



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO

Tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ EN EL PROCESO DE INYECCIÓN DE TAPAS DE GARRAFONES DE AGUA DE 20 LT, EN LA EMPRESA COVIPLAST”.

Autor: Jaime Rubén Pilatagsi Caiza

Tutor: Ing. Mg. Mauricio Carrillo

Ambato-Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ EN EL PROCESO DE INYECCIÓN DE TAPAS DE GARRAFONES DE AGUA DE 20 LT, EN LA EMPRESA COVIPLAST”. Elaborado por el señor Jaime Rubén Pilatagsi Caiza, Estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica.

Certifico:

Que el presente proyecto es original de su autor.

Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.

Es concluida y puede continuar con el trámite correspondiente

Ambato, Agosto de 2017

.....
Ing. Mg. Mauricio Carrillo

AUTORÍA DEL TRABAJO

El presente trabajo DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ EN EL PROCESO DE INYECCIÓN DE TAPAS PARA GARRAFON DE 20 LT, EN LA EMPRESA COVIPLAST, tanto el contenido, criterio y conclusiones es responsabilidad exclusiva del autor.

Ambato, Agosto de 2017

EL AUTOR

.....

Jaime Pilatagsi

C.I: 180449413-4

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la universidad Técnica de Ambato, para que el presente proyecto técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción del presente documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Agosto de 2017

EL AUTOR

.....

Jaime Pilatagsi

C.I: 180449413-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto técnico realizado por el estudiante Jaime Rubén Pilatagsi Caiza de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ EN EL PROCESO DE INYECCIÓN DE TAPAS DE GARRAFONES DE AGUA DE 20 LT, EN LA EMPRESA COVIPLAST”.

Ambato, Octubre del 2017

Para constancia firman:

.....
Ing. Mg. Francisco Peña

.....
Ing. Mg. Oscar Analuisa

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi padre el cual desde pequeño me enseñó que con esfuerzo y dedicación puedes llegar a cumplir la meta que te propongas, a mi madre quien siempre estaba pendiente y me ha tenido mucha paciencia. A los cuales les estoy agradecido por el apoyo que me brindan.

A mis hermanos quienes me aconsejaron y nunca dejaron que renunciara a cumplir la meta que me trace.

A mis compañeros que en algún momento me brindaron su ayuda y con quienes compartí la vida universitaria.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por haberme permitido ingresar en su institución.

A mi tutor por al impartir sus conocimiento y la paciencia que tuvo para poder realizar el presente proyecto.

Y por último agradecer a la empresa por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
CONTENIDO DE FIGURAS	XII
CONTENIDO DE TABLAS	XV
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
EXECUTIVE SUMMARY.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos	2
1.4.1 Objetivo general	2
1.4.2 Objetivo específico	2
CAPÍTULO II	3
2.1 Investigaciones previas	3
2.2 Fundamentación teórica	4
2.3 Polietileno de baja densidad.....	4
2.4 Máquina inyectora SHE 120	6
2.4.1 Especificaciones técnicas de la inyectora.....	7

2.5 Moldes de inyección	8
2.5.1 Tipos de moldes.....	8
2.5.1.1 Molde de dos placas	8
2.5.1.2 Molde de tres placas	9
2.5.1.3 Molde de mordaza	9
2.5.1.4 Molde de canal caliente	10
2.5.1.5 Molde con canales aislados	10
2.5.2 Materiales para la construcción de moldes.....	11
2.6 Bebedero	11
2.7 Sistema alimentación y de entrada.....	12
2.7.1 Sistemas de canales de alimentación	12
2.7.2 Sistemas de entrada	13
2.7.2.1 Entradas laterales.....	13
2.7.2.2 Entradas en túnel o submarinas	14
2.7.2.3 Entradas capilares.....	14
2.7.2.4 Entrada central o directa.....	15
2.7.2.5 Entrada múltiple	15
2.7.2.6 Entrada de abanico.....	15
2.8 Contracción.....	16
2.9 Configuración del molde.....	17
2.9.1 Factor de escala de la pieza	17
2.9.2 Número de cavidades.....	17
2.9.3 Capacidad de inyección.....	18
2.9.4 Tiempo de inyección	18
2.10 Sistema de refrigeración.....	18
2.11 Salida de aire de los moldes	19

2.12 Desmoldeo	19
2. 12. 1 Guías y centrado de interiores	20
2.13 Proceso de manufactura	21
2.13.1 Los CNC	21
2.13.2 Tipos de CNC	21
2.13.3 Códigos ISO	22
CAPÍTULO III	24
3.1 Selección de alternativas	24
3.1.1. Factores relevantes para la selección de alternativas.....	24
3.1.2 Material para la construcción de la matriz.....	24
3.1.3 Selección de alternativas	26
3.1.4 Máquinas control numérico (CNC).....	28
3.2 Cálculo o modelo operativo	29
3.2.1 Parámetros de diseño para el molde de inyección	29
3.2.2 Cálculo del factor de escala	29
3.2.3 Selección del canal de alimentación	30
3.2.4 Dimensionamiento del sistema de distribución	31
3.2.5 Capacidad de inyección LDPE	36
3.2.6 Cálculo del número de cavidades	36
3.2.7 Cálculo tiempo de inyección	37
3.2.9 Cálculo del sistema de enfriamiento.....	39
3.2.10 Cálculo espesor de placas	44
3.2.11 Guía parte móvil	47
3.2.12 Sistema de expulsión	49
3.2.13 Sistema de ventilación	52
3.2.14 Dimensiones del molde	53

3.2.14.1 Placa fija	55
3.2.14.2 Placa porta cavidad	55
3.2.14.3 Placa porta núcleo.....	56
3.2.14.4 Regle.....	56
3.2.15 Mecanizado.....	57
3.2.16 Ensamble del molde de inyección	58
3.2.17 Montaje de la matriz en la máquina inyectora.....	61
3.2.18 Pruebas de funcionamiento de la matriz.....	63
3.3 Presupuesto	66
3.3.1 Costo de la materia prima.....	66
3.3.2 Costo elementos molde.....	67
3.3.3 Costo del mecanizado	67
3.3.4 Costo del diseño.....	68
3.3.5 Costo total del proyecto.....	68
CAPÍTULO IV	69
4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
4.1.1 Conclusiones.....	69
4.1.2 Recomendaciones	70
BIBLIGRAFÍA	71
ANEXOS	74

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 2. 1 Código de identificación del polietileno de baja densidad	5
Figura 2. 2 Esfuerzo-Deformación de algunos termoplásticos	6
Figura 2. 3 Máquina de inyección SHE 120	7
Figura 2. 4 Partes básicas de un molde	8
Figura 2. 5 Molde de dos placas convencional con dos cavidades	8
Figura 2. 6 Molde de tres placas: a) cerrado y b) abierto.....	9
Figura 2. 7 Detalle de un molde con elementos deslizables	9
Figura 2. 8 Molde de canales calientes	10
Figura 2. 9 Esquema de un molde con canales aislados	10
Figura 2. 10 Manguito bebedero	12
Figura 2. 11 Sección transversal de los principales canales de alimentación	12
Figura 2. 12 Entrada lateral	13
Figura 2. 13 Entrada de túnel o submarina	14
Figura 2. 14 Entrada capilar	14
Figura 2. 15 Entrada central o directa	15
Figura 2. 16 Entrada múltiple	15
Figura 2. 17 Entrada de abanico.....	16
Figura 2. 18 Circuito conectado en serie: La ventaja principal de este diseño es el bajo riesgo de obturación, seguridad del proceso y de fácil conexión.....	18
Figura 2. 19 Circuitos conectados en paralelo: con baja pérdida de presión y reducidas diferencias térmicas	18
Figura 2. 20 Sistema de respiración en el molde	19
Figura 2. 21 Sistema de eyección.....	19
Figura 2. 22 Componentes de una guía.....	20
Figura 2. 23 Modelos de pernos guía	20

Figura 2. 24 Formas de casquillos guías con tolerancias frecuentes.....	20
Figura 3. 1 Dimensiones del canal trapezoidal modificado	30
Figura 3. 2 Dimensiones del canal trapezoidal modificado	31
Figura 3. 3 Dimensionamiento del bebedero	31
Figura 3. 4 Curva de contacto entre la boquilla de la máquina y el casquillo de bebedero	31
Figura 3. 5 Esquema del casquillo bebedero.....	33
Figura 3. 6 Equilibrio de canales en moldes de múltiple cavidad.....	33
Figura 3. 7 Esquema de ocho cavidades	33
Figura 3. 8 Arreglo de las cavidades en "Y" y "H"	34
Figura 3. 9 Entrada punta de alfiler.....	34
Figura 3. 10 Esquema de la entrada punta de alfiler	35
Figura 3. 11 Ubicación de líneas de enfriamiento.....	43
Figura 3. 12 Distribución de la carga en la placa soporte	45
Figura 3. 13 Fuerza aplicada en la placa expulsora	46
Figura 3. 14 Fuerza aplicada en el extremo de una viga.....	47
Figura 3. 15 Esquema de esfuerzo a compresión y corte en el expulsor	50
Figura 3. 16 Esquema de la línea de ventilación.....	53
Figura 3. 17 Ubicación del canal de ventilación	53
Figura 3. 18 Medidas del molde, vista frontal y superior	54
Figura 3. 19 Placas del molde	54
Figura 3. 20 Análisis de esfuerzo en la placa fija, a) Tensión máxima, b) Deformación máxima y c) Factor de seguridad	55
Figura 3. 21 Análisis de esfuerzo en la placa porta núcleo, a) Tensión máxima, b) Deformación máxima y c) Factor de seguridad	55

Figura 3. 22 Análisis de esfuerzo en la placa porta núcleo, a) Tensión máxima, b) Deformación máxima y c) Factor de seguridad	56
Figura 3. 23 Análisis de esfuerzo en el regle, a) Tensión máxima, b) Deformación máxima y c) Factor de seguridad	56
Figura 3. 32 Molde de inyección 1) Parte móvil, 2) Parte fija.....	58
Figura 3. 33 Ensamble placa porta núcleo.1) Postizo, 2) Buje guía	58
Figura 3. 34 Ensamble parte móvil	59
Figura 3. 35 Ensamble placa porta cavidad	60
Figura 3. 36 Ensamble parte fija	61
Figura 3. 37 Colocación del gancho del tecele en el cáncamo de izaje de la matriz ..	61
Figura 3. 38 Montaje de la matriz en la máquina inyectora.....	62
Figura 3. 39 Registro del anillo centrador.....	62
Figura 3. 40 Sujeción de la matriz mediante bridas	62
Figura 3. 41 Apertura de la matriz	63
Figura 3. 42 Mazarota y tapa de la primera inyección.....	63
Figura 3. 43 Mazarota y tapa de la segunda inyección	64
Figura 3. 44 Mazarota y tapa de la tercera inyección	65
Figura 3. 45 Tapa del cuarto ensayo	65

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2. 1 Principales parámetros técnicos inyectora SHE-120	7
Tabla 2. 2 Aceros para moldes	11
Tabla 2.3 Tamaño de corredores para el moldeo por inyección	13
Tabla 2. 4 Contracción de algunos termoplásticos.....	16
Tabla 2. 5 Descripción de las funciones M para centro de maquinado.....	22
Tabla 2. 6 Descripción de las funciones G para centro de maquinado.	23
Tabla 3. 1 Propiedades físicas del acero M238	24
Tabla 3. 2 Propiedades físicas del acero W302.....	25
Tabla 3. 3 Propiedades físicas del acero AISI S7	25
Tabla 3. 4 Propiedades físicas del acero STAVAX	26
Tabla 3. 5 Alternativas	27
Tabla 3. 6 Criterios de evaluación.....	27
Tabla 3. 7 Criterio: Resistencia.....	27
Tabla 3. 8 Criterio: Disponibilidad	27
Tabla 3. 9 Criterio: Maquinabilidad.....	28
Tabla 3. 10 Criterio: Costo.....	28
Tabla 3. 11 Conclusiones	28
Tabla 3. 12 Característica de la pieza.....	29
Tabla 3. 13 Distancia de los corredores	34
Tabla 3. 14 Volumen del sistema de distribución	35
Tabla 3. 15 Área proyectada de las cavidades y canal de recorrido	37
Tabla 3. 16 Especificaciones para acoples de enfriamiento.....	43
Tabla 3. 17 Área de la sección transversal del capuchón.....	49
Tabla 3. 18 Distancias para la línea de ventilación	53

Tabla 3. 19 Placas del molde.....	54
Tabla 3. 20 Parámetros de la primea inyección	63
Tabla 3. 21 Parámetros de la segunda inyección	64
Tabla 3. 22 Parámetros de la tercera inyección.....	64
Tabla 3. 23 Parámetros de la cuarta inyección.....	65
Tabla 3. 24 Costo de las placas	66
Tabla 3. 25 Costo de los ejes.....	66
Tabla 3. 26 Costo elementos molde	67
Tabla 3. 27 Costo de mecanizado	67
Tabla 3. 28 Costo de mano de obra.....	67
Tabla 3. 29 Costo de diseño	68
Tabla 3. 30 Costo total del proyecto	68

RESUMEN EJECUTIVO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ EN EL PROCESO DE INYECCIÓN DE TAPAS DE GARRAFONES DE AGUA DE 20 LT, EN LA EMPRESA COVIPLAST.

Jaime Rubén Pilatagsi Caiza

Ing. Mg. Mauricio Carrillo

El presente proyecto se desarrolló en la ciudad de Ambato en la empresa “COVIPLAST”, el interés de la empresa por la construcción de esta matriz radica en la necesidad de producir un nuevo producto.

Para el diseño de la matriz se debe considerar diferentes parámetros tales como: material a inyectar, la máquina inyectora a utilizar, las características del producto a elaborar, los materiales a usar en la construcción de la matriz. El diseño inicia con el cálculo de número de cavidades, luego con la configuración de la matriz, cálculo de la presión de inyección y fuerza de cierre, después se seleccionó el porta molde. El dimensionamiento y comprobación de resistencia de las placas se lo realizó por mediante análisis por elementos finitos.

La construcción y ensamble de la matriz se lo realizó en el taller donde se fabricó utilizando los recursos económicos, materiales y humanos del mismo. El montaje de la matriz se lo realizó en la empresa para garantizar su correcto funcionamiento mediante pruebas de inyección.

EXECUTIVE SUMMARY

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MATRIX IN THE INJECTION PROCESS OF CAPS OF WATER BOTTLES OF 20 LT, IN THE COMPANY COVIPLAST.

Jaime Rubén Pilatagsi Caiza

Ing. Mg. Mauricio Carrillo

This project was developed in the city of Ambato in the company "COVIPLAST", the interest of the company for the construction of this matrix lies in the need to produce a new product.

For the design of the matrix should be considered different parameters such as: material to be injected, the injection machine to be used, the characteristics of the product to be developed, the materials to be used in the construction of the Matrix. The design starts with the calculation of number of cavities, then with the configuration of the matrix, calculation of the injection pressure and closing force, then the mould holder was selected. The sizing and resistance test of the plates is done by means of finite element analysis.

The construction and assembly of the Matrix was carried out in the workshop where it was manufactured using the economic, material and human resources of the same. The Assembly of the Matrix was carried out in the company to ensure its correct operation by means of injection tests.

CAPÍTULO I

1.1 Tema

Diseño y construcción de una matriz en el proceso de inyección de tapas de garrafones de agua de 20 lt, en la empresa COVIPLAST.

1.2 Antecedentes

La elaboración de productos plásticos en Tungurahua tiene una participación del 0,61% a nivel nacional, algunas de las industrias dedicadas a la elaboración de estos productos son: Italplásticos, Holviplast, entre otras. [1, p. 11]

Tungurahua es la provincia con mayor variedad de industrias de la región. Un estudio realizado por la Cámara de Industrias de Tungurahua, el sector industrial ha tenido una evolución muy dinámica, debido en parte al apoyo del gobierno nacional. [2, pp. 22-23]

En Ambato entre las empresas que elaboraran envases plásticos son: Industria Plásticas Brothers, PICA Plásticos Industriales C.A. [3, p. 1]

La empresa “COVIPLAST” tiene dos moldes de inyección traídos de China, son de dos tipos: uno para la elaboración de preformas de botella de 17 gr, y otro para la elaboración de tapas de 28 mm. La materia prima que utilizan para la fabricación de los artículos plásticos son: LDPE, HDPE, PET y PP, las cuales compran en Quito.

1.3 Justificación

“COVIPLAST” es una empresa pequeña que se dedica a la elaboración de botellas PET, tapas e inyección de piezas plásticas. La cual tiene una capacidad de producción de 400 mil botellas mensual.

Tiene la necesidad de incrementar la gama de sus productos; entre el cual se encuentra la fabricación de tapas para botellones de agua. Estas tapas son requeridas por embotelladoras de agua tales como: Aqua Clara ubicada en Pelileo, Eco Vital de la ciudad de Puyo, Vital O2 ubicada en Ambato.

