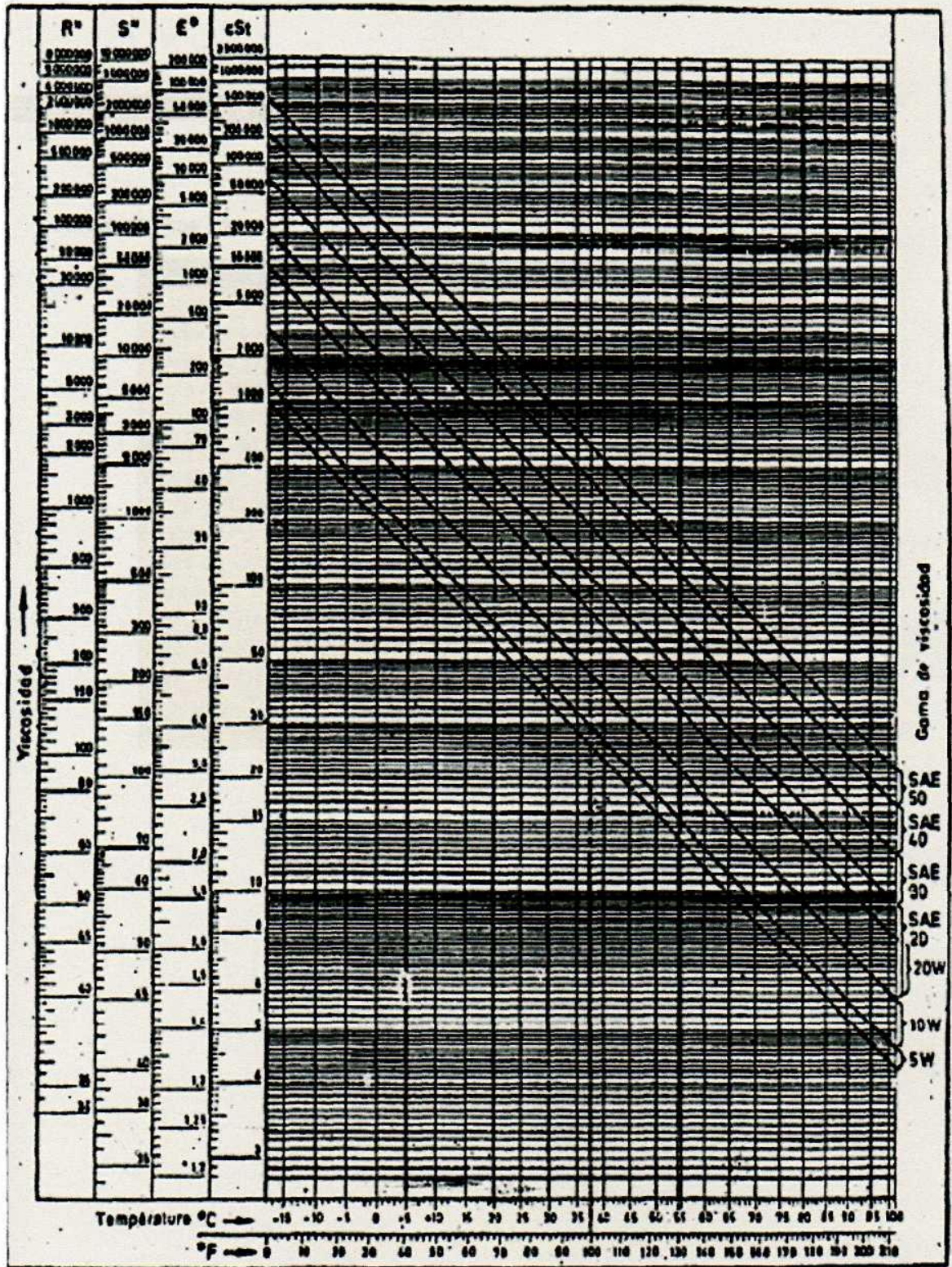
4.2 Flow versus speed diagram stated at 7 bar

- 4 = PFG-1
- 5 = PFG-2
- 6 = PFG-3



ANEXO H

Variación de la viscosidad de varios aceites con la temperatura.



ANEXO H 1

Aceite hidráulico HYDO

SAE 10W

Características Típicas*

Viscosidad SAE	10W
Densidad API a 16°C (ASTM D287)	29.8 - 29.9
Prueba de bomba de paletas Vickers (35VQ25)	Superada
Apariencia (Visual)	Claro y Brillante
Punto de inflamación, °C (ASTM D92)	226 - 232
Punto de fluidez, °C (ASTM D97)	-33 -30
Bombeo, -30°C mPas (ASTM D4684 MOD)	19,000 - 20,000
Viscosidad	
cSt@ 40°C (ASTM D445)	37.7 - 37.9
cSt@ 100°C (ASTM D445)	6.1
Índice de Viscosidad (ASTM D567)	106 - 107
Espuma *	
-Sec. I (ASTM D892)	25/0
-Sec. II (ASTM D892)	50/0
-Sec. III (ASTM D892)	25/0
% peso de Zinc (ASTM D4951)	0.121
% peso Fosforo (ASTM D1091)	0.110

ANEXO I

Solenoid directional valves: user's guidelines

Atos solenoid valves have been designed and tested with innovative concepts to satisfy the advanced needs of modern machines: rapid or damped switching, quiet operation, reduced power absorbed, versatility, reliability and safety of use. This table gives engineers, in condensed form, a series of useful information for the choice and the use of modern solenoid valves.

1 DESCRIPTION OF FUNCTION

Solenoid directional valves are used for changing flow direction in hydraulic systems. Main features are:

- 1.1 New integrated design between hydraulic and electrical parts with more compact construction and better efficiency.
- 1.2 Wet solenoids for maximum reliability, also available in flame-proof, intrinsically safe and stainless steel execution.
- 1.3 All seals are static and all the moving parts are protected and lubricated by the fluid.
- 1.4 Smoother switching with effective regulation thanks to optional switching control devices.
- 1.5 Plastic encapsulated coils easily interchangeable and UL certified.
- 1.6 Electric or electronic connectors, depending on the application and on electric control board interfaces.
- 1.7 Coed oil passages with low pressure drops.
- 1.8 Interchangeable spools for various directional functions.

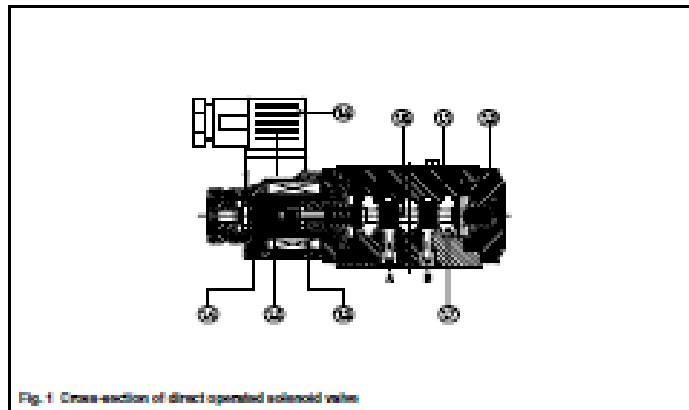


Fig. 1 Cross-section of direct operated solenoid valve

2 SOLENOID IDENTITY

According to European Convention solenoid "A" is close to "A" port and solenoid "B" is close to "B" port of the direct operated valves. When pilot operated, the solenoids are identified according to following practice: solenoid "A" is at port A end of pilot valve and solenoid "B" at port B end, independent of main stage valve port location or spool type.

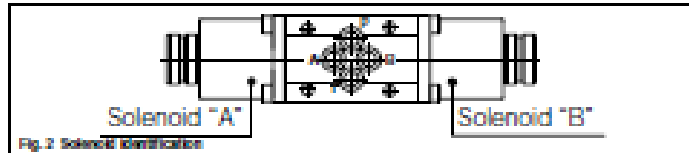


Fig. 2 Solenoid identification

3 SPOOLS CHARACTERISTICS

Standard interchangeable spools are available in a wide range of configurations, as indicated in table 3.

Specific spools to reduce water hammer-shocks during switching: variants 1/1, 4/1 and 5/1. Their special shape reduces water hammer-shocks during switching. Use of these spools is not recommended with maximum flow greater than 80% of the nominal values, because of higher pressure drops generated in the valve.

Response times and control of switching time: direct operated solenoid valves.

The solenoid valve response times can be controlled by the use of specific devices (option L): associated with the spools 7/1 and 7/2 it is possible to control smooth acceleration/deceleration of the connected actuator. The L* devices allow an effective control of the solenoid valve switching time, slowing down the spool speed without reducing the solenoid force.

They are available in different configurations. For correct use a slight backpressure (2 bar) on solenoid valve T port is recommended. Valve response time is also influenced by operating conditions (oil characteristics and temperature), stability of the hydraulic circuit and by use of electronic connectors.

Response times and control of switching time: pilot operated solenoid valves.

The response time of the piloted valves can be adjusted by means of the options H (make-out control) or H* (make-in control). This options provide the installation between the main stage and the pilot valve of a modular throttle valve, type HQ*HJ specific for line pilot flow control. Associated with 7/1 and 7/2 spools, smooth acceleration/deceleration can be controlled on both.

Type	Scheme	Intermediate passages
0		
1		
2		
3		
4		
5		
5B		
6		
7		
8		
00		
10		
20		
16		
17		

Table 3 Basic spools, schemes and intermediate passages between central and external positions. The spools are not available for all the directional valves. For their availability see the relevant valve table.

ANEXO I2

*P spools for direct operated solenoid valves to reduce leakage.

They are normally fixed on pilot valve for pressure and directional control valves, for cartridge valves and systems with specific requirements.

Use of these spools is not recommended with maximum flow greater than 70% of the nominal values, because of the higher pressure drops generated in the valve. Following types available: 1P, 3P, 1/2 P, 2P (for ISO size 05 valves).

4 COIL CHARACTERISTICS

Solenoid valves are available both with DC and AC coils. These main solenoids for use with following supply for DHT valves:

- OI solenoid for AC and DC supply (only replacing coil);
- OII and OO solenoid for DC supply only. The solenoid OO can be used also with AC supply; in this case it must be coupled with the connector SP-689 having the rectifier bridge.

Coils are fully encapsulated; they are easily replaceable without aid of tools in OII and OIII valves. AC and DC solenoids are available for DKG* valves. The DC solenoids can be also fed with AC supply, by using SP-689 connector. The coils with different nominal voltages can be interchanged on the same solenoid type.

5 ELECTRICAL CONNECTORS TO ISO 4400 (DIN 43650)

The cable entry on electrical plugs can be fitted at 90° intervals by reassembling the contact holder relative to the plug housing. The cable entry in Fig. 11 suitable for cable of 6-10 mm.

Following types are available:

- Standard connectors, IP65 protection degree (SP-686);
 - Connectors with built in LED (SP-687);
 - Connectors with built in rectifier bridge (SP-689) to supply DC coils by alternating current AC.
- In addition to the above DIN connectors, other types of electrical interfaces are available on request:
- Lead Wire connection
 - Deutsch connector DT-04-2P (IP67)
 - AMP Junior Timer connector (IP67)

6 ELECTRONIC CONNECTORS

Operational principle

- E-SA for alternating current power supply on DC coils with increase of performance;
- E-SE for direct current power supply on DC coils with reduction of power consumption and increase of performance;
- E-SD to eliminate electric disturbances when solenoids are deenergized;
- E-SR to pilot the solenoid valves with a low power signal (20mA max).

E-SA and E-SE main characteristics

They allow a modulation of the power supply voltage and thus an effective control of the solenoid force to obtain increased performance and reduction of power consumption. The use of electronic E-SA and E-SE connectors allows a considerable increase in solenoid valve performance.

7 OPERATING NOTES

Tightening of the fixing screws to the subplate and of the plastic coil ring-nut.

It is particularly important to check that the tightening of the fixing screws respects the torque limits indicated in table 5.

Higher values may cause anomalous deformations of the body and prevent sliding of the spool. 12K class fixing screws are recommended. The plastic coil ring-nuts will be fixed on the solenoid with a torque 2Nm: this deforms properly the seals and protects against external particles and water.

Operation in circuits with flow exceeding the nominal valve flow

In circuits with flow rates greater than the nominal values and in circuits with accumulators, where the instantaneous flow can exceed nominal values, it is recommended a throttle valve on P port of solenoid valve to limit the

Table 3.2 Spools to reduce water hammer shocks associated with switching

Type	Scheme	Intermediate passages
0P		
1P		
2P		
4P		

Table 3.3 Specific spools for special uses or in regenerative circuits

Type	Scheme	Intermediate passages
0S		
90		
1S		
21		
2S		
3S		
4S		
24		

maximum flow on the valve.

Dilatation and contraction of flexible hoses subjected to variations of system pressure can generate high instantaneous flow rates. The version indicated in fig. 6 can be directly inserted into P port of the valve but also in other valve parts.

Where throttle valves may be required they can be supplied with following codes:
 SP-PLUG H... (for DHT valves)
 SP-PLUG R... (for DKG* valves)
 ** the double asterisk identifies the dimension in terms of a millimeter.
 Example: SP-PLUG H405 = Ø5 mm diameter

Limits on two-way and three-way operation for direct operated solenoid valves.