La empresa cuenta con las máquinas inyectoras adecuadas, y la materia prima para realizar la fabricación de las tapas. El proyecto surge de la necesidad antes mencionada y se requiere el diseño y construcción de un molde de una matriz, que le permita a la empresa obtener un nuevo producto, el molde debe tener un correcto funcionamiento que garantice la calidad del producto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar y construir una matriz en el proceso de inyección de tapas de garrafones de agua de 20 lt, en la empresa COVIPLAST.

1.4.2 Objetivo específico

- Realizar el modelado del producto a fabricarse.
- Analizar y seleccionar los diferentes materiales para la fabricación del molde.
- Construir y ensamblar el molde de inyección.
- Realizar pruebas que garanticen la funcionalidad del molde.

CAPÍTULO II

2.1 Investigaciones previas

En la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional en el año 2007 el Sr. Mauricio Javier López Chicaiza en su tesis de grado denominada “Diseño y construcción de una matriz de inyección para la fabricación de enchufes”, donde llegó a concluir:

En la elaboración y montaje de los elementos o componentes para la construcción de la matriz de inyección para la fabricación de enchufes se emplea materia prima de fácil adquisición y economía en el mercado nacional, lo cual favorece la producción en serie de los enchufes.

En la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el año 2009 el Sr. Daniel Alejandro Andino Núñez en su tesis de grado denominada “Diseño, modelación, simulación y construcción de molde para tapas de cilindro de gas de uso doméstico por inyección plástica”, donde llegó a concluir:

La selección de materiales para cada placa del molde es importante, puesto que cada una tiene una función mecánica diferente y están sometidos a distintos esfuerzos. El material óptimo para todo el molde diseñado es el acero M238, pero por costos de fabricación se optó también por los aceros AISI 1010 para las placas porta moldes y porta machos y el acero 705 para guías, columnas y machos.

El sistema de refrigeración diseñado fue el más óptimo, dándonos buen desempeño del molde que garantiza la correcta relación entre la inyección y la refrigeración, ya que un molde demasiado frío no permitiría el correcto llenado de la pieza y un molde

demasiado caliente produciría que se quemara el material y por ende deformaciones de la pieza.

La presión se controla en el momento de la calibración de la máquina, mediante inyecciones de prueba ya que este es un parámetro muy importante tanto en el diseño como en la producción de las piezas inyectadas, puesto que una presión baja no permite el llenado total del molde y una presión elevada generaría rebabas en la pieza.

En la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional en el año 2015 el Sr. Adrián Jefferson Flores Narváez en su tesis de grado denominada “Diseño, simulación y construcción de una matriz para inyección de cubiertos de polipropileno”, donde llegó a concluir:

Los paquetes informáticos CAE Solidworks Plastic y Autodesk Moldflow Adviser ayudaron en la simulación del proceso de inyección permitiendo predecir posibles defectos en cuanto a la disposición de los elementos y parámetros de llenado de las cavidades.

Durante el proceso de inyección la fuerza de cierre fue suficiente para mantener unidas las placas cavidades.

Durante la construcción se destaca el proceso de acabado superficial por electroerosión placa con placa que permitió asegurar el cierre de la matriz permitiendo que el material inyectado llene las cavidades y no exista rebabas.

2.2 Fundamentación teórica

2.3 Polietileno de baja densidad

Fue el primer polímero comercial derivado del etileno, denominado material de baja densidad o alta presión. Se obtiene por polimerización, por adición a presiones muy altas, necesiándose oxígeno y peróxidos para iniciar la reacción. El producto resultante es un polímero formado por macromoléculas con cadenas laterales. En la Figura 2.1 se indica el código de identificación del LDPE. [4, pp. 24-25]



Figura 2. 1 Código de identificación del polietileno de baja densidad

Fuente: [5, p. 59]

Es un sólido parcialmente cristalino (50-60 %), que se funde alrededor de 150°C . La existencia de las cadenas laterales impide el empaquetamiento y por lo tanto da lugar a polímeros de bajas densidades $0,91 - 0,94 \text{ gr/cm}^3$. Las temperaturas de uso son entre $60 - 80^{\circ}\text{C}$. Un factor a tener en cuenta para el diseño; piezas que trabajen a diferentes temperaturas y tengan tolerancias estrechas es el coeficiente de dilatación de $2,5 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. [4, pp. 24-25]

Con todas las poliolefinas tiene una gran resistencia a los agentes químicos, debido a la naturaleza no polar de los enlaces C-C y C-H. Solamente se disuelven a temperaturas elevadas ($60-140^{\circ}$) en hidrocarburos aromáticos y en derivados alógenos. Le atacan los ácidos oxidantes concentrados (sulfúrico, nítrico), pero los resiste bien sin son diluidos. Conduce muy poco la corriente eléctrica, de ahí su aplicación como aislante. Su resistencia dieléctrica es del orden de 10^{13} a 10^{14} . [4, pp. 24-25]

En la Figura 2.2 se muestra las curvas tensión-deformación de algunos termoplásticos a temperatura ambiente, pudiéndose observa la gran ductilidad de los polietilenos. En los PE, a medida que aumenta la densidad disminuye su ductilidad, así como su resistencia al impacto, transparencia y resistencia al agrietamiento en medios agresivos. [6, pp. 395-396]

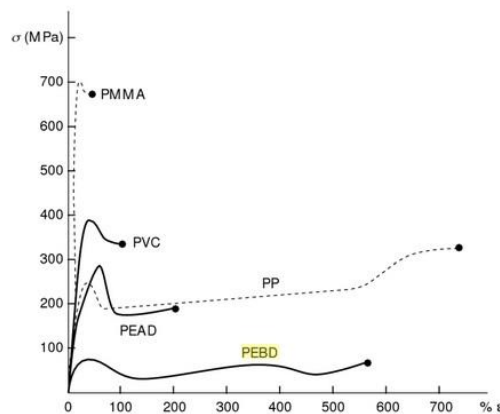


Figura 2. 2 Esfuerzo-Deformación de algunos termoplásticos

Fuente: [6, pp. 395-396]

El polietileno de baja densidad se utiliza para la elaboración de varios productos.

Aplicaciones:

- Bolsas de basura.
- Envases de todo tipo.
- Tuberías de agua y mangueras.
- Film para agricultura.
- Juguetes flexibles.
- Molsas de suero.
- Envases farmacéuticos.
- Recubrimiento de cables.
- Tapones y sellado de envases. [7, p. 110]

2.4 Máquina inyectora SHE 120

En la Figura 2.3 se muestra máquina a utilizar, la inyectora consta de una espiral de plástico de una sola línea en el equipo de inyección. Se puede procesar varios productos, alta velocidad de inyección. El tornillo gira solo si la temperatura de alimentación alcanza el valor establecido. Molde de ajuste de piezas tiene un motor hidráulico como dispositivo de ajuste y almacenamiento de datos. Equipado con alarma automática de errores, el funcionamiento es estable con una alta automatización. Tiene un control hidráulico automático de ajuste del molde. [8, pp. 2-3]



Figura 2. 3 Máquina de inyección SHE 120

Fuente: Autor

2.4.1 Especificaciones técnicas de la inyectora

Tabla 2. 1 Principales parámetros técnicos inyectora SHE-120

#	Ítem	Unidad	SHE 120	
			A	B
1	Diámetro del tornillo	mm	38	40
2	Desplazamiento teórico	cc	255	280
3	Capacidad de inyección (PS)	g	230	252
4	Presión de inyección	MPa	176	160
5	Tasa de inyección	g/s	95	100
6	Radio del tornillo (L/D)		23.4	22.2
7	Capacidad de plastificación (PS)	g/s	16	18
8	Velocidad del tornillo	r.p.m	200	
9	Fuerza de cierre	KN	1280	
10	Carrera de cierre	mm	350	
11	Altura del molde	mm	150 - 420	
12	Distancia entre barras	mm	410x375	
13	Movimiento del eyector	mm	135	
14	Fuerza de eyector	KN	50	
15	Max. Presión de la bomba	MPa	16	
16	Potencia del motor bomba	KW	13	
17	Dimensiones de la máquina	m	4.4x1.55x1.7	
18	Peso de la máquina	t	4.0	

Fuente: [8, pp. 2-3]

2.5 Moldes de inyección

Un molde es un componente de un proceso de moldeo; es un conjunto de una pieza o varias que tiene una cavidad totalmente hueca. En esta se llena con algún tipo de polímero, con el fin de obtener una pieza con una forma deseada. En la Figura 2.4 se muestra las partes básicas de un molde de inyección. [9, pp. 166-189]

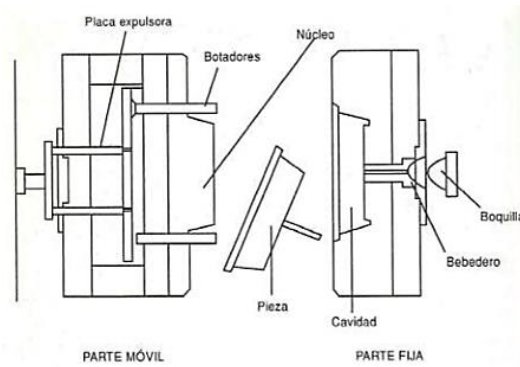


Figura 2. 4 Partes básicas de un molde

Fuente: [9, pp. 166-189]

2.5.1 Tipos de moldes

2.5.1.1 Molde de dos placas

En la Figura 2.5 muestra un molde de dos placas, este tipo de molde la configuración es la más común; consiste en dos mitades que se abren a lo largo de la línea de una partición. El material entra en la cavidad del molde directamente a través de una puerta que ingresa indirectamente por un corredor el cual entrega el material a los lugares deseados a lo largo de la línea de partición. [10, pp. 121-122]

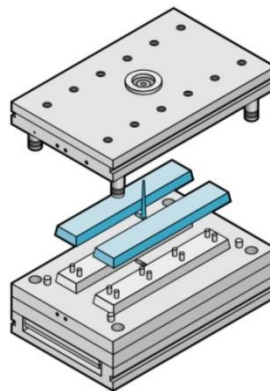


Figura 2. 5 Molde de dos placas convencional con dos cavidades

Fuente [10, pp. 121-122]

2.5.1.2 Molde de tres placas

Este tipo de molde está formado por tres placas: un estacionario que está unido al plato porta moldes, el cual contienen la vena y la mitad de los canales de alimentación. Un segundo plato intermedio o flotante, el cual contiene la otra mitad de las entradas y la cavidad. Y por último un tercer plato móvil que contiene la parte del núcleo del molde, así como el sistema expulsor de la pieza, como se indica en la Figura 2.6. [9, p. 170]

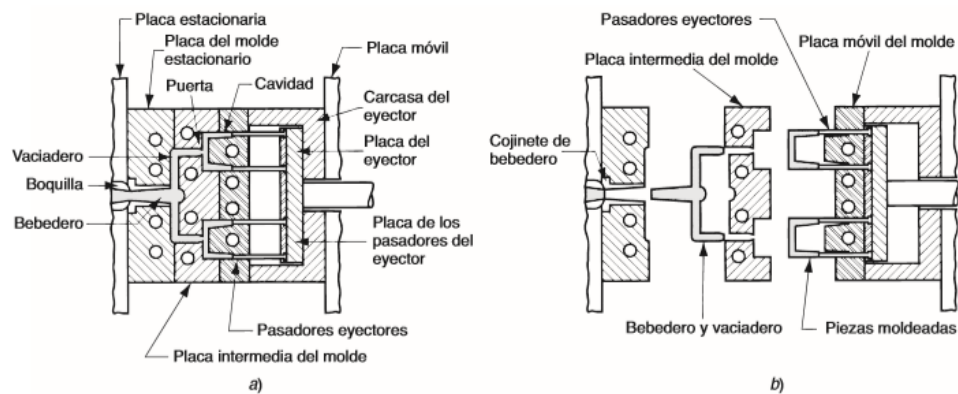


Figura 2. 6 Molde de tres placas: a) cerrado y b) abierto

Fuente: [11, pp. 279-280]

2.5.1.3 Molde de mordaza

En la Figura 2.7 muestra un esquema de un molde de mordaza, generalmente se le conoce como corredera, y son todos en que para permitir el desmoldeo de la pieza necesitan piezas móviles, asistidas con dispositivo mecánico o hidráulico. [12, p. 45]

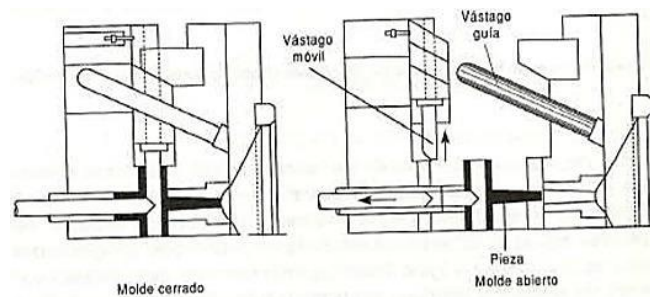


Figura 2. 7 Detalle de un molde con elementos deslizables

Fuente: [9, p. 173]

2.5.1.4 Molde de canal caliente

Estos moldes se utilizan para mantener el plástico en estado fundido hasta la entrada de la cavidad, como se indica en la Figura 2.8. Cuando el molde se abre, la entrada que acaba de endurecerse, queda libre del sistema del canal de alimentación, los cuales siguen calientes. De este modo la pieza sale libre de la entrada y del canal de alimentación, lo cual permite un moldeo automático. [9, p. 171]

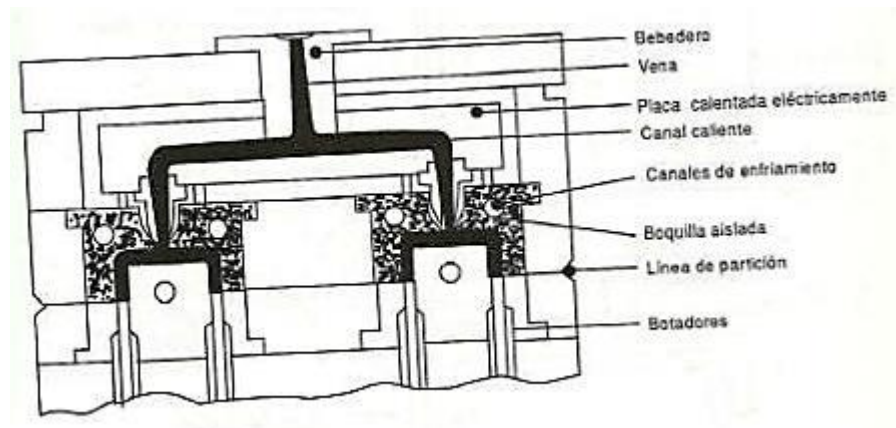


Figura 2. 8 Molde de canales calientes

Fuente: [9, p. 171]

2.5.1.5 Molde con canales aislados

El molde es una variación del diseño de canales calientes. La capa externa del material en el canal actúa como aislante para que el material permanezca fundido; y fluya por el canal. Este tipo de molde se lo utiliza en multicavidades con entradas centrales, como se indica en la Figura 2.9. [9, p. 172]

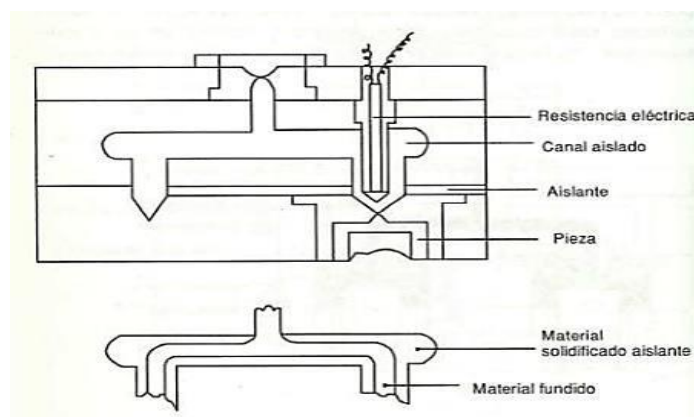


Figura 2. 9 Esquema de un molde con canales aislados

Fuente: [9, p. 172]

2.5.2 Materiales para la construcción de moldes

Para la elaboración con polímeros mediante el proceso de inyección, son indispensables moldes de gran calidad, con elaboraciones precisas y deben presentar una alta duración, generalmente estos se fabrican en acero. [13, p. 12]

La base de los moldes generalmente se los fabrica con acero AISI P20, el cual proporciona una buena mezcla de propiedades para los moldes, en aplicación con materiales tales como el LDPE. En la Tabla 2.2 muestra algunos de los aceros utilizados en la fabricación de moldes. [10, p. 162]

Tabla 2. 2 Aceros para moldes

Componentes del molde	Aceros
Pacas de cavidad	P20, H13, S7, 420SS
Placas de sujeción	1020, 1030, 1040, 1045
Eyectores	H13
Placas expulsoras	P20, H13, S7
Bujes y pernos guía	O1, A2, P6
Bebedero	O1, A2, L6, A2, A6, S7,P6

Fuente: [10, p. 162]

Se utiliza además aceros templados, tales como el H13, para materiales más abrasivos o resinas de relleno mineral. El acero D2 es de uso frecuente en áreas de alto desgaste, utilizado en el corredor y partes móviles. Las pequeñas inserciones y componentes se utilizan los aceros O1, O6, A2. [10, p. 162]

2.6 Bebedero

Muchas veces los moldes están constituidos únicamente por un canal cónico de entrada, este canal se llama bebedero cónico. Para que la boquilla quede bien centrada en el orificio de entrada, la superficie del manguito bebedero suele tener una concavidad que permite acomodar la punta esférica de la boquilla, como se indica en la Figura 2.10. [13, p. 59]

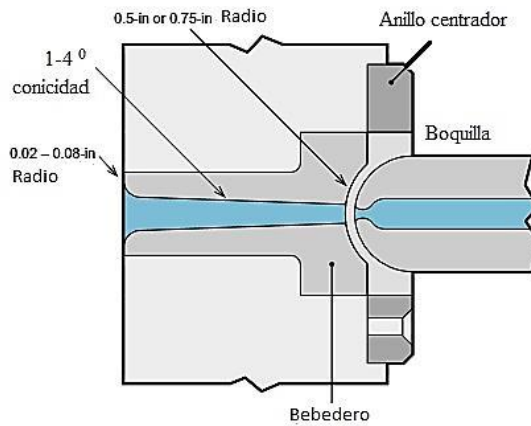


Figura 2. 10 Manguito bebedero

Fuente: [10, p. 133]

El bebedero tiene una altura normalmente de 20 mm; el canal de este se incrementa a base de la conicidad de 4° grados como máximo, de adentro hacia fuera, es decir, desde la boquilla hacia el interior. [13, p. 59]

2.7 Sistema alimentación y de entrada

2.7.1 Sistemas de canales de alimentación

Los canales de distribución constituyen la parte del sistema de llenado, deben tener un tamaño adecuado que permita un rápido y uniforme llenado de todas las piezas.

En la Figura 2.11 se presenta las sesiones transversales de los canales de alimentación más comunes. Se recomienda el uso de canales circulares, ya que representan menor relación de superficie/volumen, también los canales trapezoidales dan buenos resultados y permite que el sistema de alimentación se encuentre en una sola parte del molde. [9, p. 174]

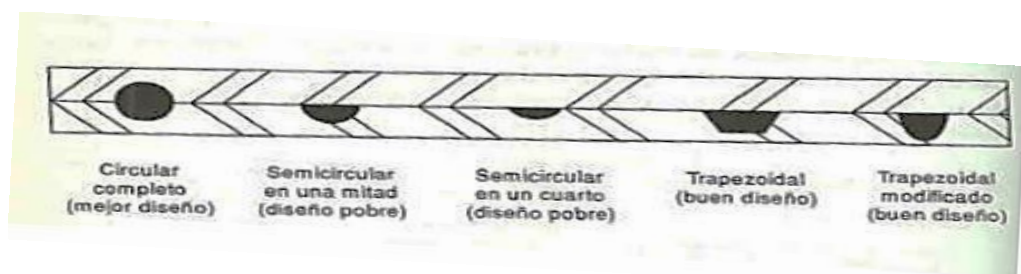


Figura 2. 11 Sección transversal de los principales canales de alimentación

Fuente: [9, p. 174]

En la Tabla 2.3 se indica el tamaño de los corredores para algunos materiales.

Tabla 2.3 Tamaño de corredores para el moldeo por inyección

Material	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro máximo (mm)
ABS	4	9
Nylon 6	1.5	9
PC	4	9
PET	4	9
PE	1.5	9
PP	4	9
PS	3	9
PVC	3	9
SAN	4	9

Fuente: [14, p. 25]

2.7.2 Sistemas de entrada

Es la entrada entre el sistema de alimentación y la cavidad, normalmente tienen diámetros muy pequeños (conocidos como entradas restringidas) no mayores a 1.5mm, lo cual permite que la pieza pueda desprenderse con facilidad de los canales de alimentación. [9, p. 175]

2.7.2.1 Entradas laterales

El plástico fundido entra por un costado de la pieza, como indica la Figura 2.12, y requiere ser desprendidas manualmente por el operario. [9, p. 176]

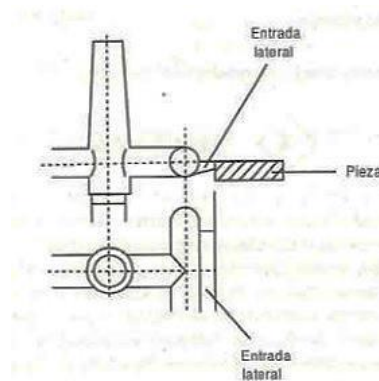


Figura 2. 12 Entrada lateral

Fuente: [9, p. 176]

2.7.2.2 Entradas en túnel o submarinas

Permiten la separación automática de las piezas del sistema de alimentación durante la expulsión (Figura 2.13). Cuando el molde se abre el extremo de la entrada se rompe, liberando las piezas del canal de alimentación, normalmente este tipo de entradas se utilizan en moldes con multicavidades. [9, p. 177]

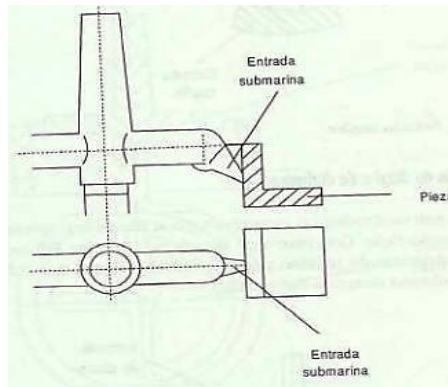


Figura 2. 13 Entrada de túnel o submarina

Fuente: [9, p. 177]

2.7.2.3 Entradas capilares

Son las más utilizadas en la mayoría de materiales plásticos, ya que permiten un enfriamiento rápido y la separación automática de la pieza; ya que consiste en un pequeño capilar que puede desprenderse con facilidad, como se muestra en la Figura 2.14. Se lo utiliza en moldes de tres placas y canales calientes. [9, p. 177]

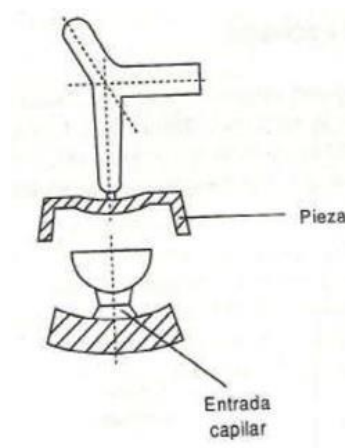


Figura 2. 14 Entrada capilar

Fuente: [9, p. 178]

2.7.2.4 Entrada central o directa

La entrada es más grande y queda unida a la pieza para ser cortada posteriormente, (Figura 2.15). Se utiliza en piezas grandes y en moldes de una sola cavidad en las que se alcanza un llenado rápido. [9, p. 180]



Figura 2. 15 Entrada central o directa

Fuente: [9, p. 180]

2.7.2.5 Entrada múltiple

Se las utiliza con gran frecuencia para todo tipo de material, cuando; por el diseño de la pieza el molde tiene zonas frágiles con flujo limitado. De este modo el flujo es mejor y equilibra la presión alrededor de las zonas frágiles del molde, como se ve en la Figura 2.16. [9, p. 181]

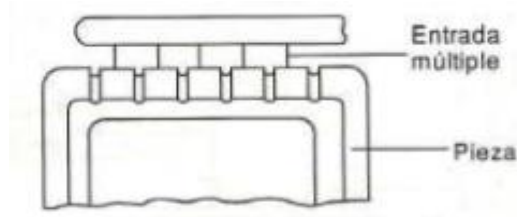


Figura 2. 16 Entrada múltiple

Fuente: [9, p. 181]

2.7.2.6 Entrada de abanico

Permite que el material fluya a la cavidad a través de una entrada de gran área, pero de poco espesor (Figura 2.17). Se la utiliza en piezas con zonas frágiles o productos

de gran superficie en la que el material puede inyectarse en la cavidad; a través de una entrada amplia para llenar el molde con rapidez. [9, p. 181]

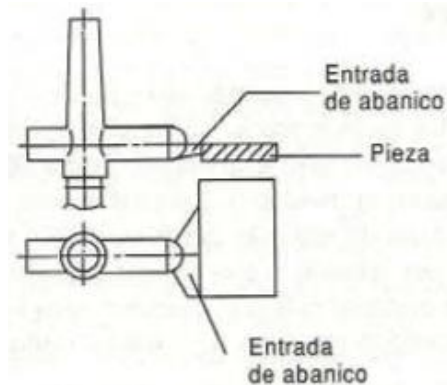


Figura 2. 17 Entrada de abanico

Fuente: [9, p. 181]

2.8 Contracción

La contracción depende del tipo del plástico y de la forma del artículo a fabricar, y se denomina como la diferencia porcentual entre las dimensiones del molde y las de la pieza, a la temperatura ambiente. [15, p. 153]

A continuación la Tabla 2.4 muestra los porcentajes de contracción de algunos termoplásticos.

Tabla 2. 4 Contracción de algunos termoplásticos

Material	Contracción en %
Nylon 6	1 - 1.5
LDPE	1.5 - 3
HDPE	2 - 3
PS	0.5 - 0.7
Estireno - acrilonitrilo (SAN)	0.4 - 0.6
Polimetilmetacrilato (PMMA)	0.3 - 0.6
Policarbonato (PC)	0.8
Polioximetileno (POM)	2
PVC rígido (PVC-U)	0.5 - 0.7
PVC plastificado (PVC-P)	1 - 3
ABS	0.4 - 0.6
PP	1.2 - 2

Fuente: [15, p. 153]

2.9 Configuración del molde

2.9.1 Factor de escala de la pieza

Cálculo de factor de escala:

$$fs = \frac{1}{1 - (\%/100)} \quad \text{Ec. 2. 1}$$

Dónde:

fs = Factor de escala de la pieza a inyectar

% = Porcentaje de contracción según el material [13, p. 139]

2.9.2 Número de cavidades

La cantidad de cavidades se calcula:

Por la relación entre el peso o volumen máximo del material correspondiente que puede inyectar la máquina y el peso o volumen del artículo. [13, p. 46]

Según ello, la cantidad máxima teórica será:

$$F_1 = \frac{\text{volumen de inyección de la máquina, } S_v, \text{ en cm}^3}{\text{volumen pieza + mazarota, } A_v, \text{ en cm}^3} \quad \text{Ec. 2. 2}$$

2. Por la relación entre el rendimiento de plastificación del cilindro inyector y el producto del número de inyecciones por el volumen del artículo, referido al material correspondiente. [13, p. 46]

Según ello, el número de cavidades realizables será:

$$F_2 = \frac{\text{rendimiento de plastificación, } L \text{ en cm}^3/\text{min}}{\text{numero de inyecciones, } Z/\text{min} \times (\text{volumen pieza + mazarota, } A_v, \text{ en cm}^3)} \quad \text{Ec. 2. 3}$$

F_1 es siempre el valor teórico máximo. No puede aplicarse en la práctica ya que consume el volumen total de la inyección de la máquina. Las máquinas de construcción moderna tienen una alta tasa de plastificación, el número de cavidades F_2 solo debe ser revisado para piezas de paredes delgadas. Una regla indica. [13, p. 47]

$$0.4F_1 \leq F_2 \leq 0.8F_1 \quad \text{Ec. 2. 4}$$

2.9.3 Capacidad de inyección

La capacidad de inyección máxima se señala en gramos de poliestireno. La capacidad para otro material cualquiera (material X) se determinará por la Ecuación 2.5: [9, p. 138]

$$\text{Cap. de inyección} = \text{Cap. de inyección del PS} \frac{\text{Densidad "X"}}{\text{Densidad del PS}} \quad \text{Ec. 2. 5}$$

2.9.4 Tiempo de inyección

También conocido como tiempo de llenado del molde, es el lapso necesario para que el material fundido pase desde el barril a las cavidades del molde al estar ejerciéndose la presión de inyección. [9, p. 138]

$$\text{Tiempo de inyección, } t_i \text{ (s)} = \frac{\text{Peso de la(s) pieza(s)} \text{ (g)}}{\text{Capacidad de inyección, } C_i \text{ (g/s)}} \quad \text{Ec. 2. 6}$$

2.10 Sistema de refrigeración

Un aspecto importante en el diseño del molde es el adecuado sistema de refrigeración. Con un enfriamiento rápido se reduce el tiempo del ciclo y el costo total, mientras que un enfriamiento uniforme y eficiente, mejora la calidad del producto, reduciendo los problemas de encogimiento, esfuerzos congelados y de extracción de la pieza. [9, p. 184]

Básicamente hay dos tipos de distribución de canales, en serie (Figura 2.18) o en paralelo (Figura 2.19); y a su vez una combinación de ambos.

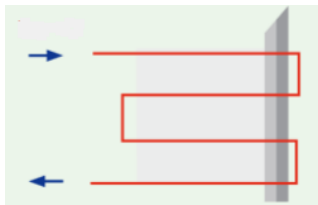


Figura 2. 18 Circuito conectado en serie: La ventaja principal de este diseño es el bajo riesgo de obturación, seguridad del proceso y de fácil conexión

Fuente: [16, p. 37]

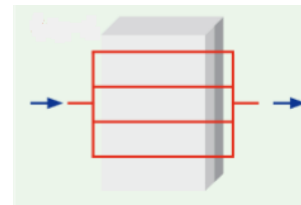


Figura 2. 19 Circuitos conectados en paralelo: con baja pérdida de presión y reducidas diferencias térmicas

Fuente: [16, p. 37]

2.11 Salida de aire de los moldes

Cuando el molde se llena con el material fundido, el aire atrapado dentro de este debe encontrar una salida. Si el escape o respiración es deficiente, corre el peligro de obtener zonas sin rellenar y con poca solidez; mala apariencia, marcas de quemaduras, extracción difícil y poco eficiente. Una zona del molde donde es común situar los respiradores en el sistema de expulsión y núcleos móviles (Figura 2.20); así como en línea de partición, situándolos en diferentes partes. [9, p. 183]

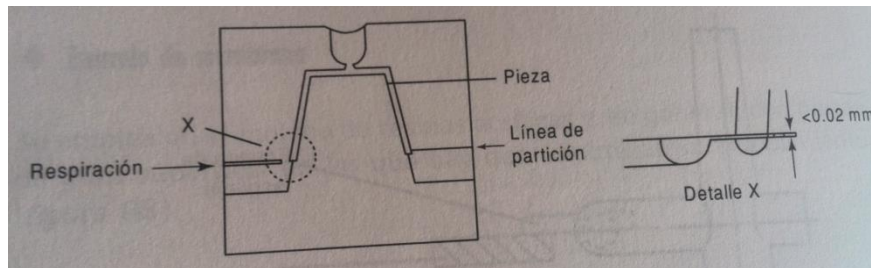


Figura 2. 20 Sistema de respiración en el molde

Fuente: [9, p. 184]

2.12 Desmoldeo

Enfriada y solidificada la pieza, se la debe extraer del molde, el caso ideal sería aquel en que la cayera por gravedad al abrir el molde, separándose de la cavidad y núcleo. Pero la pieza queda retenida por resaltes, fuerzas de adherencia y tensiones internas; por lo que hay que desprenderla del molde con dispositivos especiales. [13, p. 153]

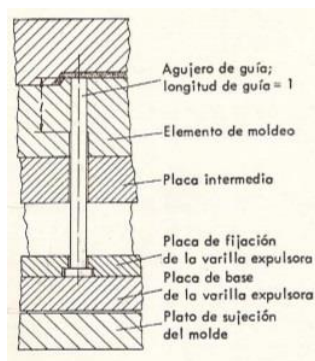


Figura 2. 21 Sistema de eyección

Fuente: [13, p. 153]

El sistema de eyección más conocido opera con varillas expulsoras que separan la pieza del núcleo (Figura 2.21). Estas varillas han de emplearse en cantidad suficiente,

distribuidas de modo que las piezas puedan desmoldarse sin deformaciones ni deterioros. [13, p. 153]

2. 12. 1 Guías y centrado de interiores

La precisión en los moldes se obtiene mediante guías y elementos de centrado. Se trata de pernos que sobresalen de una de las mitades cuando está abierto, y al efectuar el cierre se introduce con un ajuste en los orificios de los casquillos de la otra mitad, como se observa en la Figura 2. 22. [13, p. 193]

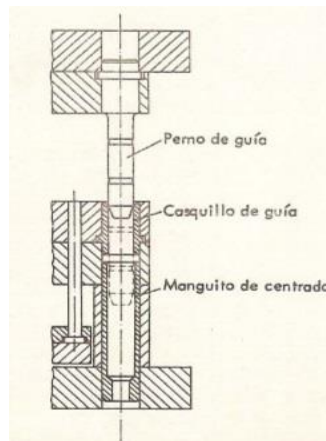


Figura 2. 22 Componentes de una guía.