When used as two-way and three-way valves with P, A or B ports blocked or not subject to flow, or with flow much lower than flow on other ports, maximum catalogue performance cannot be assured.

Minimum pilot pressure for pilot operated solenoid valves.

A minimum pressure value must be guaranteed for piloting the valve. This value is 4 bar (or 10 bar in the case of valves with hydraulic centering). In case of circuits with lower pilot pressure on P port, the option (R) should be used.

Operation combined with hydraulic cylinders with high section ratios.

Operational limits may occur with cylinders with section ratios (piston/rod) greater than 1,25. In these cases multiplications or demultiplications of flow and pressure may disturb the correct operation of the solenoid valve.

8 SPECIAL VERSION SOLENOID VALVES

- for explosion-proof environments
- for intrinsically safe operation
- stainless steel execution for marine or aggressive environments
- for operation beyond the allowed temperature limits.

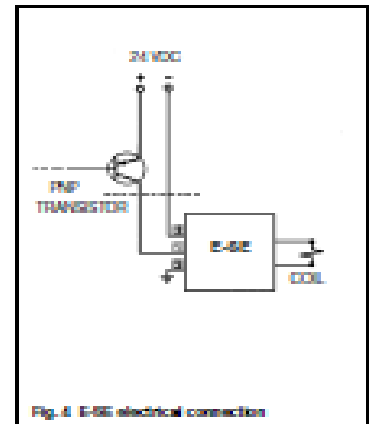


Fig. 4 E-SE electrical connector

Table 5 Recommended torque for the fixing screws

Valve type	Fixing screws	Torque
DHT*	M6	8 Nm
DKG*	M6	10 Nm
DP** 2	M10 and M6	60 Nm and 10 Nm
DP** 3	M12	100 Nm
DP** 4	M10	60 Nm

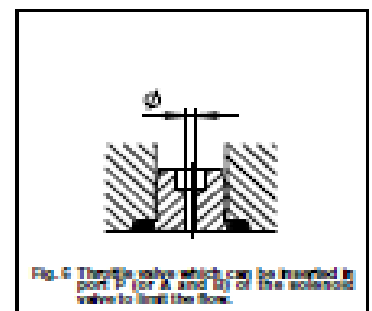
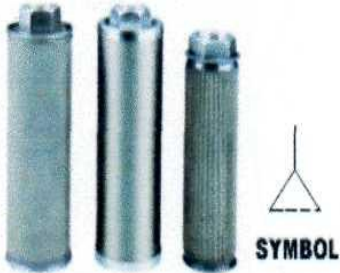


Fig. 6 Throttle valve which can be inserted in port P (or A and B) of the solenoid valve to limit the flow.

ANEXO J

Filtros

SFW,SFN,MF



HOW TO ORDER

SFN	-12
SERIES NUMBER	FILTER SIZE
SFN: WIRE TYPE	REFER TO SPECIFICATION
SFW: MESH TYPE	
MF: MAINTAIN CURVE TYPE	

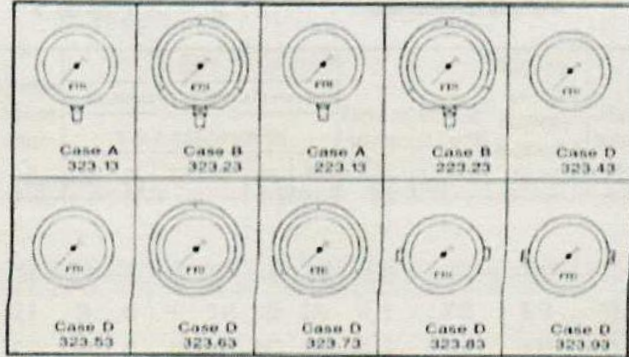
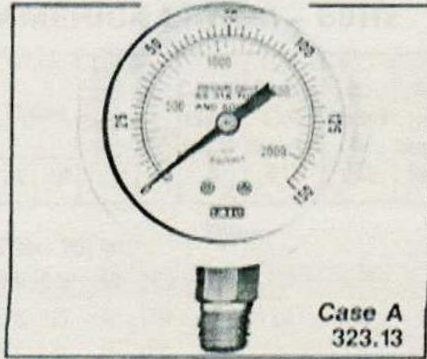
SPECIFICATION

MODEL	SIZE PT	FLOW (L/min)	FILTRATION MESH	MODEL	SIZE PT	FLOW (L/min)	FILTRATION MESH	
MF-02	1/4"	15	100	SFW-08	1"	100	125	
MF-03	3/8"	17		SFW-10	1 1/4"	180		
MF-04	1/2"	33		SFW-12	1 1/2"	246		
MF-06	3/4"	55		SFW-16	2"	384		
MF-08	1"	110		SFW-20	2 1/2"	700		
MF-10	1 1/4"	210		SFW-24	3"	800		
MF-12	1 1/2"	285		SFW-32	4"	1000		
MF-16	2"	395		SFN-04	1/2"	35		150
MF-20	2 1/2"	750		SFN-06	3/4"	46		
MF-24	3"	800		SFN-08	1"	90		
MF-32	4"	1000		SFN-10	1 1/4"	150		
SFW-02	1/4"	15		SFN-12	1 1/2"	205		
SFW-03	3/8"	17		SFN-16	2"	320		
SFW-04	1/2"	33		SFN-20	2 1/2"	550		
SFW-06	3/4"	50	SFN-24	3"	600			
			125					

ANEXO K

FTB ALL STAINLESS STEEL PRESSURE GAUGES

16



Model No. : 223 \ 323 SERIES

Outline :

- All series are liquid-filled.
- All series are stainless steel products with water proof, and closed structures which are capable against acidity, alkalinity and corrosion. With the features of durability and accuracy, it is also good for long time running.
- Special materials of movement and bourdon tube have lasting durabilities.
- Specially it is applicable for corrosive fluid and strong fluctuation.

Features :

- Model** : 223 series. (Push Twist Removable Bezel-RB)
323 series. (Crimped on Bezel-CB)
- Type** : Pressure gauge, Vacuum gauge, Compound gauge.
- Nominal Size** : 60mm.
- Case** : Stainless steel AISI 304 supplied with LM, CBM, LBM mount type and blowout disk on the top.
- Tubing** : Stainless steel AISI 316.
- Movement** : Stainless steel AISI 304.
- Connection** : Stainless steel AISI 304, 316, 1/4", 3/8", NPT, PT, PF.
- Pointer Type** : General (Selective Adjustable Pointer)
- Accuracy** : $\pm 1.5\%$ F.S. (READ ANSI-B40.1 1985)
- Scale** : psi, bar, kPa, MPa, Kg/cm² etc. (Single or Dual Scale)

Note :

- LM : Lower Mount.
- CBM : Center Back Mount.
- LBM : Lower Back Mount.

Specifications :

Nominal size (mm)	Case	Connection	Model No.	Case Accessory	
60	A	NPT - PT - PF (1/4" - 3/8")	223.13		
			323.13		
	B Back Flange		223.23		
			323.23		
	D			323.43	
				323.53	
			Front Flange	323.63	
			323.73		
			Fixed Strap	323.83	L Clamps
				323.93	U Bracket

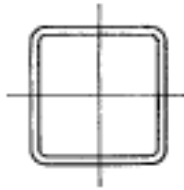
Ranges (Kg/cm ²)	Socket	Tube	Accuracy (%F.S.)	Others
cmHg				
76				
0-1				
2				
3				
4				
6				
10				Case & Ring 304 St. St.
15				
20				
0-1				
2				
3				
4				
6	S.S.304	S.S.316	± 1.5	Window Glass Acrylic (ASA LENS)
10	S.S.316			
15				
20				
25				
35				
50				Liquid Filled Glycerine Silicon
70				
100				
150				
250				
350				
500				
700				
1000				

ANEXO L

Límites para estudiar el comportamiento de las distintas máquinas

Ω	<1	1.2	1.5	2
Condición	Autoaspiración	Límite de autoaspiración	Aspiración con alimentación exterior	Límite de utilización práctico

ANEXO M



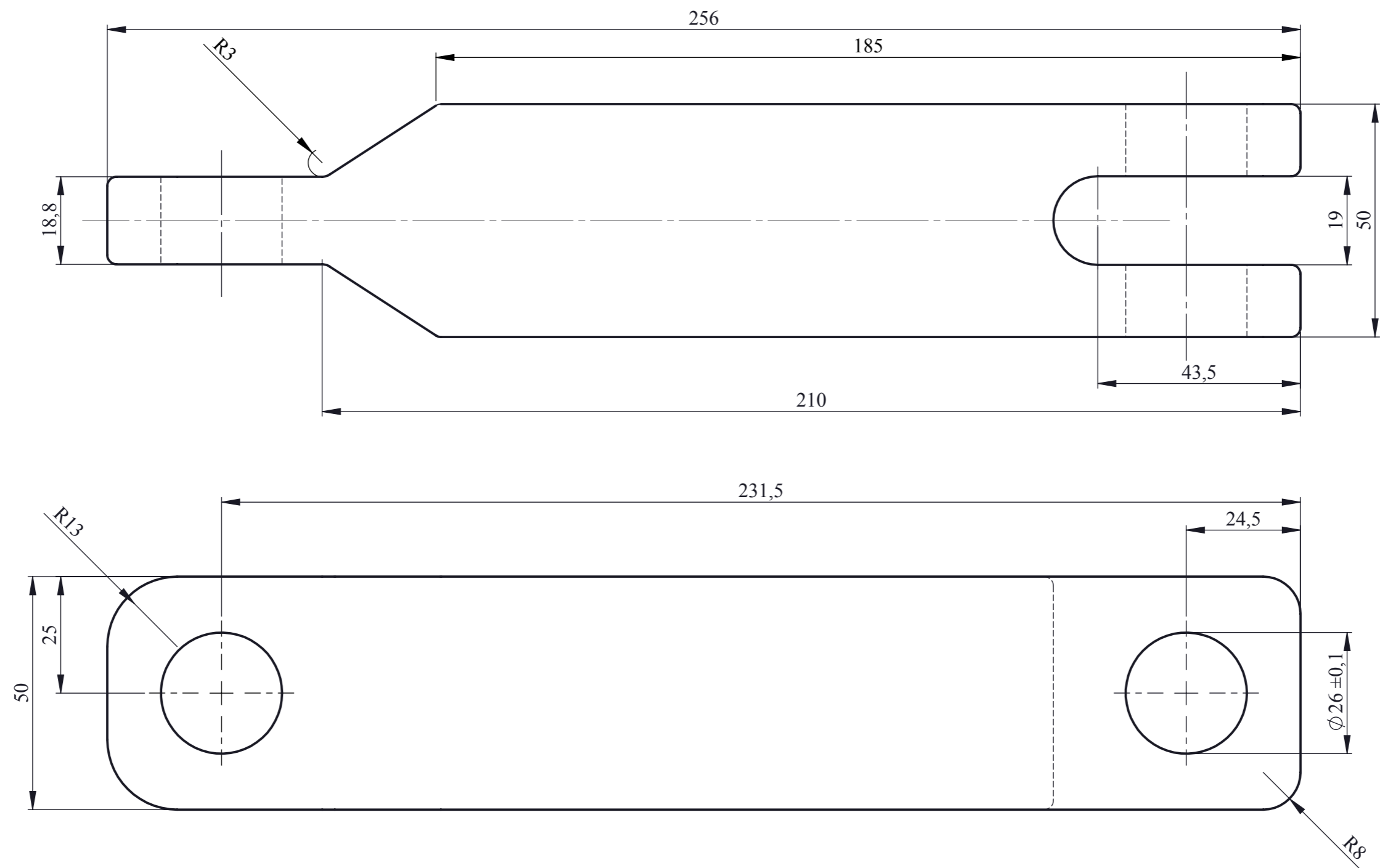
STRUCTURAL TUBING
Square
Dimensions and properties

Dimensions			Properties**						
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per Ft	Area	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>J</i>	<i>Z</i>
In.	In.		Lb.	In. ²	In. ⁴	In. ³	In.	In. ⁴	In. ³
4.5×4.5	0.2500	1/8	13.91	4.09	12.1	5.36	1.72	19.7	6.43
	0.1875	3/16	10.70	3.14	9.60	4.27	1.75	15.4	5.03
4×4	0.5000	1/2	21.63	6.36	12.3	6.13	1.39	21.8	8.02
	0.3750	3/8	17.27	5.08	10.7	5.35	1.45	18.4	6.72
	0.3125	5/16	14.83	4.36	9.58	4.79	1.48	16.1	5.90
	0.2500	1/4	12.21	3.59	8.22	4.11	1.51	13.5	4.97
	0.1875	3/16	9.42	2.77	6.59	3.30	1.54	10.6	3.91
3.5×3.5	0.3125	5/16	12.70	3.73	6.09	3.48	1.28	10.4	4.35
	0.2500	1/4	10.51	3.09	5.29	3.02	1.31	8.82	3.70
	0.1875	3/16	8.15	2.39	4.29	2.45	1.34	6.99	2.93
3×3	0.3125	5/16	10.58	3.11	3.58	2.39	1.07	6.22	3.04
	0.2500	1/4	8.81	2.59	3.16	2.10	1.10	5.35	2.61
	0.1875	3/16	6.87	2.02	2.60	1.73	1.13	4.28	2.10
2.5×2.5	0.3125	5/16	8.45	2.48	1.87	1.50	0.868	3.32	1.96
	0.2500	1/4	7.11	2.09	1.69	1.35	0.899	2.92	1.71
	0.1875	3/16	5.59	1.64	1.42	1.14	0.930	2.38	1.40
2×2	0.3125	5/16	6.32	1.86	0.815	0.815	0.662	1.49	1.11
	0.2500	1/4	5.41	1.59	0.766	0.766	0.694	1.36	1.00
	0.1875	3/16	4.32	1.27	0.668	0.668	0.726	1.15	0.840