Fuente: [13, p. 193]

Las guías pueden ser sin ranuras o con espigas (Figura 2.23), al momento del cierre del molde deben alcanzar un centrado efectivo. En la Figura 2.24 se muestra la forma de los casquillos y sirven para la fijación de las placas del molde. Estos componentes se los fabrican con aceros de cementación con una dureza de 60-62 HRC. [13, p. 195]

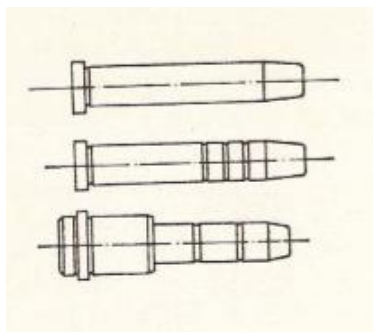


Figura 2. 23 Modelos de pernos guía

Fuente: [13, p. 195]

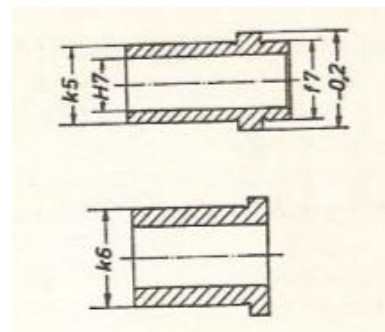


Figura 2. 24 Formas de casquillos guías con tolerancias frecuentes

Fuente: [13, p. 195]

2.13 Proceso de manufactura

2.13.1 Los CNC

El Control Numérico Computarizado (CNC) es un sistema de automatización que aplicado a una máquina herramienta controla todas las acciones de la misma, consiguiendo que esta realice una secuencia de operaciones y movimiento que se establece en un programa. Las acciones de la máquina se puede automatizar, como el del cabezal, el carro, cambio de herramientas, las velocidades de trabajo, etc. [17, p. 10]

2.13.2 Tipos de CNC

2.13.2.1 Centros de mecanizado

Es una máquina de control numérico de, al menos tres ejes para fresado y taladrado que es capaz de llevar a cabo la operación de arranque de viruta de una pieza cúbica y sin intervención manual al menos en cuatro caras. Son las máquinas CNC más usuales por su gran operatividad, como características se puede señalar:

- Está dotado de movimiento al menos en tres ejes lineales y en una mesa giratoria.
- Lleva a cabo todas las operaciones de arranque por viruta, tanto en movimiento en ejes individuales como en movimientos combinados.
- Está dotado de un almacén de herramientas de distinta configuración en función del número de herramientas utilizado. [18, p. 153]

2.13.2.2 Fresadoras CNC

Tienen al menos tres ejes controlados por sistemas de control numérico, posee cargador de herramienta y posibilidad de movimiento en 4^o y 5^o de eje. Estas máquinas están adaptadas para el fresado de perfiles, de cavidades, de contorno de superficies y operaciones de tallado de dados, en las que se debe controlar simultáneamente dos o tres ejes de la mesa de trabajo. [18, p. 155]

2.13.2.3 Máquinas EDM

Mecanizado por descarga eléctrica (EDM) es el proceso de mecanizado de materiales conductores de la electricidad mediante el uso de chispas controlados que se

producen entre un electrodo y una pieza de trabajo en presencia de un fluido dieléctrico. El electrodo puede considerarse la herramienta de corte. [19, p. 1]

2.13.2.4 Torno CNC

“Es una máquina herramienta que se usa para mecanizar piezas mediante un programa de ordenador que lleva instalado y que le permite producir piezas en cantidades y con gran precisión”. [17, p. 120]

2.13.3 Códigos ISO

Por medio del control numérico, debe seguir las convenciones que el lenguaje de programación requiera, en este caso se refiere a la programación en código ISO. Un programa está compuesto por bloques que contiene secuencialmente una serie de funciones en el código de programación. En cuanto al código ISO, éste se compone de:

- **Funciones de control de avances de los ejes y de velocidad del cabezal (F, S)**, para fijar la velocidad de avance y corte de la máquina.
- **Funciones de control de herramienta (T)**, contiene la información sobre la geometría de las herramientas que se van a utilizar en cada fase, para poder aplicar las compensaciones radio y/o longitud
- **Funciones auxiliares (M)**, que contienen informaciones tecnológicas que generan acciones en la máquina de asistencia al mecanizado (Tabla 2.5).

Tabla 2. 5 Descripción de las funciones M para centro de maquinado.

CODIGO	FUNCION
M00	Parada del programa
M01	Parada opcional
M02	Fin del programa
M03	Inicio con rotación de avance del husillo
M04	Inicio con rotación inversa del husillo
M05	Parada del husillo
M06	Cambio de herramienta
M19	Orientación del husillo
M30	Fin del programa
M48	Liberación de cancelación del limite
M49	Cancelación de limite
M98	Llamada de subprogramas
M99	Fin de subprogramas

Fuente: [20, p. 110]

Funciones preparatorias de Movimiento (G), determinan los valores geométricos y las condiciones de trabajo para conseguirlos (Tabla 2.6). [18, p. 158]

Tabla 2. 6 Descripción de las funciones G para centro de maquinado.

CODIGO	FUNCION
G00	Interpolación lineal, avance rápido
G01	Interpolación lineal, avance programado
G02	Interpolación circular con sentido horario, avance programado
G03	Interpolación circular con sentido antihorario, avance programado
G04	Parada programada
G09	Desaceleración
G17	Selección del plano XY
G18	Selección del plano ZX
G19	Selección del plano ZY
G20	Entrada en pulgadas
G21	Entrada en mm.
G40	Cancelación de la compensación de la herramienta
G41	Compensación de la herramienta a la izquierda
G42	Compensación de la herramienta a la derecha
G49	Cancelación de la compensación de la longitud de la herramienta
G80	Cancelación de ciclo establecido
G83	Ciclo de barrenado
G84	Ciclo de roscado con machuelo
G90	Programación absoluta
G91	Programación relativa
G92	Programación del punto cero absoluto
G94	Avance por minuto (rev. /min.)
G95	Avance por revolución
G97	Velocidad de corte constante
G98	Programación del número de revoluciones del husillo

Fuente: [20, p. 123]

CAPÍTULO III

3.1 Selección de alternativas

3.1.1. Factores relevantes para la selección de alternativas.

Resistencia.- Propiedad de los materiales, trata sobre la capacidad para resistir fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones o deteriorarse de algún modo.

Disponibilidad.- Se refiere a la facilidad con la que se puede adquirir el material, aceros en el mercado nacional.

Maquinabilidad.- Propiedad de los materiales, con las cuales se compara la facilidad de mecanizado por arranque de viruta.

Costo.- Se refiere al costo, el valor total de la adquisición del material, fabricación y montaje. [21, p. 35]

3.1.2 Material para la construcción de la matriz

AISI P20 ≈ M238.- Acero para moldes plásticos suministrado en estado bonificado (300 HB), el cual no disminuye la dureza del núcleo respecto a la superficie a 400 mm debido a su aleación de níquel. En la Tabla 3.1 se muestra las propiedades físicas del M238. [22, p. 31]

Tabla 3. 1 Propiedades físicas del acero M238

Temperatura de ensayo	20 °C
Módulo de elasticidad (N/mm ²)	210000
Conductividad térmica (W/m °K)	33
Calor específico (J/kg °K)	460
Costo	
\$/ kg	9,50

Fuente: [22, p. 31]

Características:

- Resistencia uniforme también en espesores mayores a 400 mm.
- Óptimas propiedades mecánicas.
- Gran tenacidad
- Buena maquinabilidad.
- Buena electroerosionabilidad.

AISI H13 ≈ W302.- La Tabla 3.2 indica las propiedades físicas de este material. Es un acero para trabajo en caliente de excelente tenacidad, resistencia alta al desgaste para trabajo en caliente, adecuada resistencia a grietas por caliente, admite refrigeración por agua. [22, p. 13]

Tabla 3. 2 Propiedades físicas del acero W302

Temperatura de ensayo	20 °C
Módulo de elasticidad (N/mm ²)	215000
Conductividad térmica (W/m °K)	29
Calor específico W/m °K	460
Costo	
\$/kg	12

Fuente: [22, p. 13]

Características:

- Alta ductilidad y tenacidad.
- Resistente a la abrasión.
- Buena resistencia a bajas y altas temperaturas.
- Mecanizado uniforme

AISI S7.- “Acero de herramienta resistente al choque y golpe de gran tenacidad, con resistencia al desgaste”. Las propiedades físicas del material se presentan en la Tabla 3.3. [21, p. 62]

Tabla 3. 3 Propiedades físicas del acero AISI S7

Módulo de elasticidad (GPa)	207
Esfuerzo de cedencia (Mpa)	1520
Esfuerzo de compresión (Mpa)	1090
Conductividad térmica (W/m k)	34

Fuente: [21, p. 62]

Características:

- Resistencia alta a la compresión.
- Buena tenacidad.
- Fácil maquinado en estado recocido.

AISI 420 ≈ STAVAX.- La Tabla 3.4 indica las propiedades físicas de este material. Es un acero inoxidable para utillaje, aleado al cromo. [23, p. 13]

Tabla 3. 4 Propiedades físicas del acero STAVAX

Temperatura de ensayo	20 °C	200 °C
Módulo de elasticidad ((N/mm ²)	200000	190000
Conductividad térmica (W/m C)	14	20
Dureza	50 HRC	45 HRC
Resistencia a la tracción (N/mm ²)	1780	1420
Resistencia a la elasticidad (N/mm ²)	1460	1280
Costo(\$/kg)	13,20	

Fuente: [23, p. 13]

Características:

- Resistencia a la corrosión
- Buena mecanibilidad
- Buena resistencia al desgaste

3.1.3 Selección de alternativas

Por el “método ordinal corregido de criterios ponderados”. El cual permite obtener los resultados significativos, sin la necesidad de evaluar el parámetro de cada propiedad o estimar numéricamente el peso de cada criterio. [24, p. 60]

Mediante el uso de Tablas cada solución se confronta con las otras y mediante una ponderación se usa los siguientes valores:

1 El criterio (o solución) de las filas es superior (o mejor) que el de las columnas.

0,5 El criterio de las filas es equivalente (igual) al de las columnas.

0 El criterio de la fila es inferior que el de la columna. [24, p. 60]

En la Tabla 3.5 se indica las alternativas del acero a utilizar en la construcción de la matriz. En las Tablas 3.6 hasta 3.10 se presenta la evaluación de cada una de las soluciones con respecto a los criterios tomados del Apartado 3.1.1.

Tabla 3. 5 Alternativas

1	M238
2	W302
3	S7
4	STAVAX

Fuente: Autor**Tabla 3. 6** Criterios de evaluación

CRITERIO	Resistencia	Disponibilidad	Maquinabilidad	Costo	$\Sigma+1$	Ponderación
Resistencia		0	0,5	0	1,5	0,150
Disponibilidad	1		1	1	4	0,400
Maquinabilidad	0,5	0		0	1,5	0,150
Costo	1	0	1		3	0,300
				Suma	10	1

Fuente: Autor**Tabla 3. 7** Criterio: Resistencia

Resistencia	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0,5	1	2,5	0,250
Alternativa 2	1		1	1	4	0,400
Alternativa 3	0,5	0		1	2,5	0,250
Alternativa 4	0	0	0		1	0,100
				Suma	10	1

Fuente: Autor**Tabla 3. 8** Criterio: Disponibilidad

Disponibilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	1	4	0,308
Alternativa 2	1		1	1	4	0,308
Alternativa 3	0	0		0	1	0,077
Alternativa 4	1	1	1		4	0,308
				Suma	13	1

Fuente: Autor

Tabla 3. 9 Criterio: Maquinabilidad

Maquinabilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	1	4	0,444
Alternativa 2	0		1	1	3	0,333
Alternativa 3	0	0		0	1	0,111
Alternativa 4	0	0	0		1	0,111
				Suma	9	1

Fuente: Autor

Tabla 3. 10 Criterio: Costo

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	1	4	0,333
Alternativa 2	0,5		1	0,5	3	0,250
Alternativa 3	0	0		1	2	0,167
Alternativa 4	0,5	0,5	1		3	0,250
				Suma	12	1

Fuente: Autor

La Tabla 3.11 muestra la evaluación total de cada criterio mencionado. De este cuadro comparativo la opción a escoger es la uno, entonces el material a usar en la matriz es el AISI P20

Tabla 3. 11 Conclusiones

CRITERIO	Resistencia	Disponibilidad	Maquinabilidad	Costo	\sum	Prioridad
Alternativa 1	0,038	0,123	0,067	1,000	1,227	1
Alternativa 2	0,060	0,123	0,050	0,750	0,983	2
Alternativa 3	0,038	0,031	0,017	0,500	0,585	3
Alternativa 4	0,015	0,123	0,017	0,750	0,905	4

Fuente: Autor

3.1.4 Máquinas control numérico (CNC)

“COVIPLAST” tiene por tercerización la fabricación de moldes de soplado e inyección.

La empresa encargada de la fabricación de los moldes tienen los centros de mecanizado vertical y la electroerosionadora:

MORI SEIKI.
SUPERMAX.

BOHONG MACHINERY

En los cuales se realizara el mecanizado de los postizos y la erosión de la lengüeta de la tapa del molde de inyección. (Especificaciones técnicas Anexo A)

3.2 Cálculo o modelo operativo

3.2.1 Parámetros de diseño para el molde de inyección

El primer paso a tomar en cuenta para el dimensionamiento del modelo del producto que se va a inyectar; en la Tabla 3.12 se puede observar las medidas base de la pieza a elaborar.

Tabla 3. 12 Característica de la pieza

Dimensiones			
Diámetro:	56.7 mm	Altura:	25 cm
Peso:	5 gr	Espesor:	2 mm
			

Fuente: Autor

Con los datos obtenidos del capuchón se procederá con la realización de los cálculos para el dimensionamiento de la matriz.

3.2.2 Cálculo del factor de escala

El material a inyectar es el polietileno de baja densidad cuyo valor de contracción es de 1.5 - 3% (ver Tabla 2.4), se tomará un valor promedio de 2.25 %, considerando que con el valor mínimo la tapa no entraría en garrafón y con el valor máximo la pieza no se ajustaría al botellón y tendría a salirse.

De la Ecuación 3.1 se tiene [13, p. 139]:

$$f = 1.023$$

Ec. 3. 1

Aplicando del factor de escala el diámetro de la tapa será de 58 mm y con un peso de 5.11 g.

3.2.3 Selección del canal de alimentación

El canal seleccionado será el de sección trapezoidal modificado (ver Figura 2.11), tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- El mecanizado se lo realiza solo en una parte del molde, esta puede ser en el lado del postizo o de la cavidad.
- Facilidad de desprendimiento de la mazarota.
- En comparación con la sección circular el mecanizado va en ambas partes del molde, lo cual hace que el costo de fabricación sea más costoso.
- A diferencia de la sección trapezoidal normal tiene menos desperdicio de mazarota. [15, p. 153]

En la Figura 3.1 se puede observar el esquema del canal seleccionado.

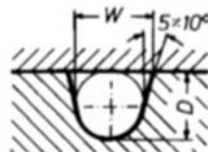


Figura 3. 1 Dimensiones del canal trapezoidal modificado

Fuente: [15, p. 153]

$$D = S_{\text{máx}} + 1.5 \text{ mm} \quad \text{Ec. 3. 2}$$

Donde:

$S_{\text{máx}}$ = Espesor máximo de la pieza (valor medido de 2 mm)

D = Diámetro del canal (mm)

W = Ancho del canal (mm)

Entonces:

$$D = 3.5 \text{ mm}$$

Dado que el canal de alimentación debe tener una gran dimension que permita el flujo del material; se toma un valor de 5 mm(ver Tabla 2.3). En la Figura 3.2 se muestra las dimensiones del canal a utilizar.

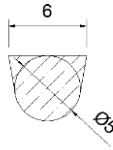


Figura 3. 2 Dimensiones del canal trapezoidal modificado

Fuente: Autor

3.2.4 Dimensionamiento del sistema de distribución

Por requerimiento de la empresa la capacidad del molde deberá de ser de 8 tapas, con lo cual se procederá a determinar el número real de cuantas tapas se podría inyectar en la máquina.

3.2.4.1 Bebedero

En la Figura 3.3 se observa las dimensiones que puede tener el casquillo de bebedero y en la Figura 3.4 se muestra la curvatura de contacto entre la boquilla de la máquina y el casquillo de bebedero.

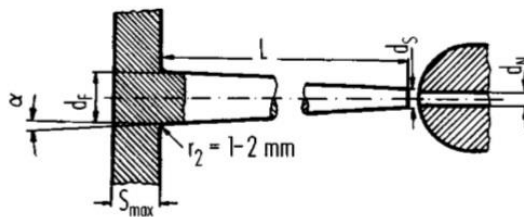


Figura 3. 3 Dimensionamiento del bebedero

Fuente: [15, p. 150]

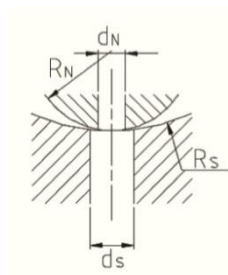


Figura 3. 4 Curva de contacto entre la boquilla de la máquina y el casquillo de bebedero

Fuente: [15, p. 149]

El diámetro del orificio de la boquilla (d_N) debe ser 1 mm más pequeño que del casquillo bebedero (d_S). [15, p. 150]

$$d_S = d_N + 1 \text{ mm}$$

Ec. 3. 3

Dónde:

d_S : diámetro del orificio del casquillo bebedero.

d_N : diámetro de la boquilla de la máquina inyectora ($d_N = 2.5$ mm, valor medido de la máquina).

Entonces:

$$d_S = 3.5 \text{ mm}$$

El radio de curvatura del casquillo de bebedero (R_S) debe ser 1 mm mayor de la superficie esférica de la boquilla (R_N) [15, p. 150].

$$R_S = R_N + 1 \quad \text{Ec. 3. 4}$$

Dónde:

R_N : radio de la punta esférica de la boquilla de la inyectora ($R_N = 14.5$ mm, valor medido de la inyectora).

$$R_S = 15.6 \text{ mm}$$

El canal del casquillo bebedero tiene que ser cónico con una inclinación de 1 a 4⁰. El diámetro de la salida del canal de alimentación (d_f) debe ser 1.5 mm mayor a la sección transversal del canal de alimentación [15, p. 150].

$$d_f = S_{\text{máx}} + 1.5 \text{ mm} \quad \text{Ec. 3. 5}$$

Dónde:

$S_{\text{máx}}$: dimensión máxima del canal de alimentación ($S_{\text{máx}} = 5$ mm).

$$d_f = 6.5 \text{ mm}$$

La altura máxima de un bebedero es de 80 mm, para nuestro caso se toma la mitad debido a que este representaría el espesor de la placa fija [25, p. 13]. En la Figura 3.5 se observar las medidas del bebedero.

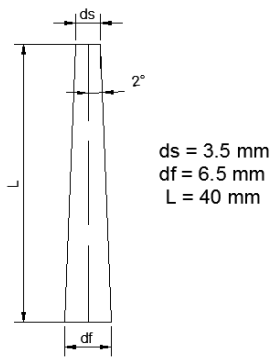


Figura 3. 5 Esquema del casquillo bebedero

Fuente: Autor

3.2.4.2 Distribución de las cavidades

Se procede con la arreglo de las cavidades, en la Figura 3.6 se puede observar los diversos tipos de arreglos para un número determinado de cavidades.

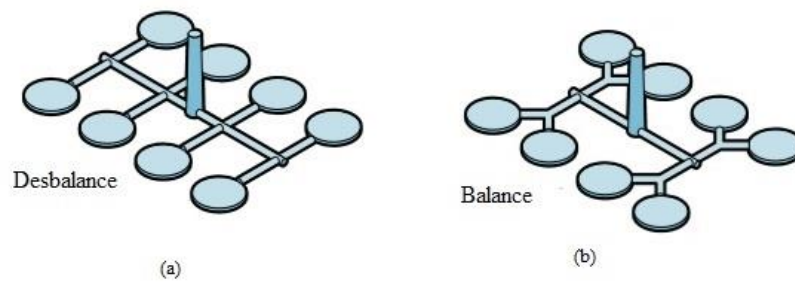


Figura 3. 6 Equilibrio de canales en moldes de múltiple cavidad

Fuente: [26, p. 139]

En la Figura 3.7 se puede observar los canales correspondientes para una distribución de ocho cavidades, en la Tabla 3.13 se tiene las distancias para cada corredor.

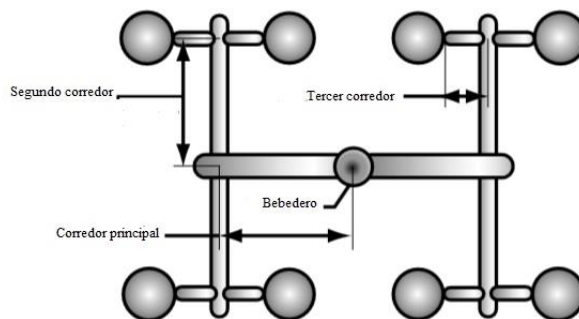


Figura 3. 7 Esquema de ocho cavidades

Fuente: [27, p. 650]

Tabla 3. 13 Distancia de los corredores

Corredor	Longitud (mm)
Principal	≤ 100
Segundo	≤ 75
Tercero	≤ 25

Fuente: [27, p. 650]

Para un llenado uniforme de las cavidades lo que se busca es una distribución equilibrada, en la Figura 3.8 se puede observar la distribución para el llenado de nuestro molde. Donde $L_1 = 93.6$, $L_2 = 41.85$ y $L_3 = 53.82$ mm.

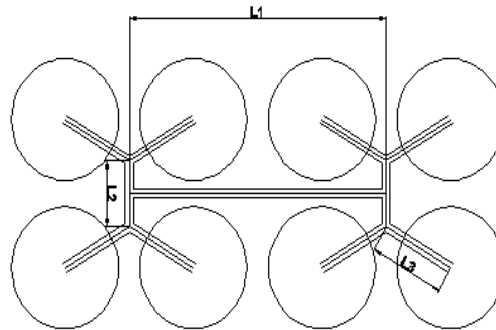


Figura 3. 8 Arreglo de las cavidades en "Y" y "H"

Fuente: Autor

3.2.4.3 Sistema de entrada

Para el producto a inyectar se escogió una entrada punta de alfiler (Figura 3.9), debido a su tamaño pequeño y fácil desprendimiento del producto. Además que permite un llenado uniforme de la cavidad debido a que se encuentra en centro del producto. [9, p. 177]

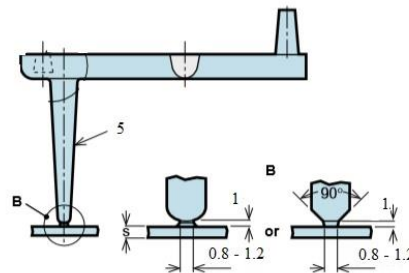


Figura 3. 9 Entrada punta de alfiler

Fuente: [26, p. 139]

En la Figura 3.10 se muestra las medidas del sistema de entrada al producto a inyectar, se tomó una distancia de 25 mm tomando en cuenta que la distancia máxima para una entrada submarina y recta es de 50 mm.

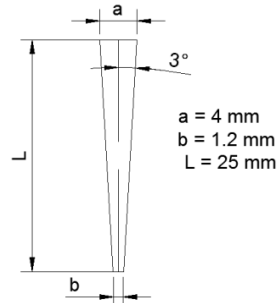


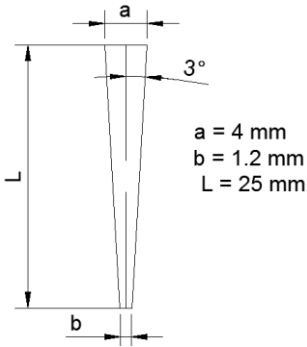
Figura 3. 10 Esquema de la entrada punta de alfiler

Fuente: Autor

La Tabla 3.14 muestra el volumen y la masa del sistema de llenado.

Tabla 3. 14 Volumen del sistema de distribución

Mazarota (mm)	Volumen	Masa
Bebedero		
	$V = 0.81 \text{ cm}^3$	$m = 0.74 \text{ g}$
Canales de alimentación		
	$V = 15,9 \text{ cm}^3$	$m = 14,6 \text{ g}$

Sistema de entrada		
 <p> $a = 4 \text{ mm}$ $b = 1.2 \text{ mm}$ $L = 25 \text{ mm}$ </p>	<p>Cantidad = 8</p> <p>$V = 1,16 \text{ cm}^3$</p>	<p>$m = 1.06 \text{ g}$</p>
Total	$17,87 \text{ cm}^3$	$16,2 \text{ g}$

Fuente: Autor

3.2.5 Capacidad de inyección LDPE

Datos:

$$\delta_{PS} = 1.04 \text{ gr/cm}^3$$

$$\delta_{LDPE} = 0.917 \text{ gr/cm}^3$$

Utilizando la Ecuación 2.5 tenemos:

$$\text{Cap. de inyección LDPE} = 202.8 \text{ gr}$$

3.2.6 Cálculo del número de cavidades

Datos:

$$m_{\text{pieza}} = 5.11 \text{ gr}$$

$$\delta = m/v \rightarrow v = m/\delta$$

$$V_{\text{mazarota}} = 17,87 \text{ cm}^3$$

$$Sv = \frac{202.8 \text{ gr}}{0.917 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}} = 221.15 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{pieza}} = \frac{5.11 \text{ gr}}{0.917 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}} = 5.57 \text{ cm}^3$$

De la Ecuación 2.2 se tiene:

$$F1 = \frac{221.15 \text{ cm}^3}{(5.11 + 17.87) \text{ cm}^3} = 9.6 \approx 10$$

Con la Ecuación 2.3 se tiene:

$$F_2 = \frac{\frac{960 \text{ gr/min}}{0.917 \text{ gr/cm}^3}}{4 \text{ min} * (6.7 + 16.72) \text{ cm}^3}$$

$$F_2 = 10.65 \approx 11$$

No se cumple la exigencia $F_2 \leq F_1$, entonces el molde tiene una capacidad máxima de $F_1 = 10$ cavidades. No obstante, esto no es prácticamente realizable.

De la Ecuación 2.4 tenemos:

$$F = 8$$

Entonces el molde es de 8 cavidades.

3.2.7 Cálculo tiempo de inyección

De la Ecuación 2.6 se tiene:

$$t_i = 0.5 \text{ s}$$

3.2.8 Cálculo fuerza de cierre

Es la fuerza ejercida por la máquina para cerrar el molde, contraponiendo la presión efectuada por el material inyectado. Los parámetros requeridos para el cálculo de la fuerza son:

AP: Área proyectada de la tapa (cm^2)

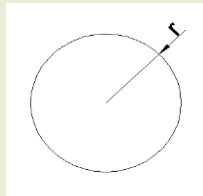
LR: Longitud de recorrido de flujo (mm)

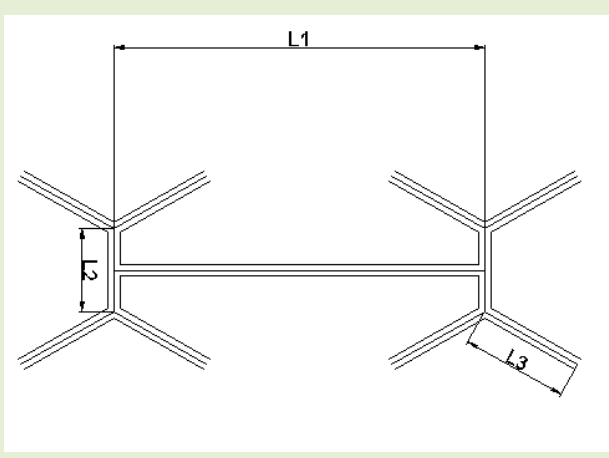
EP: Espesor de pared medio (mm)

Pi: Presión específica en la cavidad del molde.

3.2.8.1 Área proyectada de la pieza

Tabla 3. 15 Área proyectada de las cavidades y canal de recorrido

Cavidades	
	<p>Cantidad 8 $A = 211.4 \text{ cm}^2$</p>

Canales de alimentación	
 <p>El diagrama muestra un sistema de canales de alimentación con un canal central horizontal de longitud L1. A cada extremo de este canal se conectan dos canales secundarios que se dirigen hacia abajo y hacia afuera. El canal de la izquierda tiene una longitud L2, y el canal de la derecha tiene una longitud L3. El canal de la izquierda también muestra una dimensión vertical de 5 mm.</p>	$A_1 = 41.8 \text{ cm}^2$
Área total	253.2 cm²

Fuente: Autor

3.2.8.2 Recorrido de flujo

Para obtener la distancia de recorrido, se toma la distancia desde el inicio del cono del bebedero hasta la parte más alejada de las piezas a inyectar.

$$LR = L_{\text{bebedero}} + L_{\text{canales}} + L_{\text{entrada}} \quad \text{Ec. 3. 6}$$

Datos:

$$L_{\text{bebedero}} = 40 \text{ mm}$$

$$LR = 257.17 \text{ mm}$$

$$L_{\text{canales}} = 192.17 \text{ mm}$$

$$L_{\text{entrada}} = 25 \text{ cm}$$

3.2.8.3 Espesor de pared medio

Debido a que el espesor no es igual en toda la pieza, se considerara un valor promedio de los distintos espesores, obteniendo como resultado un espesor de 1.5 mm.

3.2.8.4 Presión específica en la cavidad del molde

Para obtener el valor de la presión específica (Pi) se utiliza el monograma de longitud de recorrido y el espesor de pared medio (ver Anexo C), en el cual se obtiene Pi de 360 bares .

3.2.8.5 Cálculo de la fuerza de cierre

Para obtener la fuerza de cierre se utiliza el diagrama que relaciona la superficie proyectada, presión específica (ver Anexo C).

Del diagrama se obtiene la fuerza para mantener el molde sin abertura de 500 kN, la cual es aceptable debido a que la fuerza de cierre de la inyectora (ver Tabla 2.1).

3.2.9 Cálculo del sistema de enfriamiento

3.2.9.1 Tiempo de solidificación o enfriamiento

Para comenzar con el sistema de enfriamiento lo primero es calcular el tiempo que se demorará la pieza en solidificarse. Se utiliza la Ecuación 3.7 [9, p. 146]:

$$t_s = \frac{-S^2}{2\pi\Phi} \ln\left[\frac{\pi T_x - T_m}{4(T_c - T_m)}\right] \quad \text{Ec. 3.7}$$

Dónde:

ts = Tiempo mínimo de enfriamiento (s)

S = Espesor de la pieza (cm)

Φ = Difusividad térmica del material (cm² s⁻¹)

T_x = Temperatura a la que se extrae la pieza (se usa la temperatura de distorsión bajo carga, HDT) (°C)

T_m = Temperatura del molde (°C)

T_c = Temperatura del material fundido (°C) Anexo D.

Datos:

$$S=0.2 \text{ cm} \quad t_s = \frac{-0.2^2}{2\pi(1.15 \times 10^{-3})} \ln\left[\frac{\pi(45) - 20}{4(220 - 20)}\right]$$

$$\Phi = 1.15 \times 10^{-3} \quad t_s = 10.45 \text{ s}$$

$$T_x = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_m = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_c = 220 \text{ }^\circ\text{C}$$

3.2.9.2 Capacidad de enfriamiento

Una vez determinado el tiempo de enfriamiento, se procede a calcular la cantidad de calor a remover por unidad de tiempo. Mediante la Ecuación 3.8 [28, p. 206]:

$$Q_{molduras} = m_{molduras} C_p (T_c - T_x) \quad \text{Ec. 3. 8}$$

Dónde:

Q molduras = Calor a remover de las piezas y del sistema de alimentación (J)

m molduras = Masa de la pieza y mazarota (g)

Cp = Calor específico del material ($C_{p \text{ LDPE}} = 3180 \text{ J/ kg } ^\circ\text{K}^{-1}$) Anexo G.