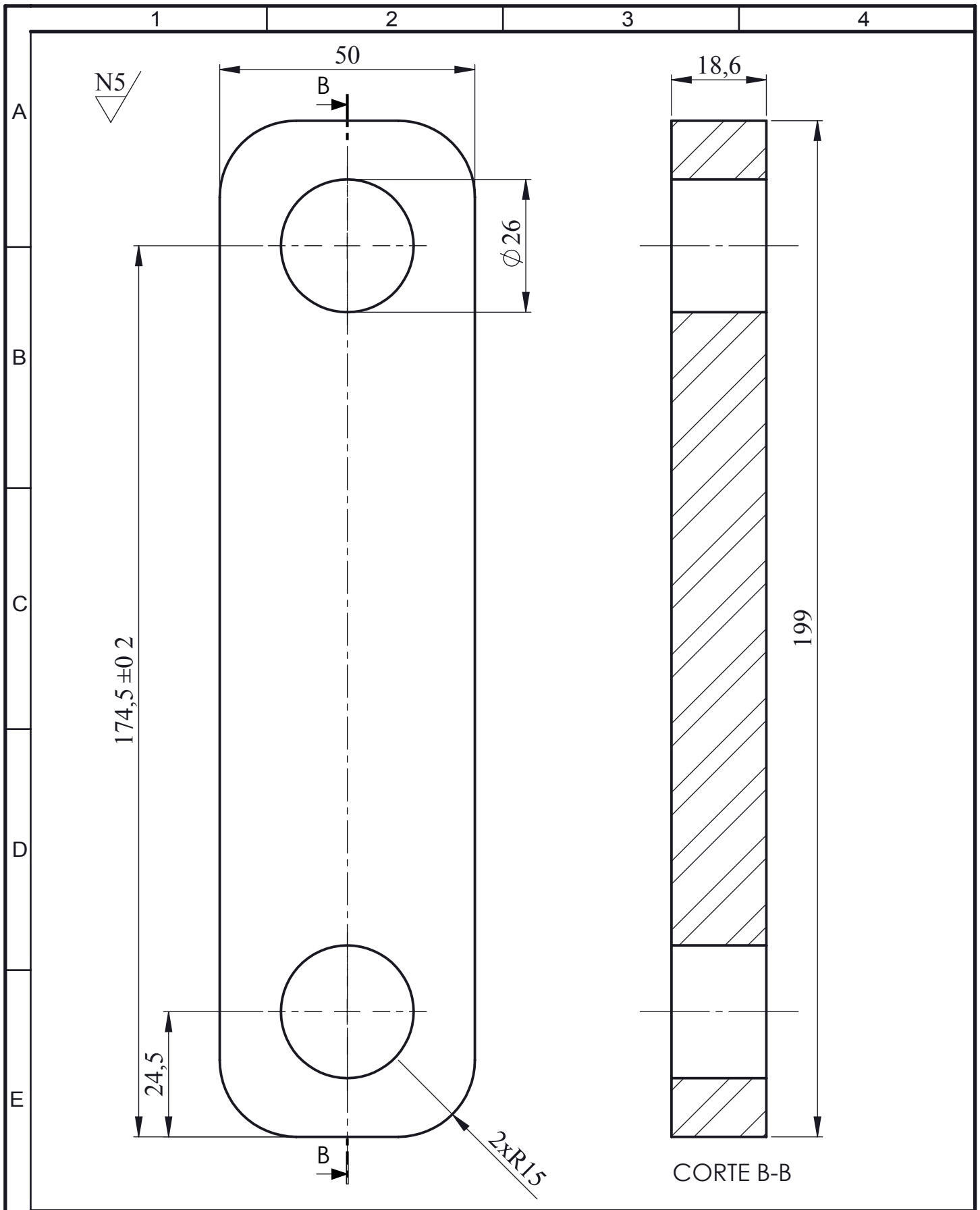
*Outside dimensions across flat sides.

**Properties are based upon a nominal outside corner radius equal to two times the wall thickness.

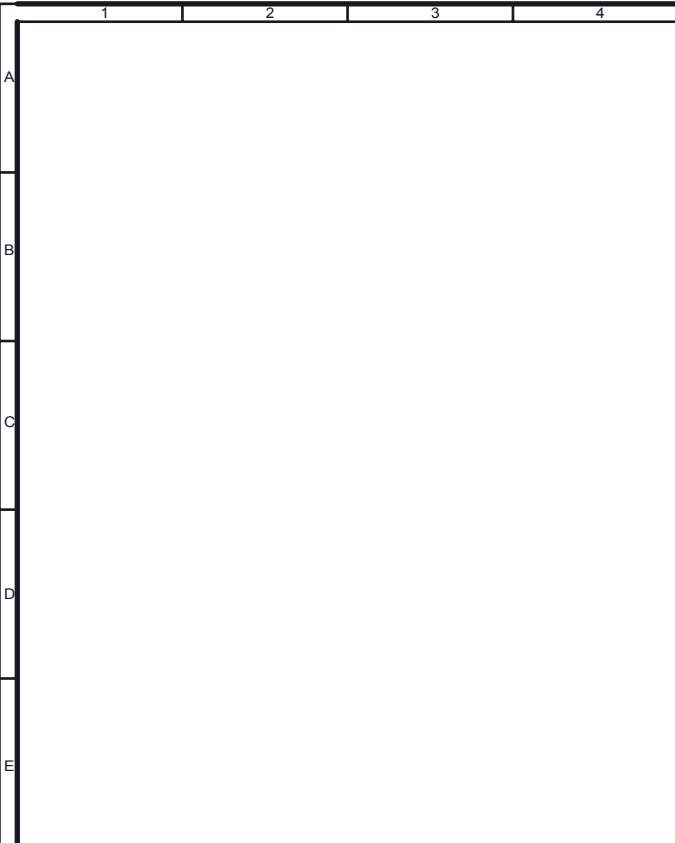


N6




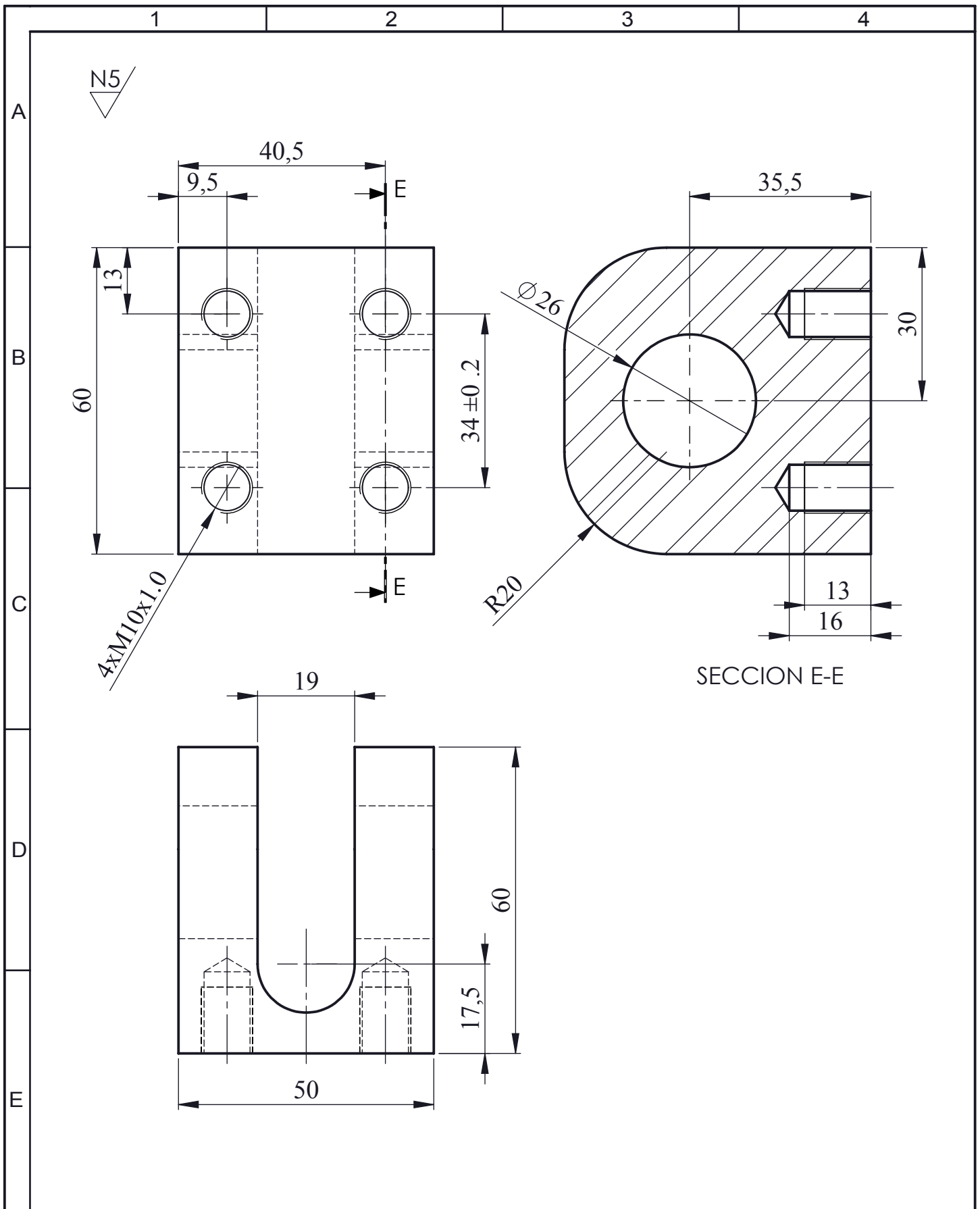
				Tolerancias	Peso:	Material:		
				±1	3.68 Kg	ASTM A-36		
					Fecha	Nombre	TITULO:	
				Dib.	03-06-10	NUÑEZ WILSON	ARTICULACIÓN 2	
				Rev.	01-10-10	Ing. CARRILLO M.		
				Apro.	01-10-10	Ing. CARRILLO M.		
				U.T.A.			N° LAMINA:	Registro:
				INGENIERIA MECÁNICA			6/16	1:1
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				SUSTITUCIÓN	



				Tolerancias ±1	Peso: 1.27 Kg	Material: ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	TITULO:	Escala:
				Dib. 08-11-10	NUÑEZ WILSON	ARTICULACIÓN 1	1:1
				Rev. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				Apro. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				U.T.A.		N° LAMINA: 7/16	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERIA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN:	