Datos:

$$m_{molduras} = 57 \text{ g} \quad Q_{molduras} = 0.057 \text{ kg} \times 3180 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times (220 - 45)^\circ\text{C}$$

$$T_c = 220^\circ\text{C} \quad Q_{molduras} = 31.72 \text{ kJ}$$

$$T_x = 45^\circ\text{C}$$

La potencia de enfriamiento se define como [28, p. 207]:

$$\dot{Q}_{enfriamiento} = \frac{Q_{molduras}}{t_{enfriamiento}} \quad \text{Ec. 3. 9}$$

$$\dot{Q} = \frac{31.72 \text{ kJ}}{10.45 \text{ s}} = 3.04 \text{ kW}$$

Normalmente un molde está provisto de varias líneas de enfriamiento, por lo cual se debe evaluar la transferencia de calor para cada línea [28, p. 207].

$$\dot{Q}_{líneas} = \frac{\dot{Q}_{enfriamiento}}{n_{líneas}} \quad \text{Ec. 3. 10}$$

Dónde:

$n_{líneas}$: Número de las líneas de enfriamiento en el molde, para un cálculo inicial se asumirá como 8, ubicadas en la parte móvil y fija del molde de inyección.

$$\dot{Q}_{líneas} = \frac{3.04 \text{ kW}}{8} = 380 \text{ W}$$

3.2.9.3 Flujo de refrigerante

El calor generador en el proceso de inyección debe ser disipado por medio del refrigerante, el cual aumenta de temperatura a medida que atraviesa el molde. El flujo de refrigerante se determina teniendo en cuenta un aumento de temperatura adecuado, cuyo valor típico permitido es de 1°C [28, p. 208]. Entonces el flujo se calcula con la Ecuación 3.11 [28, p. 208]

$$\dot{V}_{refrigerante} = \frac{\dot{Q}_{líneas}}{\rho_{refrigerante} \times C_p_{refrigerante} \times \Delta T_{refrigerante}} \quad \text{Ec. 3. 11}$$

Dónde:

$\dot{V}_{refrigerante}$ = Flujo volumétrico de refrigerante (m^3/s)

$\delta_{refrigerante}$ = Densidad refrigerante (kg/m^3)

$C_p_{refrigerante}$ = Calor específico del refrigerante ($\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$)

$\Delta T_{refrigerante}$: Variación de la temperatura en el refrigerante al pasar por la línea de enfriamiento ($\Delta T_{refrigerante} = 1^{\circ}\text{C}$)

Datos:

$$\delta_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3 \quad \dot{V}_{refrigerante} = \frac{308 \frac{\text{l}}{\text{s}}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \times 1^{\circ}\text{C}}$$

$$C_p_{\text{agua}} = 4200 \text{ J}/\text{kg}^{\circ}\text{C} \quad \dot{V}_{refrigerante} = 73.33 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0.073 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

3.2.9.4 Diámetro de la línea de enfriamiento

El valor del diámetro de la línea de enfriamiento se determina basándose en la transferencia de calor y las restricciones del flujo del fluido. Si el diámetro de la línea es grande, la velocidad lineal del flujo no sería suficiente para que se produzca el flujo turbulento. Para asegurar un flujo turbulento el número de Reynolds debe ser mayor a 4000 [28, p. 209].

$$D_{m\acute{a}x} = \frac{4 \rho_{refrigerante} \times \dot{V}_{refrigerante}}{\pi \mu_{refrigerante} \times Re_{min}} \quad \text{Ec. 3. 12}$$

Dónde:

$D_{m\acute{a}x}$ = Diámetro máximo de la línea de enfriamiento

$\mu_{refrigerante}$ = Viscosidad del refrigerante ($\mu_{agua} = 0.0010 \text{ Pa} \cdot \text{s}$)

Re = Número de Reynolds mínimo para que sea turbulento ($Re = 4000$)

Entonces:

$$D_{m\acute{a}x} = \frac{4 \left(1000 \frac{kg}{m^3}\right) \left(73.33 \times 10^{-6} \frac{m^3}{s}\right)}{\pi \left(0.0010 \frac{kg \cdot m}{s^2}\right) (4000)}$$

$$D_{m\acute{a}x} = 0.023 \text{ m} = 23 \text{ mm}$$

El límite menor para el diámetro de la línea de enfriamiento está limitado por una caída de presión máxima de 100 kPa [28, p. 210]. Entonces:

$$D_{m\acute{i}x} = \sqrt[5]{\frac{\rho_{refrigerante} \times \dot{V}_{refrigerante}^2 \times L_{línea}}{10\pi \Delta P_{línea}}} \quad \text{Ec. 3. 13}$$

Dónde:

$L_{línea}$: Longitud de la línea de refrigeración (se asumirá un valor de 1.8 m)

$\Delta P_{línea}$: Caída de presión permitida en la línea ($\Delta P_{línea} = 100 \text{ kPa}$)

Entonces:

$$D_{m\acute{i}x} = \sqrt[5]{\frac{\left(1000 \frac{kg}{m^3}\right) \left(73.33 \times 10^{-6} \frac{m^3}{s}\right)^2 (1.6 \text{ m})}{10\pi \left(100 \times 10^3 \frac{kg \cdot m}{s}\right)}}$$

$$D_{m\acute{i}x} = 4.87 \times 10^{-3} \text{ m} = 4.87 \text{ mm}$$

Para seleccionar el diámetro de la línea de enfriamiento, debe estar entre los dos límites calculados [28, pp. 210-211].

$$D_{\text{mín}} < D_{\text{línea}} < D_{\text{máx}}$$

Ec. 3. 14

Cuando mayor es el diámetro de enfriamiento habrá una menor pérdida de presión, se seleccionara el diámetro que se encuentre entre los rangos de valores admisibles y además el valor que más se acerca al límite inferior.

$$D_{\text{línea}} = 6.35 \text{ mm (1/4")}$$

De la Tabla 3.16 se determinan el diámetro, está relacionado con las medidas estándar utilizadas por las industrias en accesorios de mangueras y acoplamientos.

Tabla 3. 16 Especificaciones para acoples de enfriamiento

Rosca normal	Diámetro de la línea de enfriamiento
1/16	4,76 mm (3/16")
1/8	6,35 mm (1/4")
1/4	9,53 mm (3/8")
3/8	11,1 mm (7/16")
1/2	15,9 mm (5/8")

Fuente: [28, p. 211]

3.2.9.5 Distancia para la línea de enfriamiento

Para obtener una distribución uniforme de la temperatura en el molde, la diferencia entre las temperaturas de entrada y salida debe ser menor a 6 °C. Además se debe tomar en cuenta que la distancia de la línea de enfriamiento (Figura 3.11) debe guardar relación con la distancia a la pared del molde [13, p. 119].

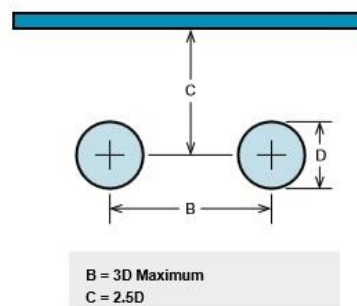


Figura 3. 11 Ubicación de líneas de enfriamiento

Fuente: [26, p. 155]

Valores recomendados para la ubicación de los canales de enfriamiento [26, p. 155]:

$$B = 3D \quad \text{Ec. 3. 15}$$

$$C = 2.5D \quad \text{Ec. 3. 16}$$

Dónde:

D = Separación entre canales.

C = Distancia entre la pared de la matriz y el canal

D = Diámetro del canal de enfriamiento.

Entonces:

$$B = 3 (6.35) = 19 \text{ mm}$$

$$C = 2.5(6.35) = 16 \text{ mm}$$

3.2.10 Cálculo espesor de placas

Para determinar el espesor de las placas, se debe seleccionar el porta-molde en base a la distancia entre barras (ver Tabla 2.1); las dimensiones serán de 296 x 446 mm (ver Anexo E).

3.2.10.1 Placas de sujeción fija y móvil

La fórmula a utilizar es para deflexión máxima en el centro de la placa; además como la placa se encuentra apoyada en el plato de la inyectora, esta se deformara menos. Una deformación máxima permitida comúnmente es de 0.1mm. [29, p. 368]

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{Cpd^4}{Et^3} \quad \text{Ec. 3. 17}$$

Dónde:

$y_{m\acute{a}x}$ = Deflexión máxima en la placa (m)

C = Factor de condición de soporte (0,026 placa con lados fijos)

d = Largo de la pieza (296mm)

t = espesor de la placa (m)

E = Módulo de elasticidad (205 GPa acero AISI 1020)

p = Fuerza aplicada por unidad de área (MPa)

Entonces despejando “ t ” de la Ecuación 3.17 se tiene:

$$t = \sqrt[3]{\frac{Cpd^4}{Ey_{m\acute{a}x}}}$$
$$t = \sqrt[3]{\frac{(0,026)(5.54)(0.296)^4}{(205000)(0.0001)}}$$
$$t = 0.03m = 30mm$$

3.2.10.2 Placa soporte

Esta placa soporta el esfuerzo producido por la presión en la cavidad y se encarga de proporcionar la rigidez la placa porta núcleo, para que no se flexione y mantenga sus dimensiones.

Se representa como una barra simplemente apoyada bajo una carga uniformemente distribuida, como se muestra en la Figura 3.12.

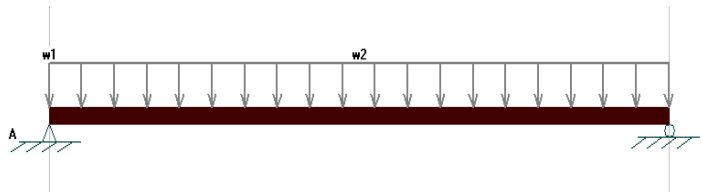


Figura 3. 12 Distribución de la carga en la placa soporte

Fuente: Autor

Utilizando la fórmula de flexión máxima [30, p. 996]:

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{5qL^4}{384EI} \quad \text{Ec. 3. 18}$$

Dónde:

q = Carga distribuida (N/mm)

L = Distancia entre columnas (208 mm)

I = Momento de inercia (mm^4)

Con la Ecuación 3.19 de carga distribuida se tiene [30, p. 996]:

$$q = \frac{Fc}{L} \quad \text{Ec. 3. 19}$$

La fuerza de cierre (Fc) es de 550 kN, aplicando la Ecuación 3.19 se tiene:

$$q = 2195.94 \frac{N}{mm}$$

El momento de inercia de una sección rectangular es [30, p. 1016]:

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad \text{Ec. 3. 20}$$

La distancia a lo largo de los separadores “b” es de 396mm. Despejando “h” y reemplazando la Ecuación 3.20 en la Ecuación 3.18 se tiene:

$$h = \sqrt[3]{\frac{60qL^4}{384Eby_{m\acute{a}x}}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{60(2195.94)(208)^4}{384(205000)(396)(0.1)}}$$

$$h = 41.28mm = 41mm$$

3.2.10.3 Placa expulsora

La deformación se produce por la fuerza del sistema de expulsión, considerando el caso más crítico se daría con la fuerza del eyector de la máquina inyectora. La forma en la que trabaja esta barra se asemeja a una viga simplemente apoyada con una carga puntual, como se indica en la Figura 3.13.

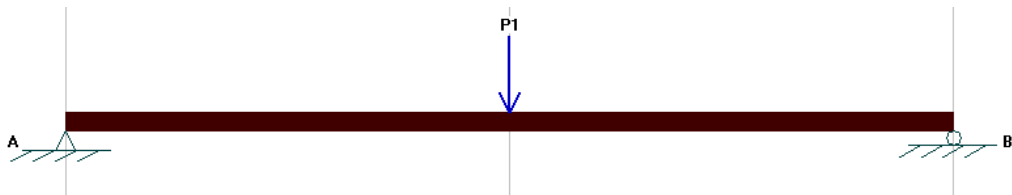


Figura 3. 13 Fuerza aplicada en la placa expulsora

Fuente: Autor

Utilizando la fórmula de deflexión máxima [30, p. 995]:

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{PL^3}{48EI} \quad \text{Ec. 3. 21}$$

Dónde:

P = Fuerza del eyector (kN)

L = Ancho de la placa (208mm)

Reemplazando el momento de inercia Ec. 3.20 y despejando el espesor “h” se tiene:

$$h = \sqrt[3]{\frac{PL^3}{4Eby_{m\acute{a}x}}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{(50000)(208)^3}{4(205000)(396)(0.1)}}$$

$$h = 20 \text{ mm}$$

3.2.11 Guía parte móvil

Se lo considera como una viga empotrada en un extremo y con una carga aplicada en el otro (Figura 3.14). La columna va sujeta en la parte fija del porta molde y soporta el peso de la placa portacavidades. Se calcula para que no exista una deformación excesiva y se produzca desalineamientos.



Figura 3. 14 Fuerza aplicada en el extremo de una viga

Fuente: Autor

Utilizando la fórmula de flexión máxima [30, p. 993]:

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{PL^3}{3EI} \quad \text{Ec. 3. 22}$$

Dónde:

P = Peso se la placa porta cavidades dividido para cuatro (N)

L = Longitud de la viga (210mm)

I = Momento de inercia de la columna (mm⁴)

Calculando el peso de la placa [30, p. 22]:

$$P = \delta \cdot V \cdot g \quad \text{Ec. 3. 23}$$

Dónde:

δ = Densidad del acero (7850 kg/m³)

V = Volumen de la placa porta cavidad (446x296x66 mm)

g = Gravedad (9.81 m/s²)

Entonces:

$$P = (7850)(0.396 \times 0.296 \times 0.066)(9.81)$$

$$P = \frac{505.49}{4} \text{ N}$$

$$P = 126.37 \text{ N}$$

El momento de inercia de una sección circular [30, p. 1016]:

$$I = \frac{\pi \phi^4}{32} \quad \text{Ec. 3. 24}$$

Reemplazando el momento de inercia en la Ecuación 3.22 y despejando el diámetro:

$$\phi = \sqrt[4]{\frac{64 P l^3}{3 \pi E y_{\max}}}$$

$$\phi = \sqrt[4]{\frac{64 (126.37)(210)^3}{3 \pi (205000)(0.1)}}$$

$$\phi = 27 \text{ mm}$$

3.2.12 Sistema de expulsión

3.2.12.1 Fuerza de expulsión

Es la fuerza necesaria para expulsar las piezas inyectadas de la cavidad, se calcula con la Ecuación 3. 25 [28, p. 267]

$$F_{ex} = \mu_s \cdot \cos(\phi) \cdot E \cdot CTE \cdot (T_{solidificación} - T_{expulsión}) \cdot A_{transversal} \quad \text{Ec. 3. 25}$$

Dónde:

F_{ex} = Fuerza de expulsión (N)

μ_s = Coeficiente de rozamiento entre la pieza y el molde (0.5 superficie lisa)

E = Modulo de elasticidad material inyectado ($E_{LDPE} = 210 \text{ MPa}$)

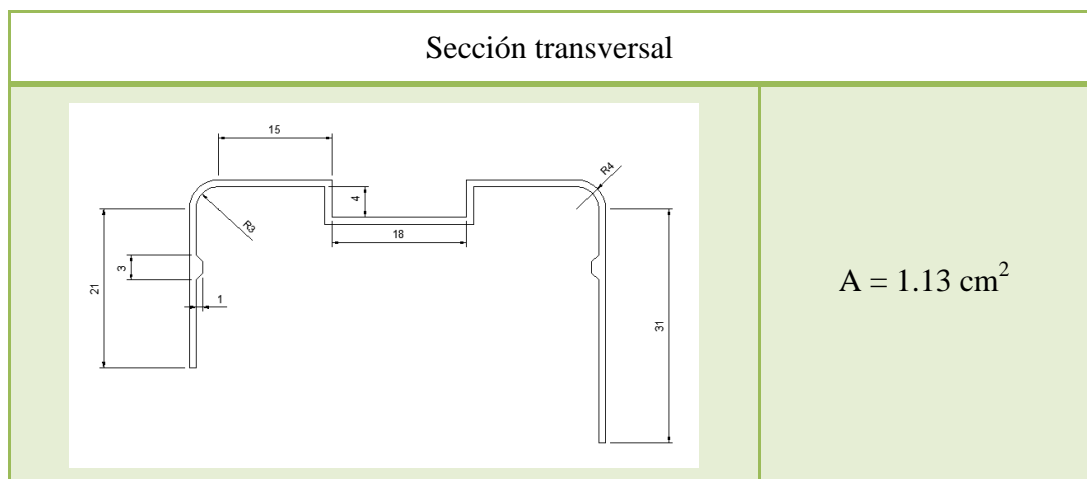
CTE = Coeficiente de expansión termica del polietileno de baja densidad ($2 \times 10^{-4} \text{ m/m } ^\circ\text{k}$)

$T_{solidificación}$ = Temperatura de solidificación ($T=106^\circ\text{C}$) (Anexo B)

$A_{transversal}$ = Área de la pieza en contacto con el molde.

En la Tabla 3.17 se muestra la sección transversal del capuchón.