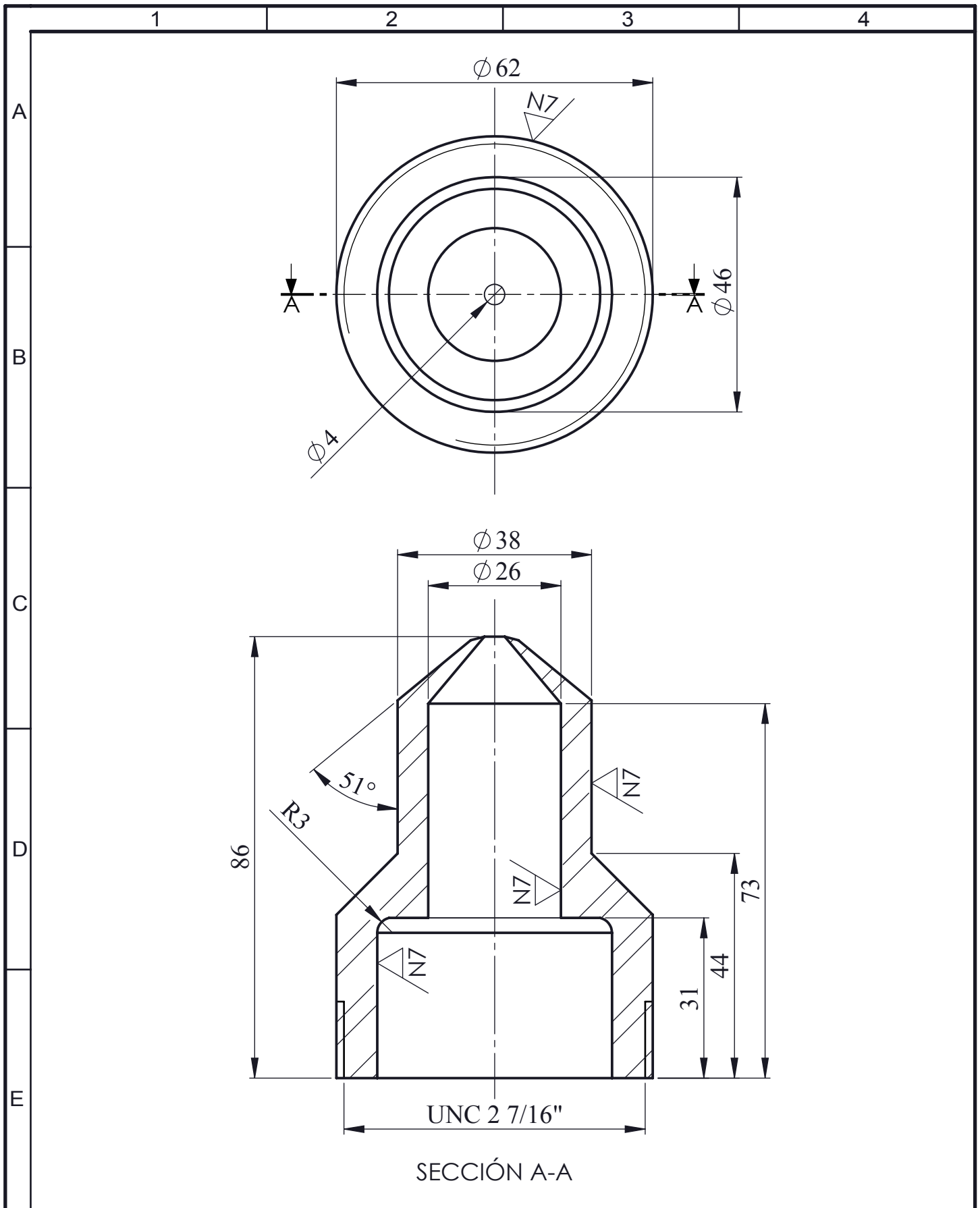
	1	2	3	4
A				
B				
C				
D				
E				
		Tolerancias 0.01 a 0.02	(Peso)	Materiales
		fecha 02-10-08	Nombre Chiquinga O.	RUEDA DENTADA
		Dib.		
		Rev.		
		Apro.		Esc: 1:6 
		U.T.A.		1 - 01
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	
			F.I.C.M.	(Sustitución)

	1
A	
B	
C	
D	
E	
F	

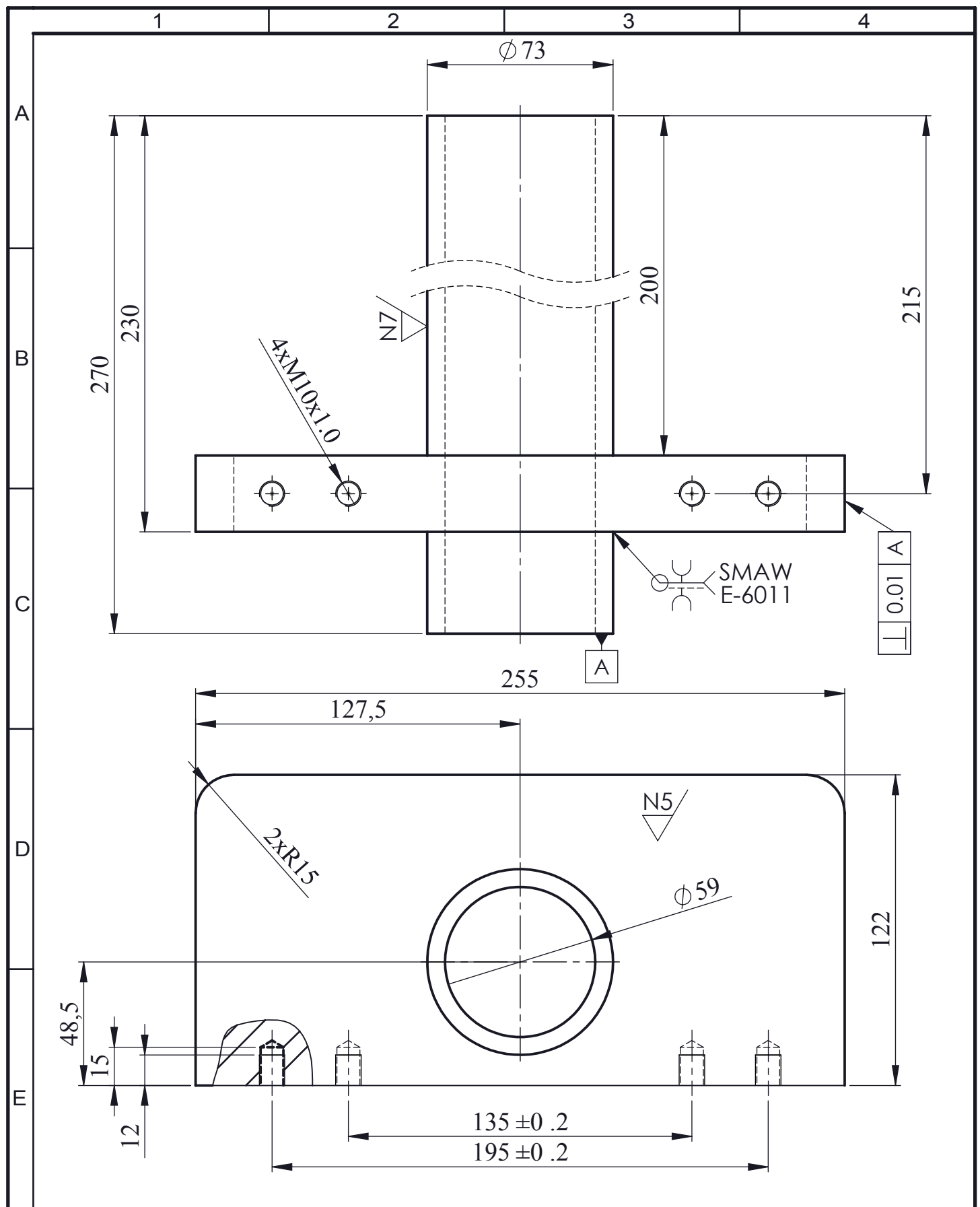


SECCION E-E

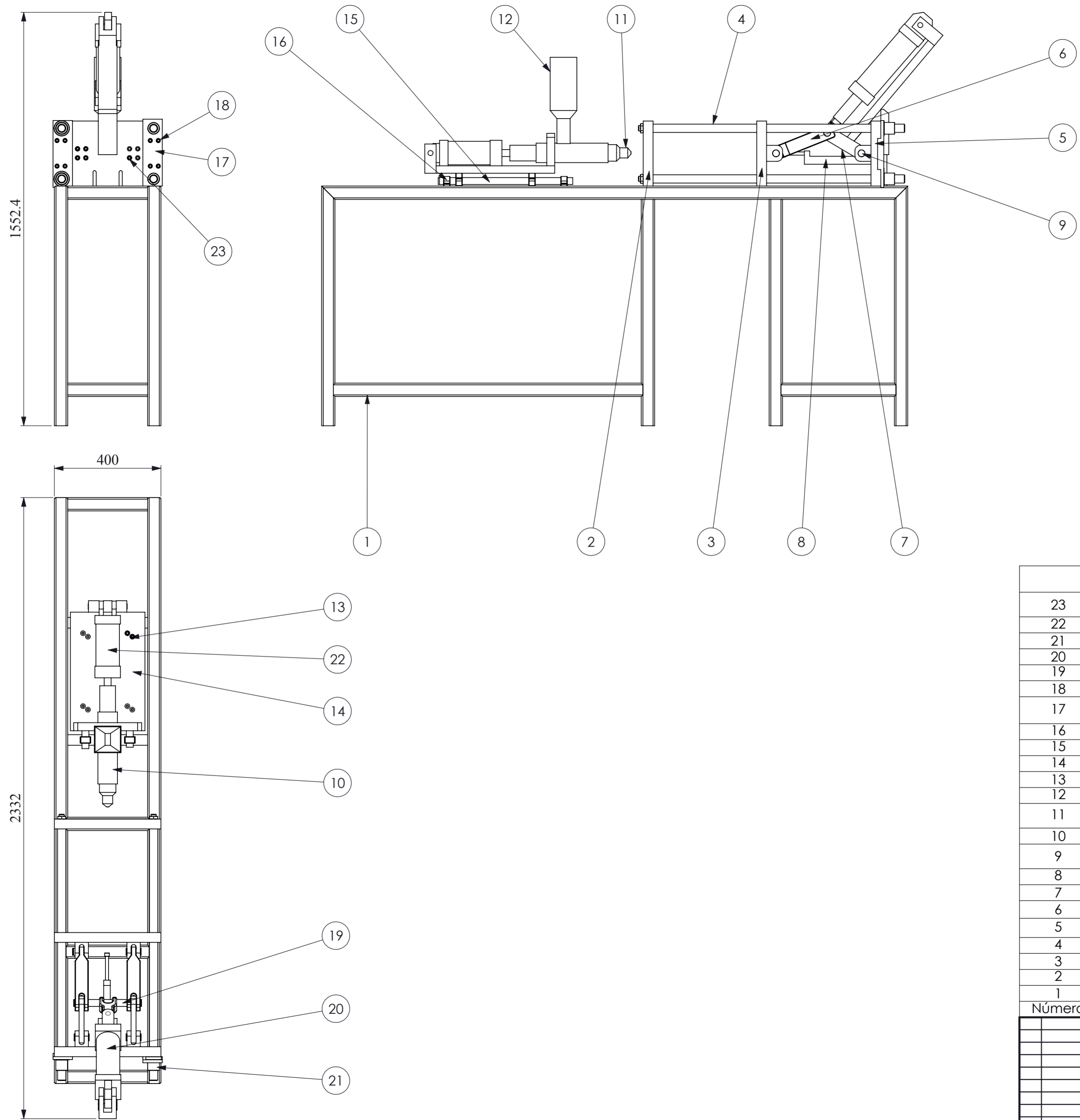
				Tolerancias	Peso:	Material:	
				± 0.5	1.17 kg	ASTM A-36	
					Fecha	Nombre	TITULO:
				Dib.	08-11-10	NUÑEZ WILSON	BASE DE LA ARTICULACIÓN
				Rev.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.	
				Apro.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.	
				U.T.A.		N° LAMINA:	Escala:
				INGENIERIA MECÁNICA		8/16	1:1
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	SUSTITUCIÓN:			Registro:



				Tolerancias	Peso:	Material:			
				±0.02	0.75 Kg	ASTM A-36			
				Fecha	Nombre	TITULO:		Escala:	
				Dib. 08-11-10	NUÑEZ WILSON	BOQUILLA		1:1	
				Rev. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.				
				Apro. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.				
				U.T.A.		N° LAMINA:		Registro:	
						11/16			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERIA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN			

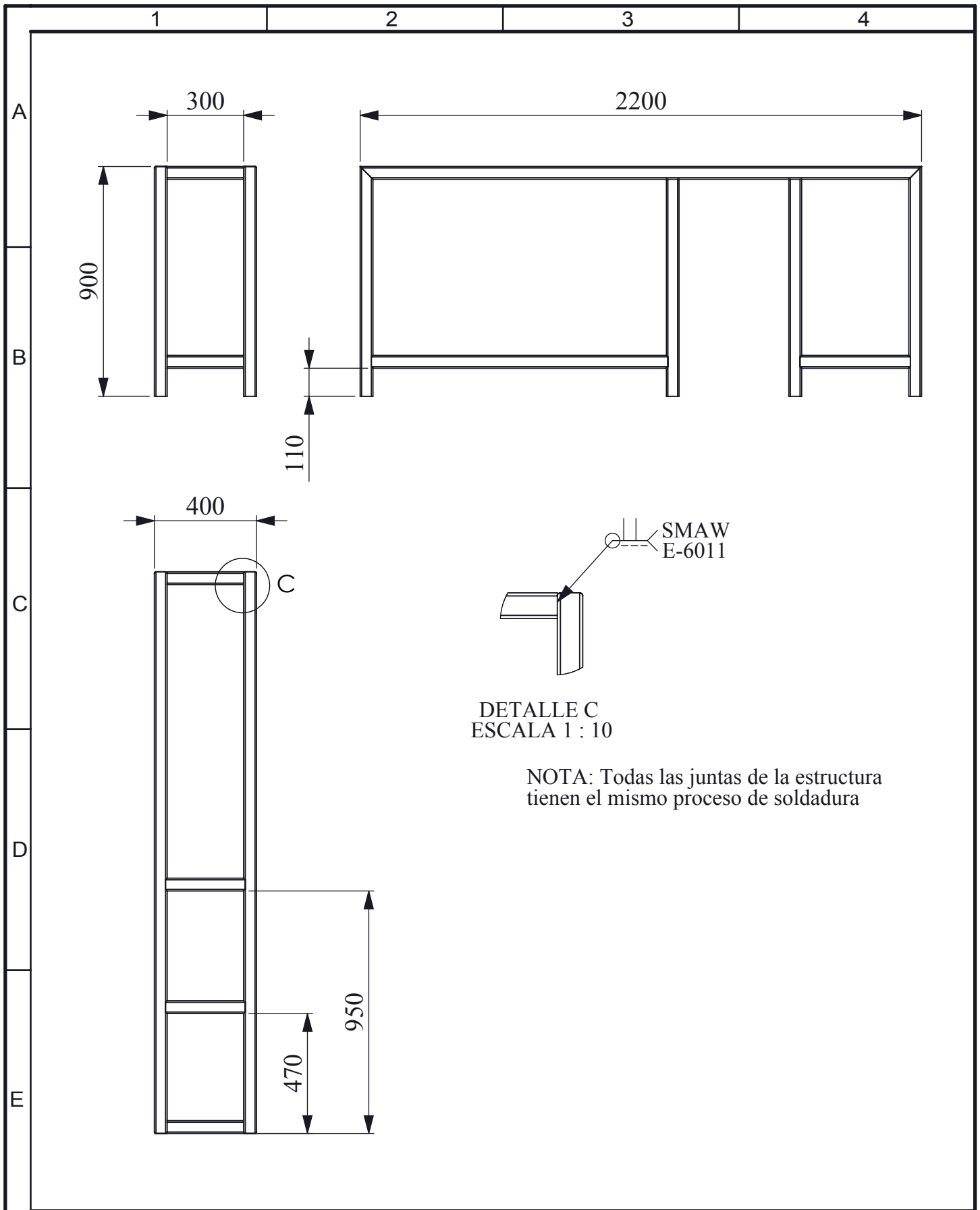


				Tolerancias ±1	Peso 28.45 Kg	Material: ASTM A-36	
							Escala: 1:2
				Dib.	08-11-10	NUÑEZ WILSON	CENTRADOR DEL CAÑON
				Rev.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.	
				Apro.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.	
				U.T.A.		N° LAMINA: 10/16	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERIA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN	