Tabla 3. 17 Área de la sección transversal del capuchón



Fuente: Autor

Entonces:

$$F_{ex} = 0.5 \cdot \cos(1) \cdot (210 \times 10^6) \cdot (2 \times 10^{-4}) \cdot (106 - 45) \cdot (1.13 \times 10^{-4})$$

$$F_{ex} = 144.73 \text{ N}$$

3.2.12.2 Perímetro del expulsor

Determinada la fuerza de expulsión, el siguiente paso es calcular la zona de empuje del eyector en la pieza moldeada. Se requiere un área mínima para evitar el esfuerzo de compresión en el componente de expulsión, al igual que el esfuerzo de corte de la pieza moldeada. En la Figura 3.15 se puede observar el esquema del área de compresión del expulsor y el área de corte de la pieza. [28, p. 269]

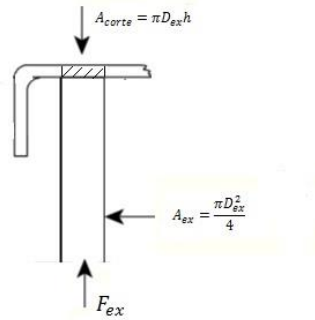


Figura 3. 15 Esquema de esfuerzo a compresión y corte en el expulsor

Fuente: [28, p. 269]

El área de compresión del expulsor está limitada por el límite de resistencia a la fatiga a compresión del material a utilizar [28, p. 270].

$$A_{expulsores} > \frac{F_{expulsión}}{\sigma_{límite a fatiga}} \quad \text{Ec. 3. 26}$$

Dónde

$A_{expulsores}$ = Área del expulsor para la pieza

$\sigma_{límite a fatiga}$ = Límite de resistencia a fatiga ($\sigma = 291$ MPa acero AISI 1020)

Entonces:

$$A_{expulsores} > \frac{144.73}{292 \times 10^6}$$

$$A_{expulsores} > 0.49 \text{ mm}^2$$

Se utilizara un expulsor por pieza ($n=1$), entonces el diámetro del expulsor mínimo es [28, p. 271]:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 A_{expulsor}}{\pi n}} \quad \text{Ec. 3. 27}$$

$$D_{min} = 0.8mm$$

El área de los expulsores requerida para evitar el esfuerzo de compresión es baja debido a la resistencia alta del acero. El área del expulsor también está limitada por el esfuerzo al corte que el material puede resistir [28, p. 271].

$$\tau = \frac{F_{ex}}{h \cdot \Omega_{expulsor}} < \frac{\sigma_{plástico}}{2} \quad \text{Ec. 3. 28}$$

Dónde:

$\Omega_{expulsor}$ = Perímetro del expulsor, sección transversal (mm)

h = Espesor de la pieza (0.9 mm)

$\sigma_{plástico}$ = Límite de fluencia del polietileno de baja densidad (9 MPa)

Primero se calcula el perímetro de la sección transversal del expulsor [28, p. 271].

$$\Omega_{expulsor} = \frac{2(144.73)}{(0.9 \times 10^{-3})(9 \times 10^6)}$$

$$\Omega_{expulsor} = 0.035 m = 35mm$$

Tomando en cuenta el número de expulsores a usar, se calcula el diámetro mínimo del expulsor. [28, p. 271]

$$D_{ex} = \frac{\Omega_{expulsor}}{n \cdot \pi} \quad \text{Ec. 3. 29}$$

$$D_{ex} = \frac{35}{\pi} = 11.14 mm$$

$$D_{ex} = 11 mm$$

3.2.12.3 Longitud de pandeo

Con el diámetro del expulsor obtenido, lo siguiente es determinar la longitud de pandeo para evitar que fallen durante el proceso de expulsión. [29, p. 298]

$$F = \frac{m\pi^2 EI}{L^2}$$

Ec. 3. 30

Dónde:

F = Fuerza del cilindro expulsor (kN)

m = Constante de las condiciones de apoyo en el expulsor (m = 4)

E = Módulo de elasticidad (200 GPa acero AISI 01)

I = Momento de inercia de una sección circular (mm⁴)

L= Longitud de pandeo (mm)

Utilizando la Ecuación 3.24

$$I = \frac{\pi(11)^4}{32} = 1437.37mm^4$$

Despejando “L” de la Ecuación 3.30 se tiene:

$$L = \pi \sqrt{\frac{mEI}{F}}$$

$$L = \pi \sqrt{\frac{(4)(200000)(1437.37)}{50000}}$$

$$L = 476 \text{ mm}$$

3.2.13 Sistema de ventilación

Este sistema permite que los gases del material fundido y el aire atrapado en la cavidad puedan desalojarse. Para evitar quemaduras en la pieza, llenado incompleto del producto. En la Figura 3.16 se puede observar las dimensiones para las líneas de ventilación. [27, p. 677]

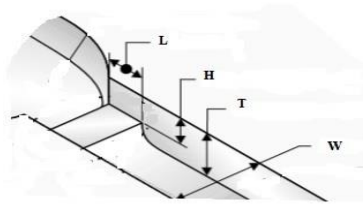


Figura 3. 16 Esquema de la línea de ventilación

Fuente: [27, p. 677]

La Tabla 3.18 indica las dimensiones de la línea de ventilación.

Tabla 3. 18 Distancias para la línea de ventilación

ID	Denominación	Distancia (mm)
W	Ancho de ventilación	3.25
L	Salida del canal	1
D	Profundidad del canal	0.05
T	Profundidad de recorrido	0.55

Fuente: [27, p. 677]

La ubicación del sistema de ventilación irá en el canal de recorrido, tomando en cuenta que se utilizó la entrada de punta de alfiler para el ingreso del material fundido al producto, como se observa en la Figura 3.17.

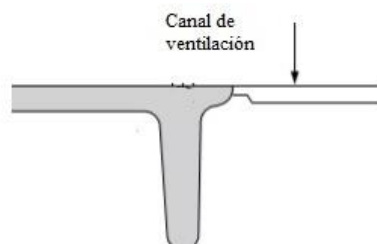


Figura 3. 17 Ubicación del canal de ventilación

Fuente: Autor

3.2.14 Dimensiones del molde

Con el cálculo de las placas se procede con la configuración del molde, en la Figura 3.18 se puede observar el ancho, largo y la altura que tendrá el molde de inyección.

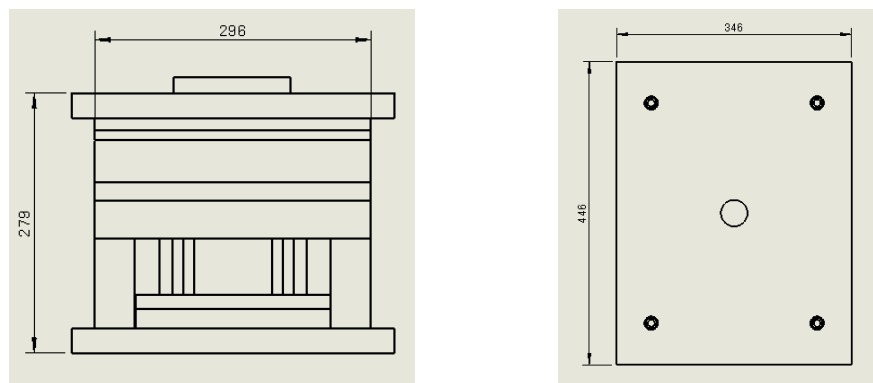


Figura 3. 18 Medidas del molde, vista frontal y superior

Fuente: Autor

En la Tabla 3.19 se detalla las placas que compone un molde de inyección, como se muestra en la Figura 3.19.

Tabla 3. 19 Placas del molde

ID	Elemento
1	Placa fija
2	Placa intermedia
3	Placa porta cavidades
4	Placa porta núcleo
5	Placa soporte
6	Regle
7	Placa expulsora 1
8	Placa expulsora 2
9	Placa móvil

Fuente: Autor

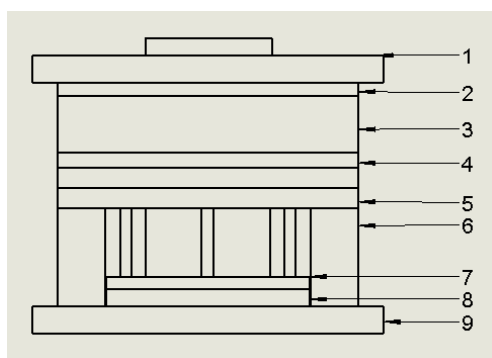


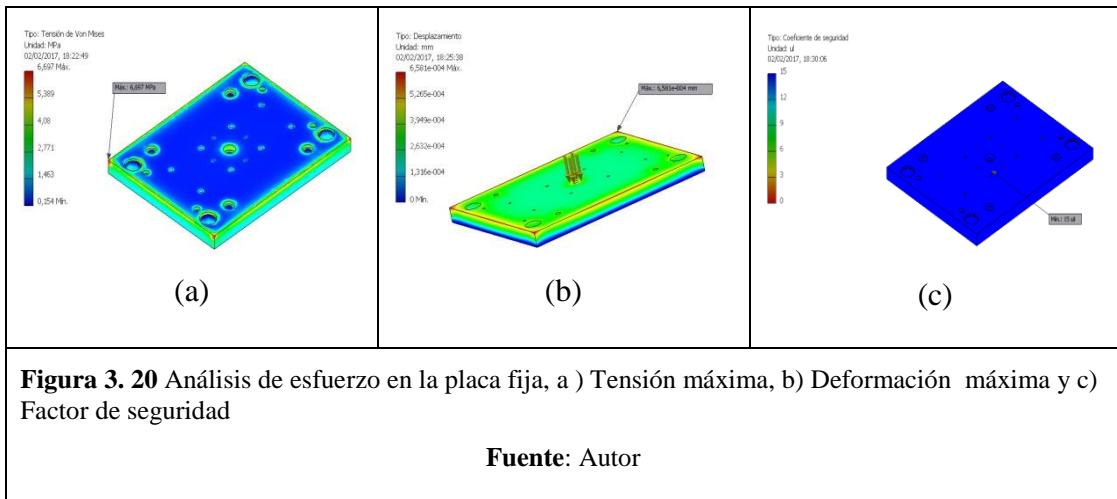
Figura 3. 19 Placas del molde

Fuente: Autor

3.2.14.1 Placa fija

La placa va en el lado fijo de la máquina inyectora la cual va sujeta mediante bridas; la misma soporta el peso del molde en el proceso de inyección.

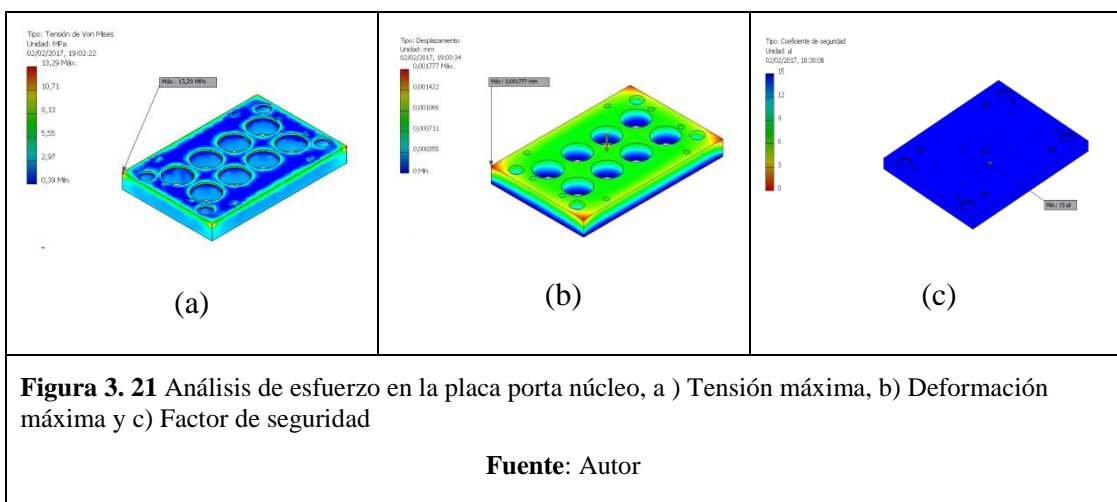
En la Figura 3.20 se muestra la tensión máxima de la placa de 6.79 MPa, la deformación máxima de 0.0006 mm y con un factor de seguridad de 15.



3.2.14.2 Placa porta cavidad

En la placa se encuentran los postizos donde se forma la tapa del garrafón, debido a que las perforaciones son de un diámetro considerable se realizara el análisis estructural.

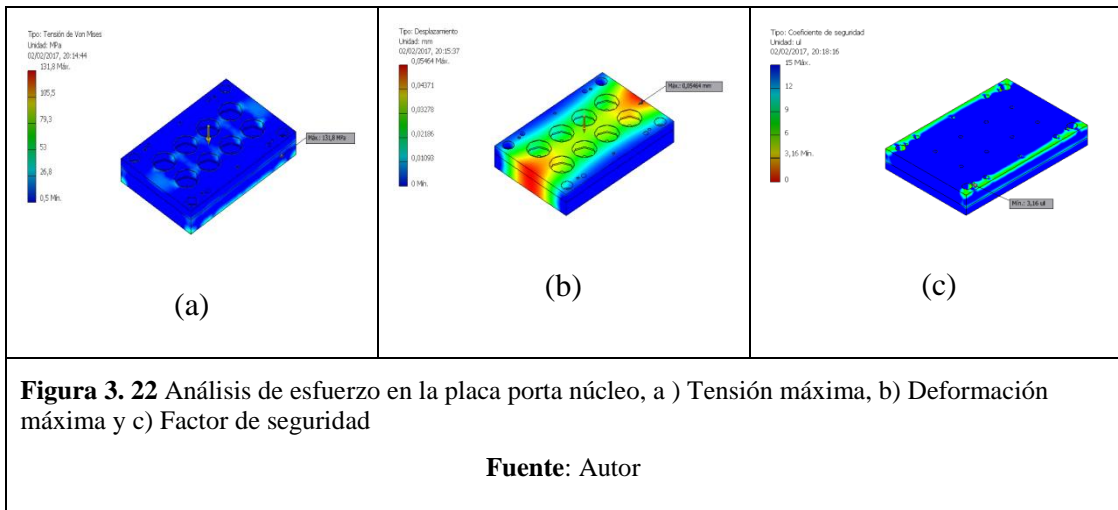
En la Figura 3.21 se muestra la tensión máxima en la placa de 13.29 MPa, la deformación máxima de 0.0017 mm y con un factor de seguridad de 15



3.2.14.3 Placa porta núcleo

En la placa porta núcleo y soporte forman un solo conjunto, en la una se encuentran el postizo macho en el cual se formara el capuchón y la otra sirve de apoyo.

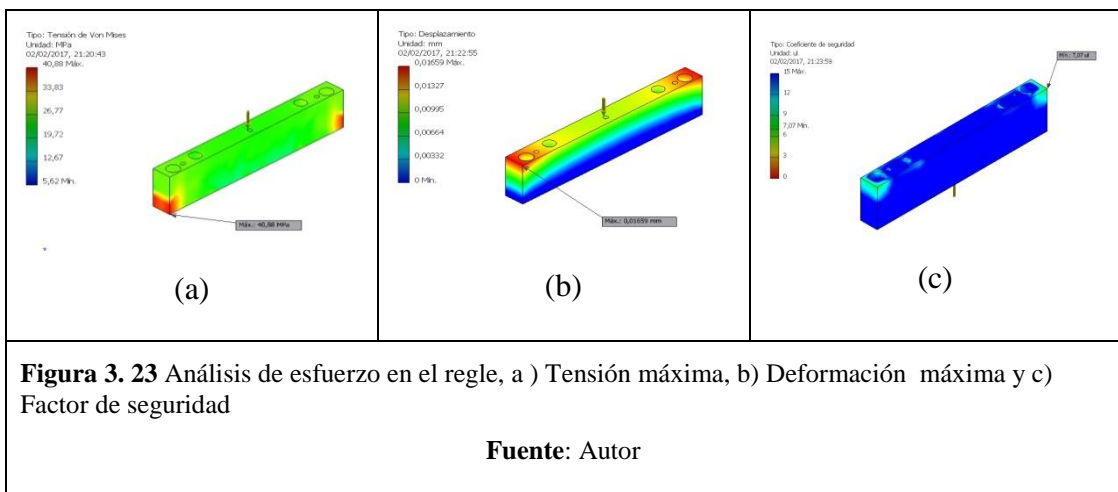
En la Figura 3.22 se muestra la tensión máxima en la placa de 131.18 MPa, la deformación máxima de 0.054 mm y un factor de seguridad de 3.16



3.2.14.4 Regle

En la parte superior está en contacto con la placa soporte y en la inferior con la placa móvil, además en el medio se encuentra el conjunto de expulsión.

En la Figura 3.23 se muestra la tensión máxima en la placa de 131.18 MPa, la deformación máxima de 0.054 mm y con un factor de seguridad de 3.16



Se concluye que el espesor de las placas es el adecuado ya que la deformación de las placas tiene que ser $< 0,1$ mm y con un factor de seguridad > 2 , como se puede observar en los gráficos anteriores se cumple con esta condición.

3.2.15 Mecanizado

En el mecanizado las velocidades varían dependiendo del material a utilizar (ver Anexo G). Para el acero AISI 1020 se tiene un valor de $40-50$ kg/mm², en los postizos el M238 con un valor de $85-110$ kg/mm² al igual que en el AISI 01 el cual se usó en los elementos guía y de expulsión.

3.2.15.1 Parámetros de corte

Velocidad de corte (Vc).- Desplazamiento de la herramienta respecto a la pieza en la dirección del movimiento de corte [31, p. 465].

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad \text{Ec. 3. 31}$$

Dónde:

D = Diámetro de la herramienta o pieza a trabajar (mm)

n = Velocidad del husillo (rpm)

Vc = Velocidad de corte (m/min)

Avance por minuto (Vf).- Movimiento de la herramienta respecto a la pieza en la dirección del movimiento de avance por unidad de tiempo. [31, p. 465]

$$V_f = f_z \cdot n \cdot z \quad \text{Ec. 3. 32}$$

Dónde:

fz = avance por diente (mm)

z = número de dientes de la fresa

Para la fabricación se tiene las hojas de procesos de los elementos a maquinarse (ver Anexo I), de acuerdo a los planos de construcción. (Ver Anexo J)

3.2.16 Ensamble del molde de inyección

Un molde está constituido por dos mitades una fija y otra móvil, en la Figura 3.24 se muestra el molde armado con sus respectivas partes.

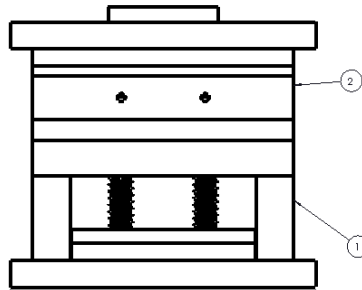


Figura 3. 24 Molde de inyección 1) Parte móvil, 2) Parte fija

Fuente: Autor

3.2.16.1 Ensamble placa porta núcleo

Pasos a seguir en el ensamble de la placa porta núcleo (Figura 3.25).

1. Limpiar todas las partes que conforman el conjunto.
2. Colocar los bujes guías y postizos a presión.

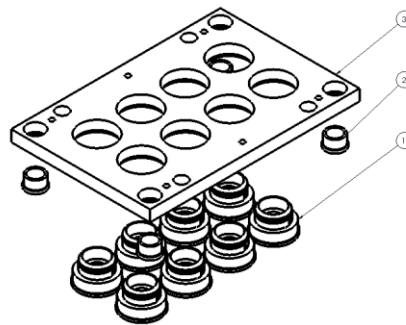


Figura 3. 25 Ensamble placa porta núcleo.1) Postizo, 2) Bujes guía

Fuente: Autor

3.2.16.2 Ensamble parte móvil

Pasos a seguir en el ensamble de la parte móvil del molde (Figura 3.26).

1. Limpiar todas los componentes que conforman la parte móvil del molde
2. Colocar en forma vertical todas las placas para alinearlas.
3. Insertar los expulsores por la placa porta núcleo.
4. Poner los resortes entre la placa soporte y expulsora I

5. Sujetar la placa expulsora con el expulsor con los pernos avellanados M 8x20
6. Cerrar el conjunto expulsor entre las placas expulsoras I y II mediante los pernos allen M 10x20.
7. Poner los regles entre la placa soporte y el conjunto expulsor
8. Cerrar la mitad del molde con la placa móvil con los pernos allen M12x160.

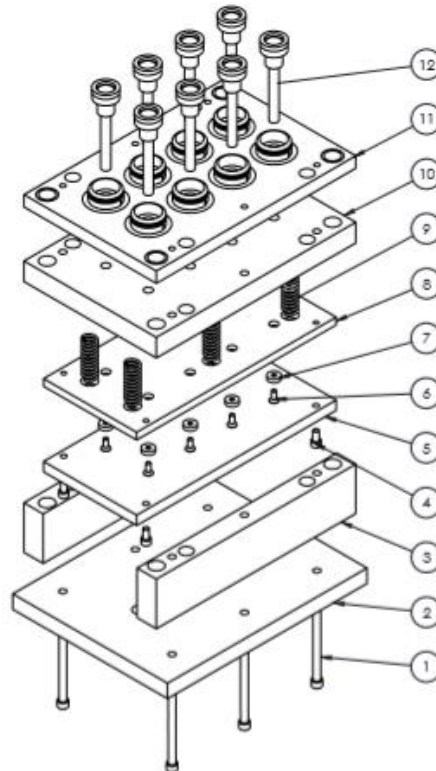


Figura 3. 26 Ensamble parte móvil

1. Perno allen M12x160 2. Placa móvil 3. Regle 4. Perno allen M10x20 5. Placa expulsora II 6. Perno allen avellanado M8x20 7. Arandela 8. Placa expulsora I 9. Resorte 10. Placa soporte 11. Ensamble placa porta núcleo 12. Expulsor

Fuente: Autor

3.2.16.3 Ensamble placa porta cavidad

Pasos a seguir en el ensamble de la placa porta cavidad (Figura 3.27).

1. Limpiar todas las partes que conforman el conjunto.
2. Insertar las cavidades y los bujes guía en la placa porta cavidad a presión
3. Colocar la pieza parte I en la cavidad
4. Sujetar los tornillos sin cabeza en la pieza parte II

5. Insertar los bujes de inyección en la placa de sujeción
6. Colocar la pieza armada del paso 4 y cerrar el conjunto del paso 5
7. Cerrar el conjunto placa porta cavidad con los pernos allen.

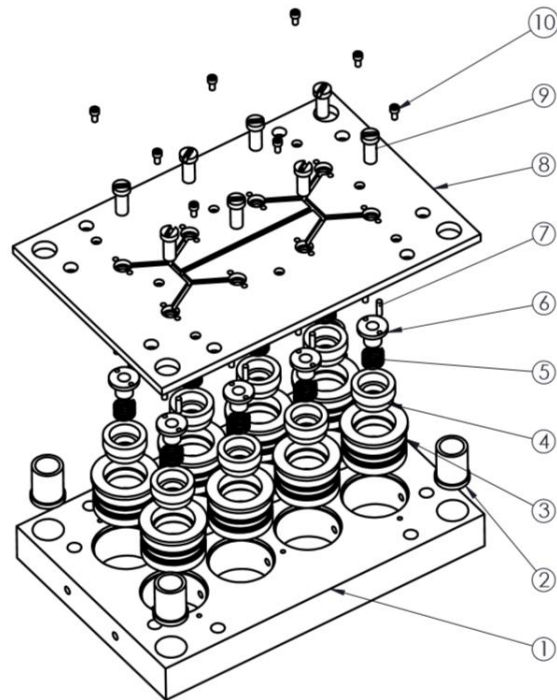


Figura 3. 27 Ensamble placa porta cavidad

1. Placa porta cavidades 2. Buje guía 3. Cavidad 4. Parte I 5. Resorte 6. Parte II 7. Tornillo sin cabeza 8. Placa de sujeción 9. Buje de inyección 10. Perno allen M6x20

Fuente: Autor

3.2.16.4 Ensamble parte fija

Pasos a seguir en el ensamble de la parte fija del molde (Figura 3.28).

1. Limpiar todas los componentes que conforman la parte fija del molde
2. Insertar las columna guías, pilares retenedores y los expulsores placa en la placa móvil a presión
3. Colocar los buje guía y bebedero en la placa intermedia a presión
4. Montar el conjunto del paso 3 sobre el conjunto del paso 2
5. Sujetar los topes en los expulsores placa con los pernos M6x25
6. Insertar los pines sujetadores y el casquillo bebedero en la placa móvil
7. Montar el ensamble de la placa porta cavidad en el conjunto del paso 4

8. Sujetar los topos los pilares retenedores con los pernos M8x25

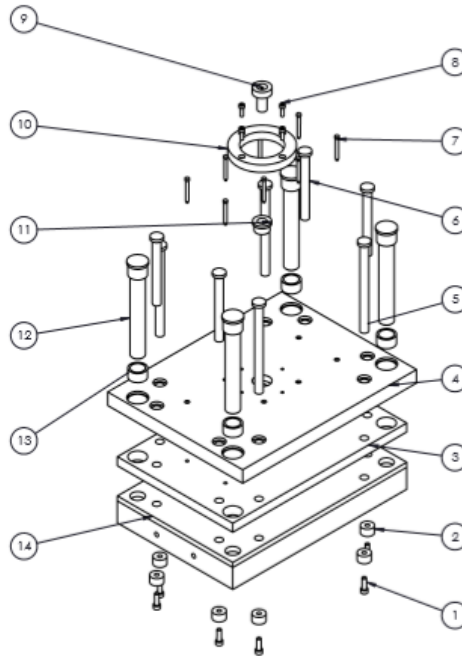


Figura 3. 28 Ensamble parte fija

1. Perno allen M8x25 2. Tope 3. Placa intermedia 4. Placa fija 5. Pilar guía retenedor 6. Expulsor placa 7. Pin sujetador 8. Perno allen M6x20 9. Casquillo bebedero 10. Disco centrador 11. Buje bebedero 12. Columna guía 13. Buje guía 14. Ensamble placa porta cavidad

Fuente: Autor

3.2.17 Montaje de la matriz en la máquina inyectora

Ensamblada la matriz se procede a colocar en la máquina inyectora mediante el uso de un tecele manual de cadena.

Primero, se coloca el gancho en el cáncamo del molde, como indica la Figura 3.29.

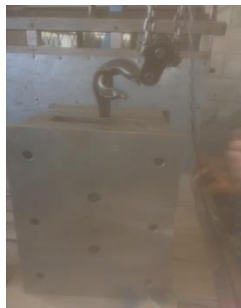


Figura 3. 29 Colocación del gancho del tecele en el cáncamo de izaje de la matriz

Fuente: Autor

Segundo, se procede a levantar el molde para colocarlo en la máquina inyectora, como se muestra en la Figura 3.30.

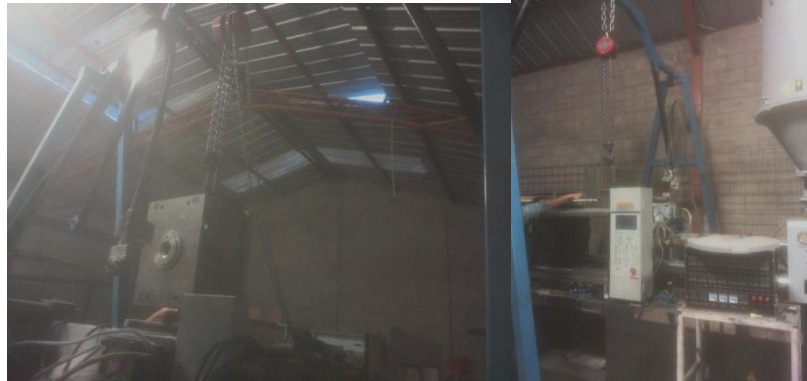


Figura 3. 30 Montaje de la matriz en la máquina inyectora

Fuente: Autor

Tercero, se centra el molde por medio del anillo centrador de la matriz (Figura 3.31)



Figura 3. 31 Registro del anillo centrador

Fuente: Autor

Cuarto se sujeta la matriz por medio de bridas en los platos de la inyectora, como se indica en la Figura 3.32.



Figura 3. 32 Sujeción de la matriz mediante bridas

Fuente: Autor

Quinto, se realiza la apertura de la matriz para verificar el guiado de los elementos, como se muestra en la Figura 3.33.



Figura 3. 33 Apertura de la matriz

Fuente: Autor

3.2.18 Pruebas de funcionamiento de la matriz

Comprobada la apertura y cierre del molde se procede a calibrar la máquina inyectora para realizar las pruebas de inyección.

3.2.18.1 Primera prueba de inyección

A continuación en la Tabla 3.20 se muestra los valores para realizar el primer ensayo. En la Figura 3.34 se muestra la mazarota y tapa de la primera inyección

Tabla 3. 20 Parámetros de la primea inyección

Parámetros de inyección									
Descripción del molde		Molde de ocho cavidades		Producto	Tapas de garrafon		Inyectora		
Operador		Técnico		Material	LDPE		SHE - 120		
N. inyección	N. de tapas	Presión de cierre	Temperatura	Recorrido tornillo	Tiempo de Ciclo (s)				Observaciones
		(bar)	(°C)		(mm)	Cierre	Inyección	Enfriamiento	
1	0	55	180	50	5	0,15	8	5	Aumentar la presión de cierre para evitar fuga del material y aumentar el recorride del tornillo por falta de material

Fuente: Autor



Figura 3. 34 Mazarota y tapa de la primera inyección

Fuente: Autor

3.2.18.2 Segunda prueba de inyección

A continuación en la Tabla 3.21 se muestra los valores para el segundo ensayo.

Tabla 3. 21 Parámetros de la segunda inyección

Parámetro de inyección									
Descripción del molde		Molde de ocho cavidades		Producto		Tapas de garrafon		Inyectora	
Operador		Técnico		Material		LDPE		SHE - 120	
N. inyección	N. de tapas	Presión de cierre	Temperatura	Recorrido tornillo	Tiempo de Ciclo (s)				Observaciones
		(bar)	(°C)		(mm)	Cierre	Inyección	Enfriamiento	
2	0	70	185	70	5	0,2	8	5	Aumentar la presión de cierre y el recorrido del tornillo por falta de material

Fuente: Autor

En la Figura 3.35 se muestra la mazarota y tapa de la segunda inyección.



Figura 3. 35 Mazarota y tapa de la segunda inyección

Fuente: Autor

3.2.18.3 Tercera prueba de inyección

A continuación en la Tabla 3.22 se muestra los valores para el tercer ensayo.

Tabla 3. 22 Parámetros de la tercera inyección

Parámetro de inyección									
Descripción del molde		Molde de ocho cavidades		Producto		Tapas de garrafon		Inyectora	
Operador		Técnico		Material		LDPE		SHE - 120	
N. inyección	N. de tapas	Presión de cierre	Temperatura	Recorrido tornillo	Tiempo de Ciclo (s)				Observaciones
		(bar)	(°C)		(mm)	Cierre	Inyección	Enfriamiento	
3	5	75	190	75	5	0,22	8	5	Aumentar el tiempo de inyección

Fuente: Autor

En la Figura 3.36 se muestra la mazarota y tapa de la tercera inyección



Figura 3. 36 Mazarota y tapa de la tercera inyección

Fuente: Autor

3.2.18.4 Cuarta prueba de inyección

A continuación en la Tabla 3.23 se muestra los valores para el cuarto ensayo.

Tabla 3. 23 Parámetros de la cuarta inyección

Parámetro de inyección									
Descripción del molde		Molde de ocho cavidades		Producto		Tapas de garrafon		Inyectora	
Operador		Técnico		Material		LDPE		SHE - 120	
N. inyección	N. de tapas	Presión de cierre	Temperatura	Recorrido tornillo	Tiempo de Ciclo (s)				Observaciones
		(bar)	(°C)		(mm)	Cierre	Inyección	Enfriamiento	
4	8	75	190	75	5	0,25	8	5	La inyección de las tapas se completo y se conservaran los parametros establecidos

Fuente: Autor

En la Figura 3.37 se muestra las tapas de la cuarta inyección



Figura 3. 37 Tapa del cuarto ensayo

Fuente: Autor

3.3 Presupuesto

Para el costo total del molde se tomara en cuenta: costo del material, mecanizado y mano de obra, accesorios del molde.

3.3.1 Costo de la materia prima

En la Tabla 3.24 y 3.25 se muestran el costo de las placas y ejes a utilizar con sus respectivas dimensiones y tipo de acero a utilizar.

Tabla 3. 24 Costo de las placas

Denominación	Cantidad	Material	Dimensiones	Peso	Costo	Valor total
			(mm)	(Kg)	\$/Kg	(USD)
Placa sujeción fija y móvil	2	AISI 1020	450 x 350 x 30	37,09	1,3	96,43
Placa intermedia	1	AISI 1020	450 x 300 x 20	21,19	1,3	27,55
Placa sujeción	1	AISI 1020	450 x 300 x 12	12,72	1,3	16,54
Placa porta cavidad	1	AISI 1020	450 x 300 x 50	52,98	1,3	68,87
Placa porta núcleo	1	AISI 1020	450 x 300 x 24	25,43	1,3	33,06
Placa soporte	1	AISI 1020	450 x 300 x 40	42,39	1,3	55,11
Regle	2	AISI 1020	450 x 100 x 50	17,66	1,3	45,92
Placa expulsión1	1	AISI 1020	450 x 213 x 15	11,28	1,3	14,66
Placa expulsión2	1	AISI 1020	450 x 213 x 20	15,04	1,3	19,55
Total						377,69

Fuente: Autor

Tabla 3. 25 Costo de los ejes

Denominación	Cantidad	Material	Diámetro	Longitud	Peso	Costo	Valor total
			(mm)	(mm)	(Kg)	\$/Kg	(USD)
Columna guía	4	AISI 01 (K460)	50	220	3,40	11	149,39
Buje guía PLCD	4	AISI 01 (K460)	50	55	0,85	11	37,35
Pilar retenedor	4	AISI 01 (K460)	25	210	0,81	11	35,65
Expulsor placa	4	AISI 01 (K460)	25	170	0,66	11	28,86
Tope	4	AISI 01 (K460)	25	18	0,07	11	3,06
Casquillo bebedero	1	AISI P20 (M 238)	50	40	0,62	10,3	6,36
Buje bebedero	1	AISI 01 (K460)	40	25	0,25	11	2,72
Cavidad 1	8	AISI P20 (M 238)	81	60	2,43	10,3	200,25
Parte 1	8	AISI P20 (M 238)	50,8	35	0,56	10,3	45,94
Parte 2	8	AISI P20 (M 238)	50	30	0,46	10,3	38,15
Postizo	8	AISI P20 (M 238)	81	60	2,43	10,3	200,25
Buje guía PLNC	4	AISI 01 (K460)	50	30