23	Pernos Allen M10x1.8		20
22	Pistón de inyección		1
21	Tuerca	Bronce	4
20	Pistón de cierre		1
19	Eje de fuerza	Acero AISI 4340	1
18	Pernos Allen M10		16
17	Placa sujeción tuerca	Acero ASTM A-36	2
16	Soporte de ejes	Aluminio	8
15	Eje guía cañon	Acero ASTM A-36	2
14	Placa porta cañon	Acero ASTM A-36	1
13	Pernos Allen M8		16
12	Tolva	Tol galvanizado	1
11	Boquilla de cañon		1
10	Cañon	Acero Bohler M-238	1
9	Pasador articulación	Acero AISI 4340	1
8	Expulsor	Acero ASTM A-36	1
7	Articulación 1	Acero ASTM A-36	2
6	Articulación 2	Acero ASTM A-36	2
5	Placa soporte pistón	Acero ASTM A-36	1
4	Eje guía placas	Acero Bohler E-410	4
3	Placa deslizante	Acero ASTM A-36	1
2	Placa de sujeción	Acero ASTM A-36	1
1	Estructura	Tubo ASTM A-36 50x50x3	1
Número	Descripción	Materiales	Cant.

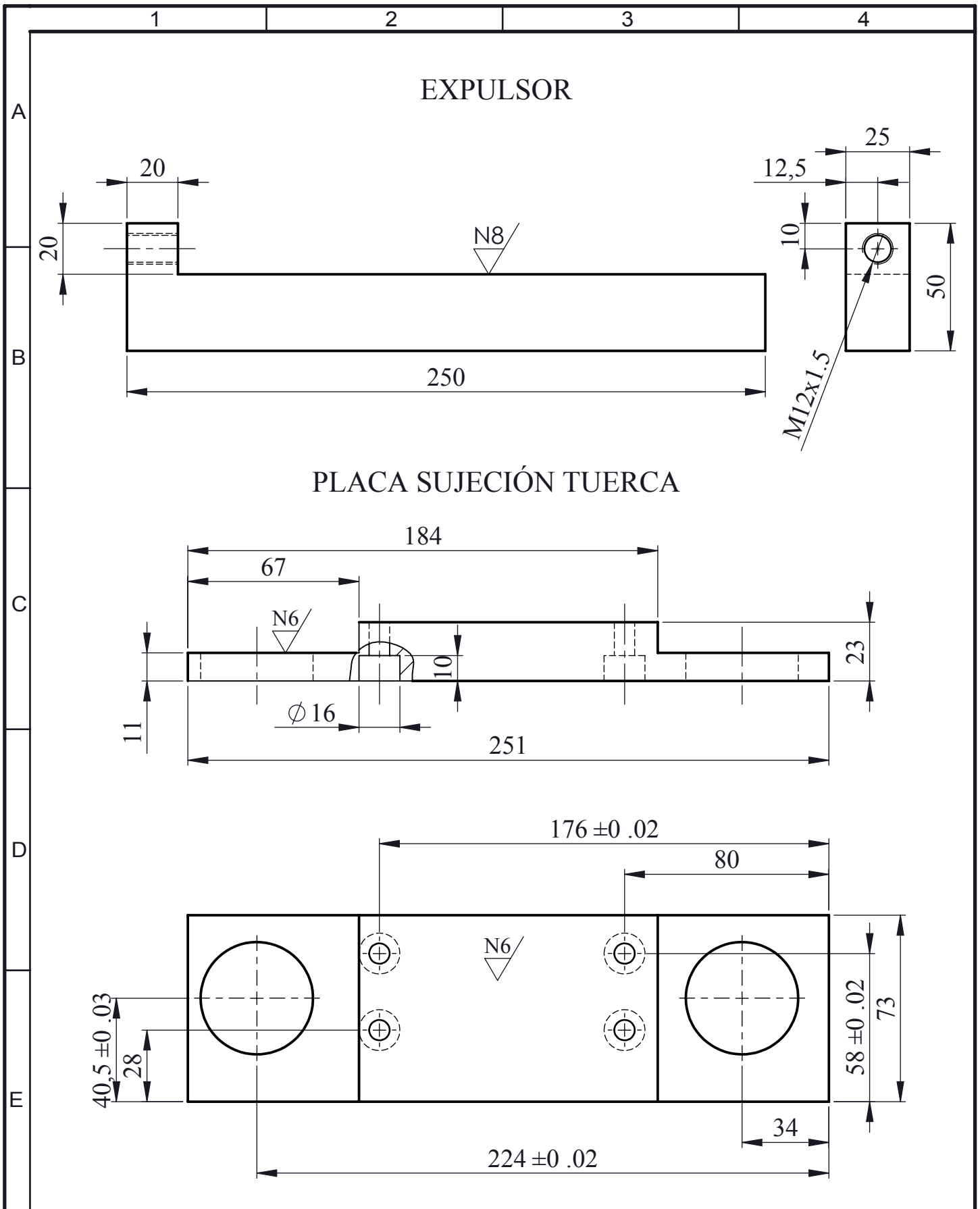
Tolerancias		Peso:		Material:	
				VARIOS	
Fecha		Nombre		TITULO:	
03-06-10		NUNEZ WILSON		MÁQUINA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO	
Rev.		Ing. CARRILLO M.		Escala:	
01-10-10				1:10	
Apr.		Ing. CARRILLO M.		Registro:	
				N° LAMINA: 1/17	
Edición		Modificación		SUSTITUCION	
Fecha		Nombre		INGENIERIA MECÁNICA	



DETALLE C
ESCALA 1 : 10

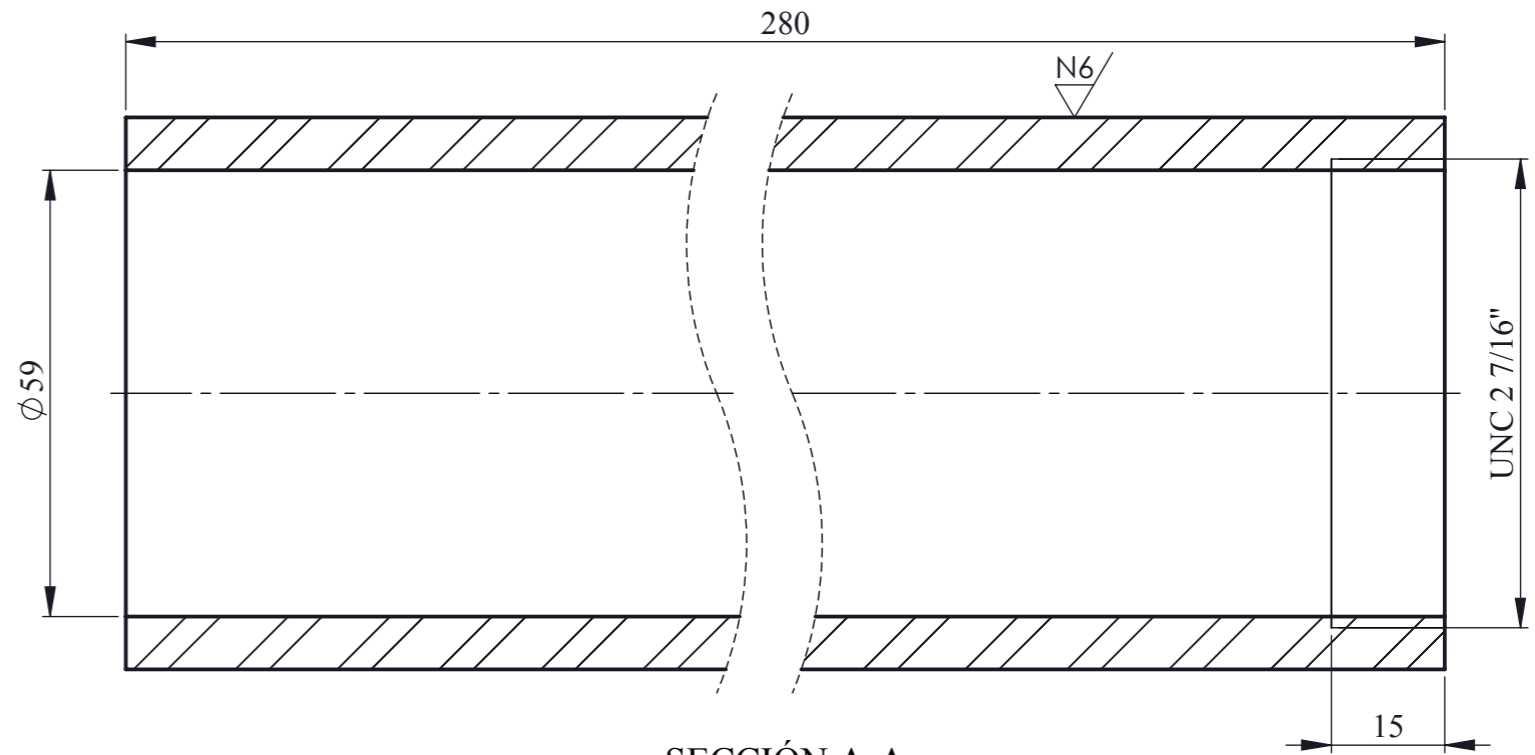
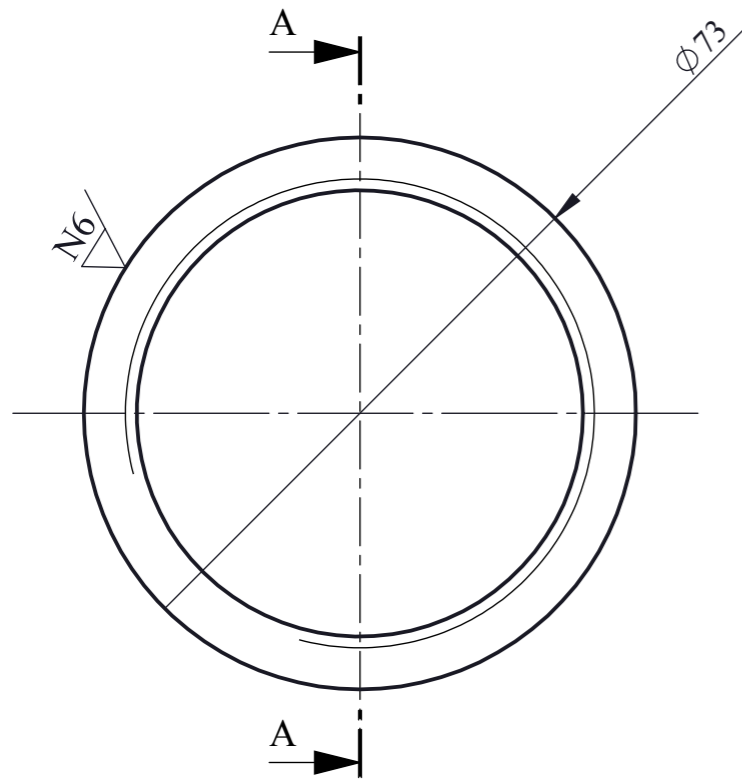
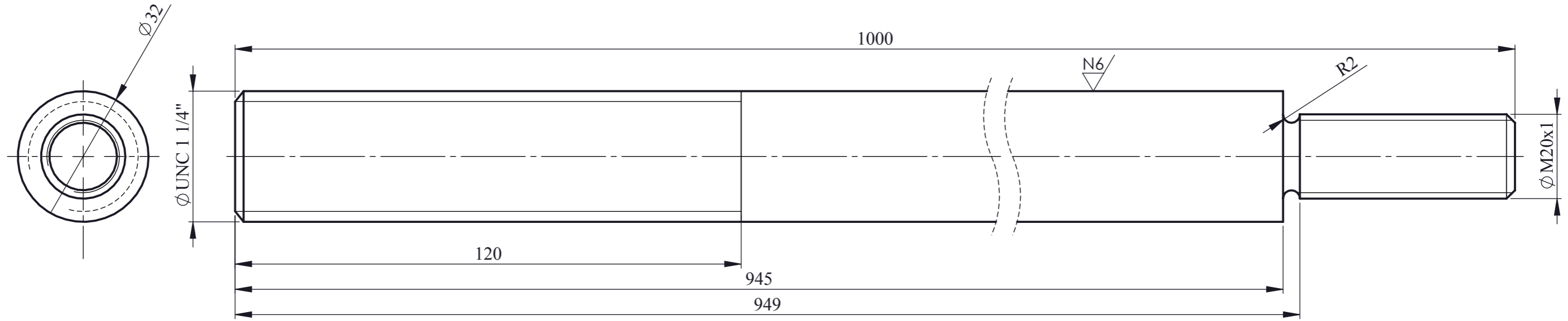
NOTA: Todas las juntas de la estructura
tienen el mismo proceso de soldadura

				Tolerancias ±10	Peso 71.13 Kg	Material: TUBO ASTM A-36 50X50X3		
						TITULO: ESTRUCTURA	Escala: 1:1	
				Dib.	08-05-10		NUÑEZ WILSON	
				Rev.	08-11-10		Ing. CARRILLO M.	
				Apro.	08-11-10		Ing. CARRILLO M.	
				U.T.A.		N° LAMINA: 9/16	Registro: 	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERIA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN:		



				Tolerancias ±1	Peso: 3.58 Kg	Material: ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	TITULO:	Escala:
				Dib. 08-05-10	NUÑEZ WILSON	PLACA SUJECIÓN DE TUERCA, EXPULSOR	1:2
				Rev. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				Apro. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				U.T.A.		N° LAMINA: 12/16	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERIA MECÁNICA		SUSTITUCION	

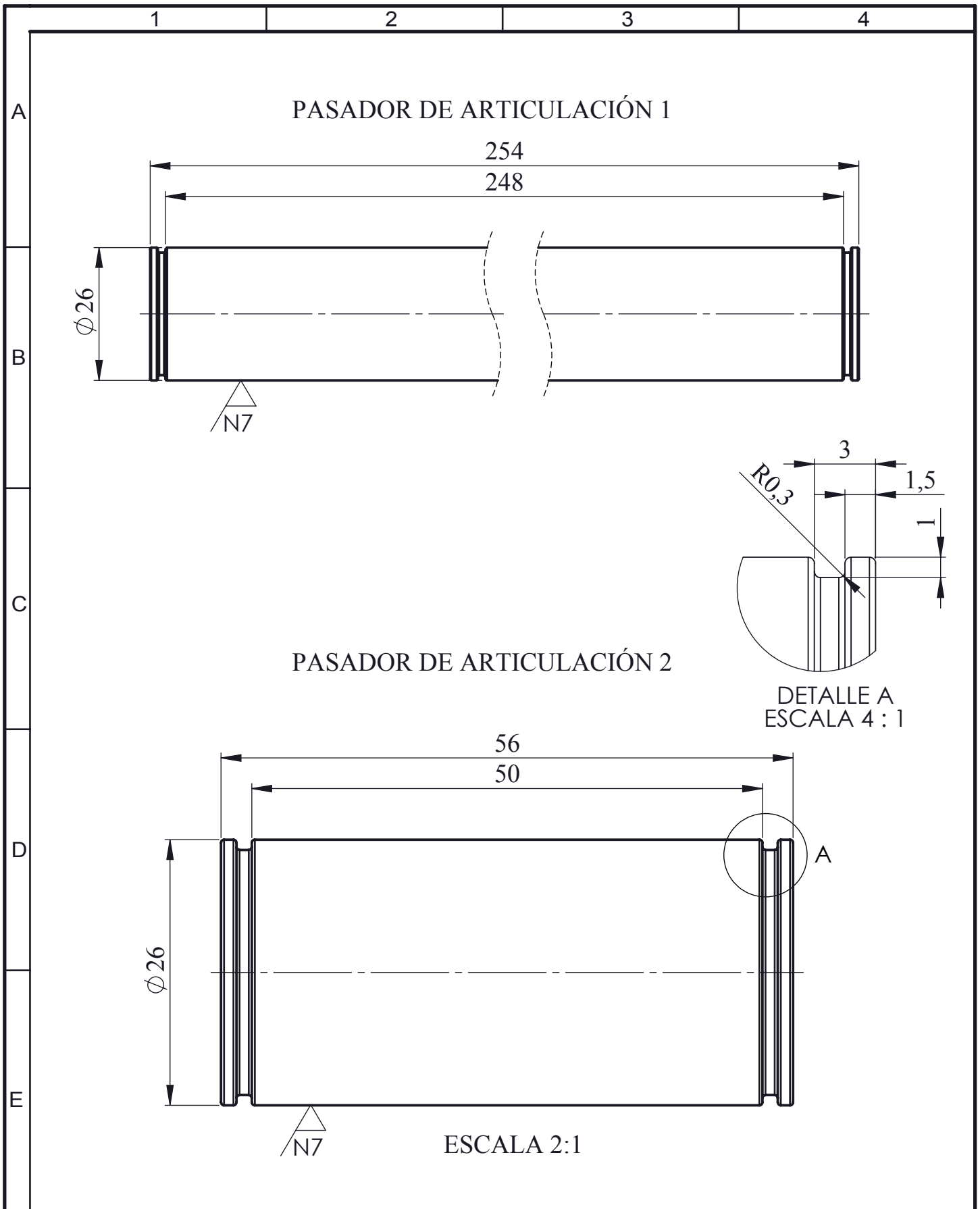
EJES GUIA DE PLACAS
MATERIAL: ACERO E410



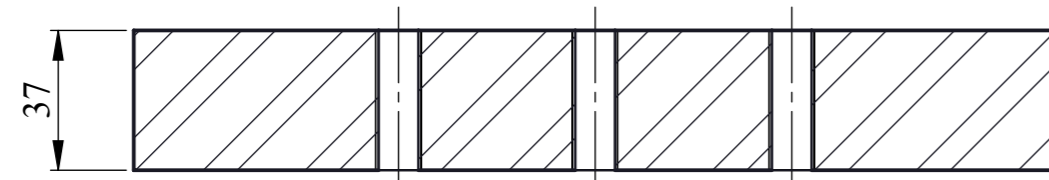
SECCIÓN A-A

HUSILLO
Material: ANSI A 355

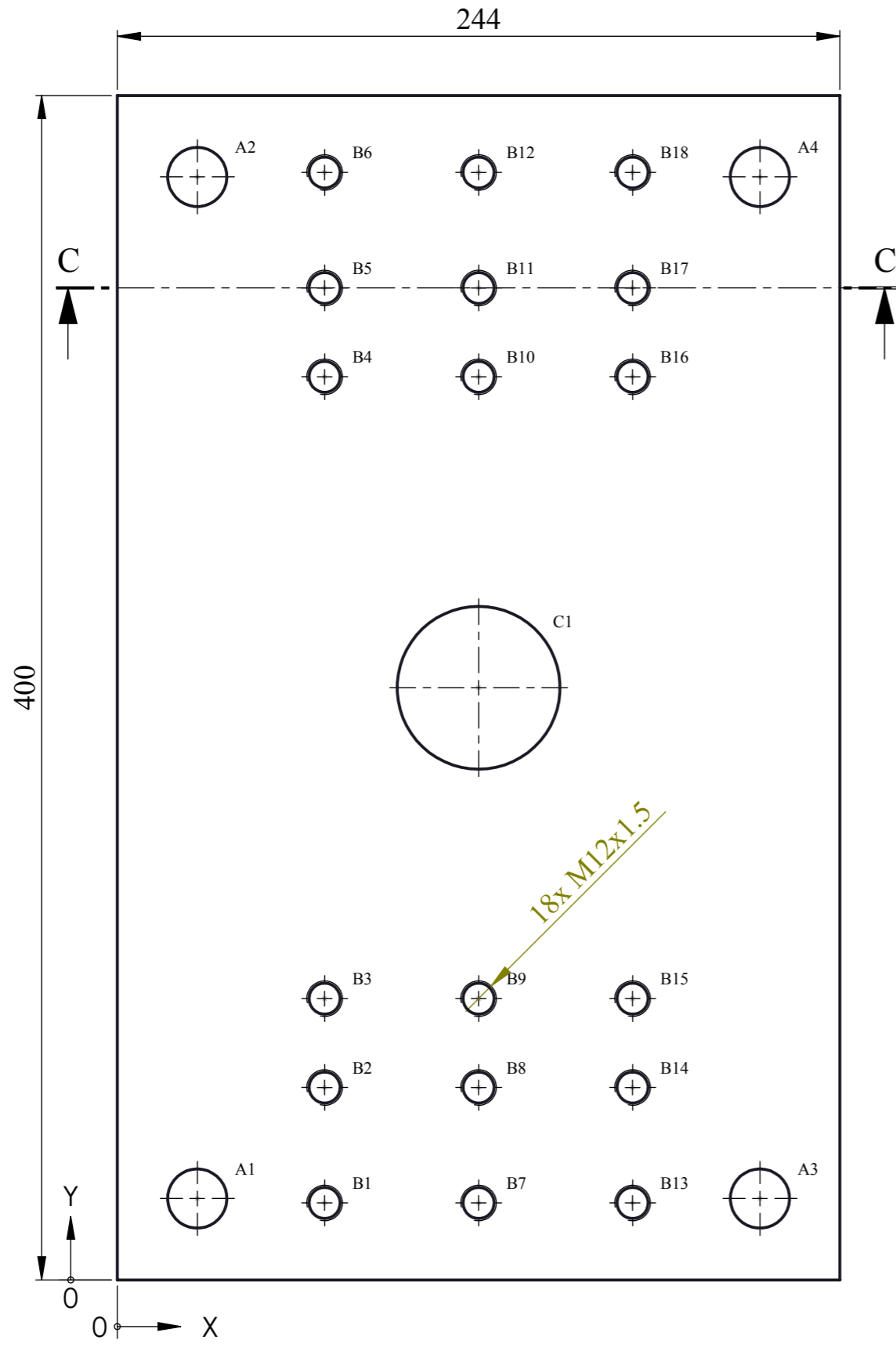
				Tolerancias ±0.5	Peso: 3.12 Kg	Material: VARIOS	
						TITULO: EJE, HUSILLO	Escala: 1:1
						N° LAMINA: 5/16	Registro:
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. INGENIERIA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN	
				Dib.	08-11-10	NUÑEZ WILSON	
				Rev.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.	
				Apro.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.	



				Tolerancias	Peso:	Material:	
				±0.02	2.14 Kg	AISI 4340	
				Fecha	Nombre	TITULO:	Escala:
				Dib. 08-05-10	NUÑEZ WILSON	PASADOR DE ARTICULACIÓN 1 PASADOR DE ARTICULACIÓN 2	1:1
				Rev. 01-10-10	Ing. CARRILLO M.		
				Apro. 01-10-10	Ing. CARRILLO M.		
				U.T.A.		N° LANIMA:	Registro:
						INGENIERIA MECÁNICA	13/16
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	SUSTITUCIÓN			



SECCION C-C



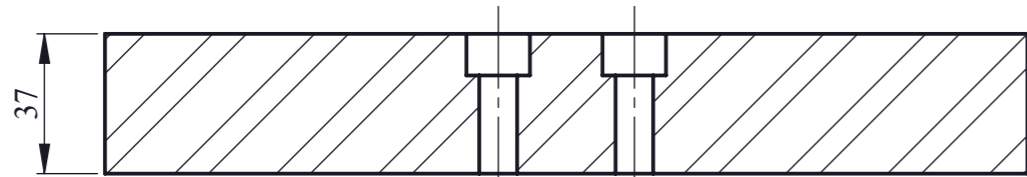
N6

NUM	EJE X	EJE Y	DIMENSIONES
A1	27	27.50	Ø 20
A2	27	372.50	Ø 20
A3	217	27.50	Ø 20
A4	217	372.50	Ø 20
B1	70	26	Ø 10.50 POR TODO
B2	70	65	Ø 10.50 POR TODO
B3	70	95	Ø 10.50 POR TODO
B4	70	305	Ø 10.50 POR TODO
B5	70	335	Ø 10.50 POR TODO
B6	70	374	Ø 10.50 POR TODO
B7	122	26	Ø 10.50 POR TODO
B8	122	65	Ø 10.50 POR TODO
B9	122	95	Ø 10.50 POR TODO
B10	122	305	Ø 10.50 POR TODO
B11	122	335	Ø 10.50 POR TODO
B12	122	374	Ø 10.50 POR TODO
B13	174	26	Ø 10.50 POR TODO
B14	174	65	Ø 10.50 POR TODO
B15	174	95	Ø 10.50 POR TODO
B16	174	305	Ø 10.50 POR TODO
B17	174	335	Ø 10.50 POR TODO
B18	174	374	Ø 10.50 POR TODO
C1	122	200	Ø 55

18x M12x1.5

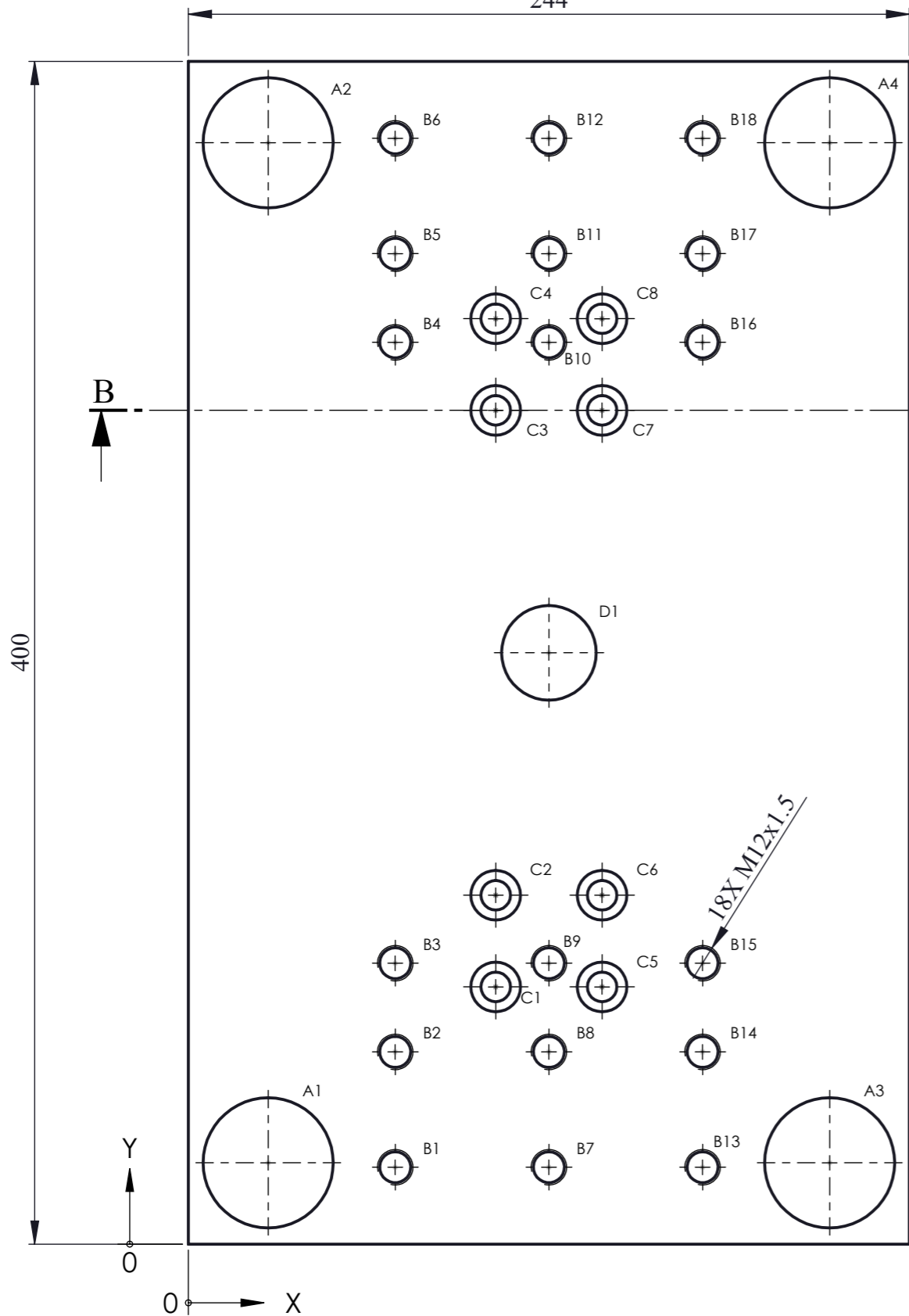
				Tolerancias	Peso	Material:	
				± 1	28.35 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	TITULO:	
				Dib. 08-11-10	NUÑEZ WILSON	PLACA DE SUJECIÓN 1	
				Rev. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.	Escala:	
				Apro. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.	1:2	
				U.T.A.		N° LAMINA:	Registro:
				INGENIERIA MECÁNICA		2/16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	SUSTITUCIÓN			

N6



SECCION B-B

244

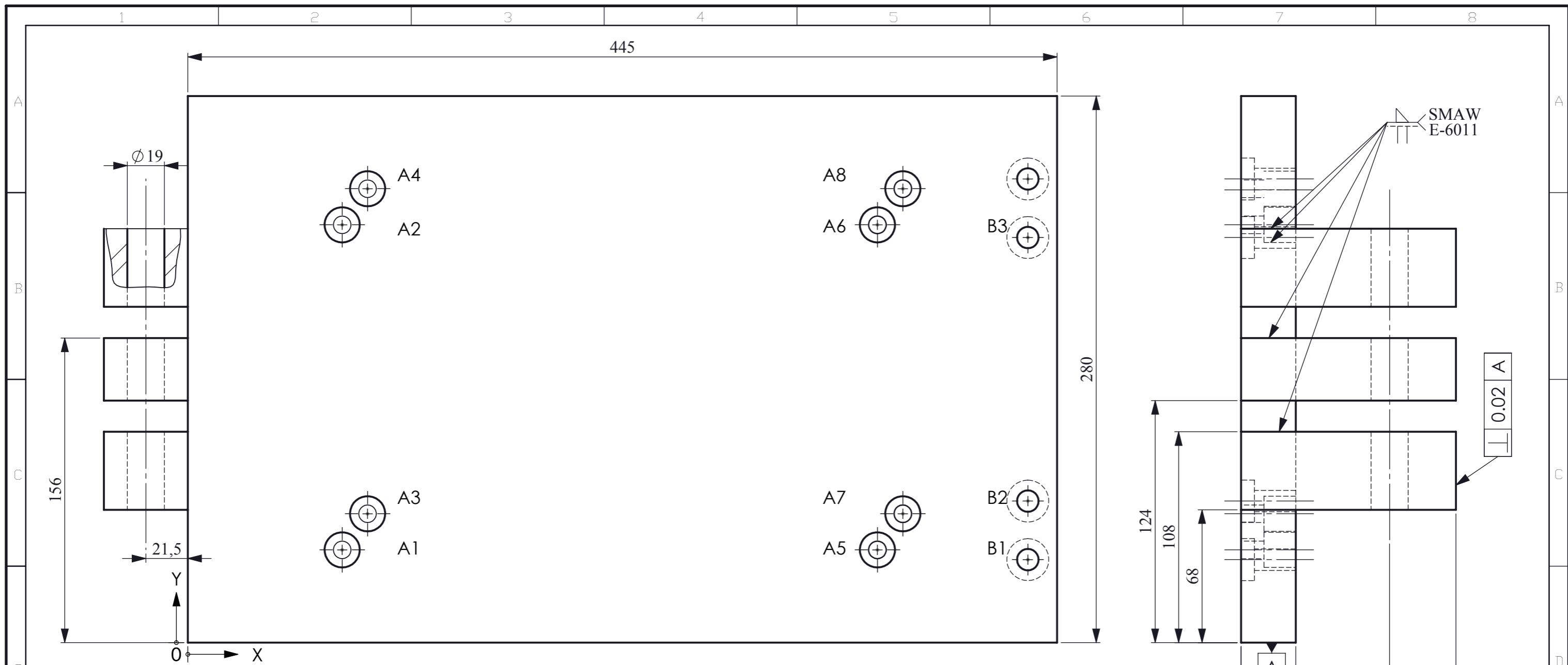


NUM	EJE X	EJE Y	DIMENSIONES
A2	27	372.50	Ø 44
A1	27	27.50	Ø 44
A3	217	27.50	Ø 44
A4	217	372.50	Ø 44
B1	70	26	Ø 10.50 POR TODO
B2	70	65	Ø 10.50 POR TODO
B3	70	95	Ø 10.50 POR TODO
B4	70	305	Ø 10.50 POR TODO
B5	70	335	Ø 10.50 POR TODO
B6	70	374	Ø 10.50 POR TODO
B7	122	26	Ø 10.50 POR TODO
B8	122	65	Ø 10.50 POR TODO
B9	122	95	Ø 10.50 POR TODO
B10	122	305	Ø 10.50 POR TODO
B11	122	335	Ø 10.50 POR TODO
B12	122	374	Ø 10.50 POR TODO
B13	174	26	Ø 10.50 POR TODO
B14	174	65	Ø 10.50 POR TODO
B15	174	95	Ø 10.50 POR TODO
B16	174	305	Ø 10.50 POR TODO
B17	174	335	Ø 10.50 POR TODO
B18	174	374	Ø 10.50 POR TODO
C1	104	87	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ▽ 11
C2	104	118	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ▽ 11
C3	104	282	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ▽ 11
C4	104	313	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ▽ 11
C5	140	87	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ▽ 11
C6	140	118	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ▽ 11
C7	140	282	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ▽ 11
C8	140	313	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ▽ 11
D1	122	200	Ø 32

Tolerancias		Peso:	Material:
±1		28.35 Kg	ASTM A36
Fecha		Nombre	TITULO:
Dib.	08-11-10	NUÑEZ WILSON	PLACA DESLIZANTE
Rev.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.	
Apro.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.	
U.T.A.			N° LAMINA:
INGENIERIA MECÁNICA			3/16
Edición	Modificación	Fecha	Nombre
			Registro:

Escala:
1:2

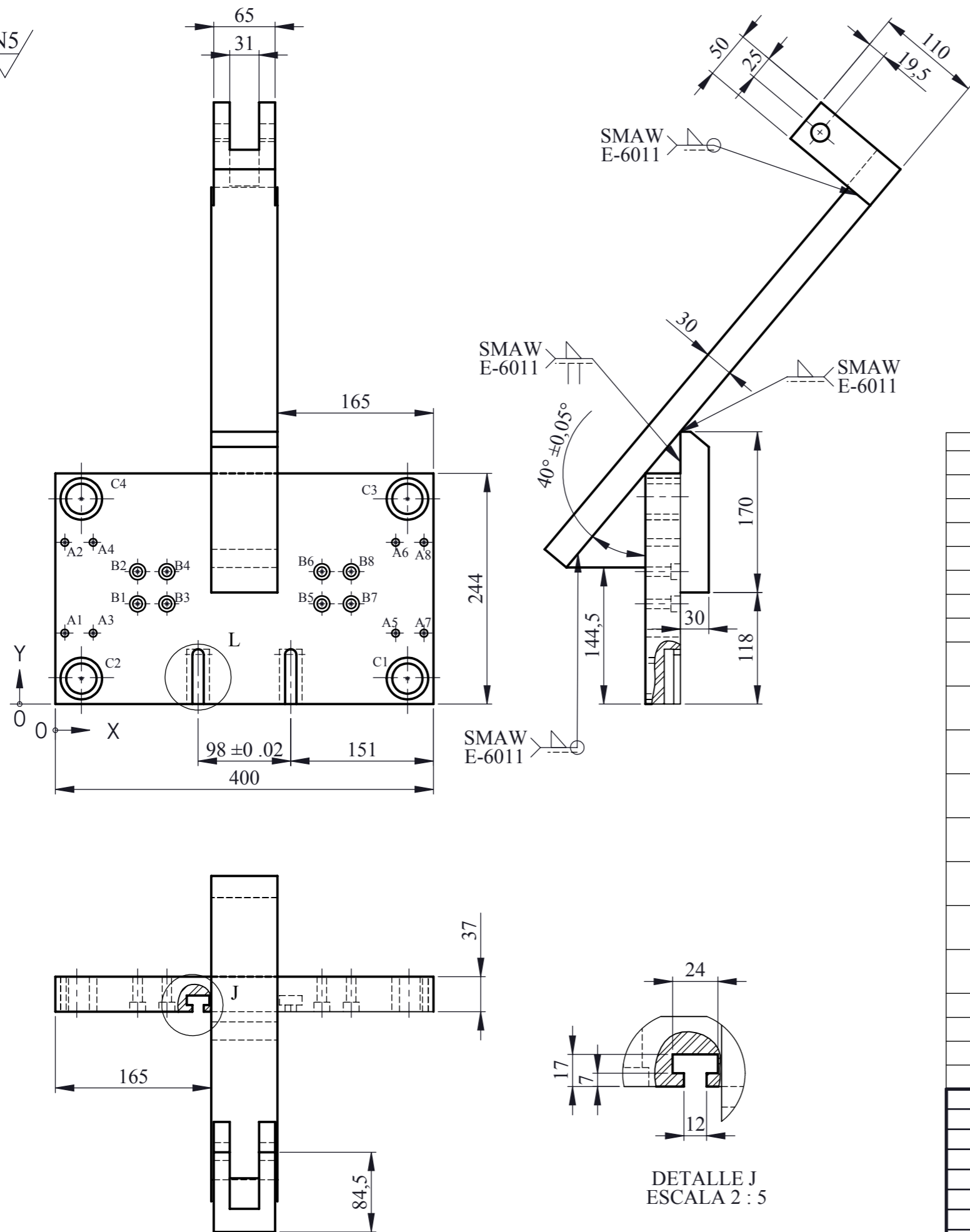
Registro:



NUM.	EJE X	EJE Y	DIMENSIONES
A1	79	47.50	Ø9 POR TODO └─┘ Ø18.01 ▽ 16.3
A2	79	214	Ø9 POR TODO └─┘ Ø18.01 ▽ 16.3
A3	92	66	Ø9 POR TODO └─┘ Ø18.01 ▽ 16.3
A4	92	232.50	Ø9 POR TODO └─┘ Ø18.01 ▽ 16.3
A5	353	47.50	Ø9 POR TODO └─┘ Ø18.01 ▽ 16.3
A6	353	214	Ø9 POR TODO └─┘ Ø18.01 ▽ 16.3
A7	366	66	Ø9 POR TODO └─┘ Ø18.01 ▽ 16.3
A8	366	232.50	Ø9 POR TODO └─┘ Ø18.01 ▽ 16.3
B1	430	42.50	Ø21.5 POR TODO └─┘ Ø11 ▽ 21.2
B2	430	72.50	Ø21.5 POR TODO └─┘ Ø11 ▽ 21.2
B3	430	207.50	Ø21.5 POR TODO └─┘ Ø11 ▽ 21.2

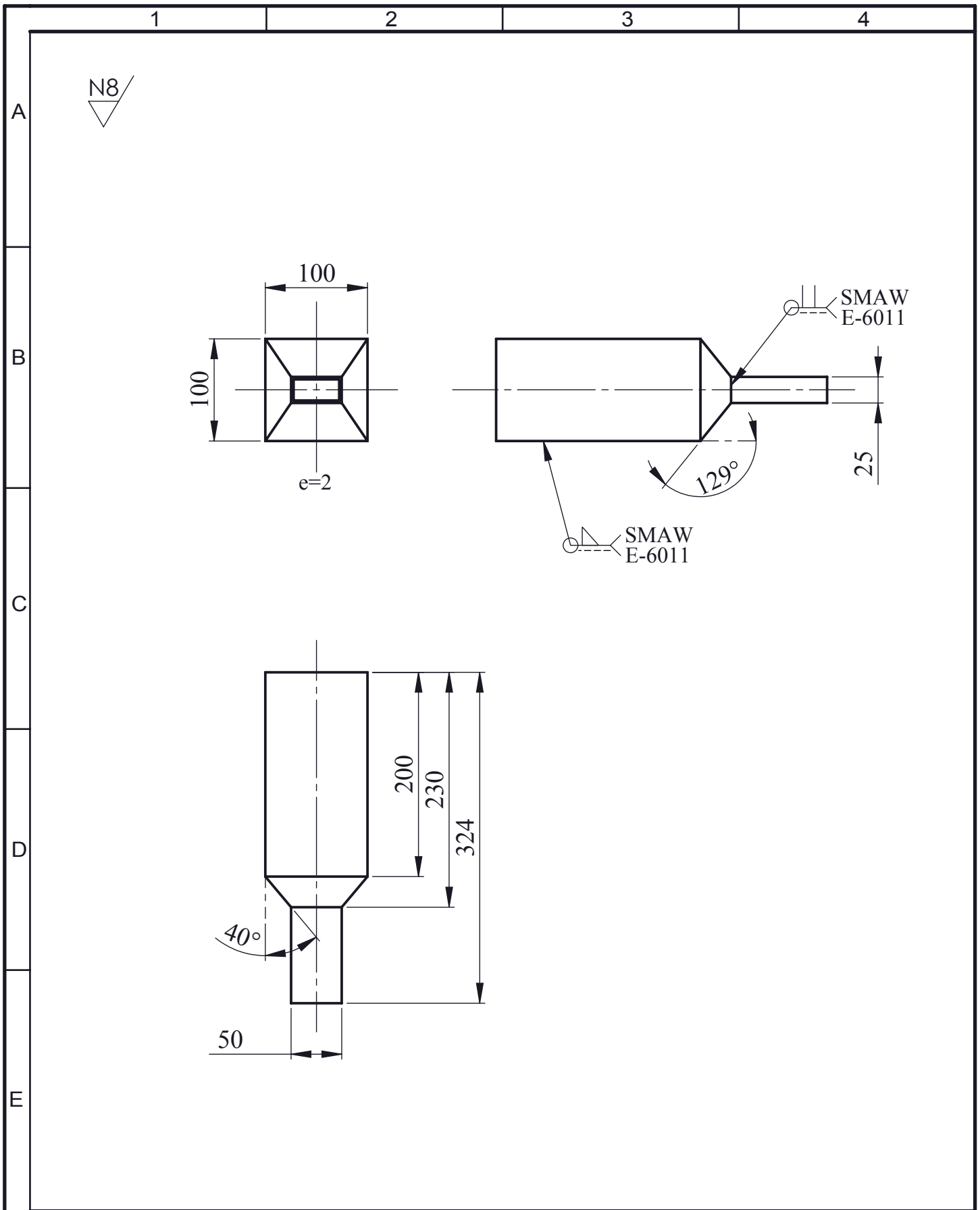
				Tolerancias	Peso:	Materiales	
				±0.05	30.85 Kg	ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	TITULO:	Escala:
				Dib. 08-11-10	NUÑEZ WILSON	PLACA PORTA CAÑON	1:2
				Rev. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				Apro. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				U.T.A.		N° LAMINA:	Registro:
				INGENIERIA MECÁNICA		14/16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			SUSTITUCIÓN	

N5

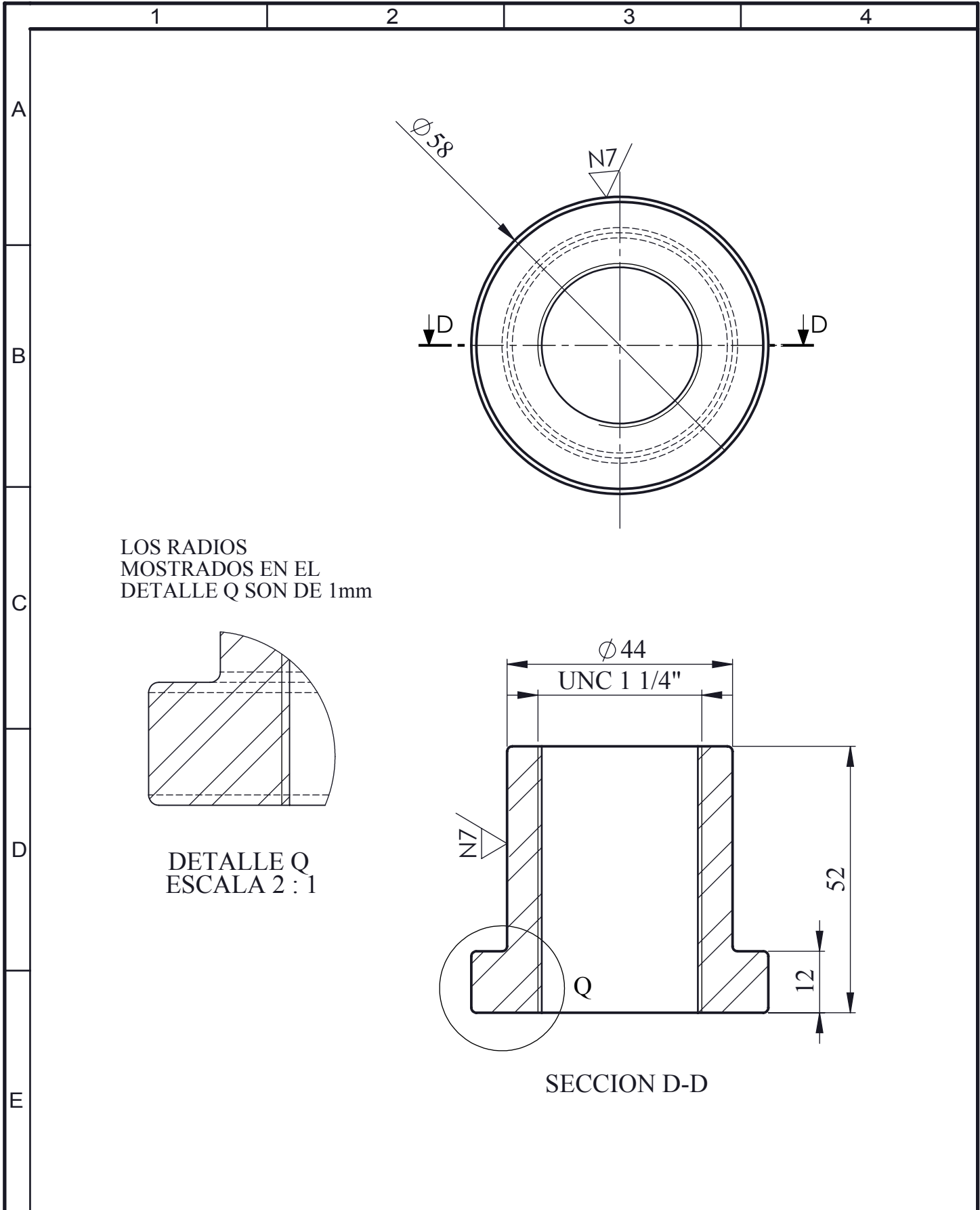


NUM.	EJE X	EJE Y	DIMENSIONES
A1	10	75	Ø 8 POR TODO
A2	10	171	Ø 8 POR TODO
A3	40	75	Ø 8 POR TODO
A4	40	171	Ø 8 POR TODO
A5	360	75	Ø 8 POR TODO
A6	360	171	Ø 8 POR TODO
A7	390	75	Ø 8 POR TODO
A8	390	171	Ø 8 POR TODO
B1	87	106	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ∇ 10
B2	87	140	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ∇ 10
B3	118	106	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ∇ 10
B4	118	140	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ∇ 10
B5	282	106	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ∇ 10
B6	282	140	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ∇ 10
B7	313	106	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ∇ 10
B8	313	140	Ø 10 POR TODO └─┘ Ø 16.80 ∇ 10
C1	372.50	27	Ø 44 ∇ 37
C2	27.50	27	Ø 44 ∇ 37
C3	372.50	217	Ø 44 ∇ 37
C4	27.50	217	Ø 44 ∇ 37

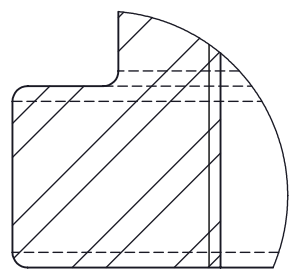
Tolerancias		Peso:	Materiales	
±0.05		41.21 Kg	ASTM A36	
Fecha		Nombre	TITULO:	
Dib.	03-06-10	NUÑEZ WILSON	PLACA DE SUJECIÓN PISTÓN	
Rev.	01-10-10	Ing. CARRILLO M.	Escala:	
Apro.	01-10-10	Ing. CARRILLO M.	1:5	
U.T.A.			N° LAMINA	Registro:
INGENIERIA MECÁNICA			4/16	
Edición	Modificación	Fecha	SUSTITUCIÓN	



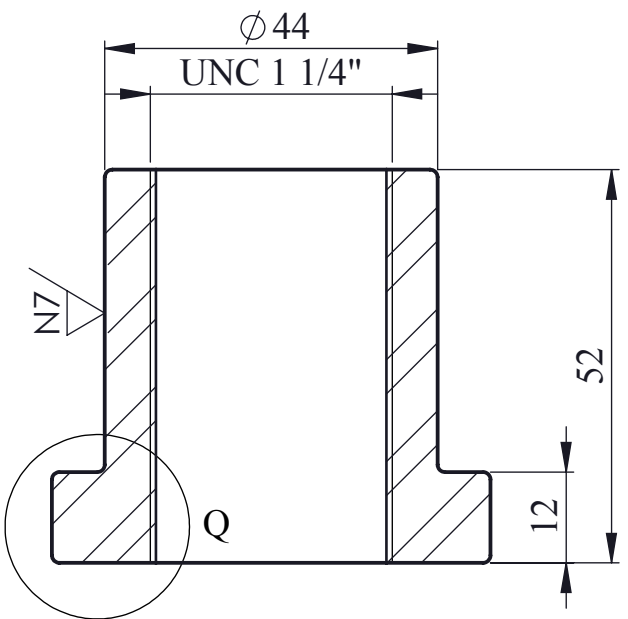
				Tolerancias ±2	Peso: 2.02 Kg	Material: TOL GALVANIZADO ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	TITULO: TOLVA	Escala: 1:5
			Dib.	08-05-10	NUÑEZ WILSON		
			Rev.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
			Apro.	08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				U.T.A.		N° LAMINA: 16/16	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERIA MECÁNICA		SUSTITUCION	



LOS RADIOS
MOSTRADOS EN EL
DETALLE Q SON DE 1mm



DETALLE Q
ESCALA 2 : 1



SECCION D-D

				Tolerancias ±0.05	Peso: 0.15 Kg	Material: BRONCE	
				Fecha	Nombre	TITULO:	Escala:
				Dib. 08-11-10	NUÑEZ WILSON	TUERCA	1:1
				Rev. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				Apro. 08-11-10	Ing. CARRILLO M.		
				U.T.A.		N° LAMINA: 15/16	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERIA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN	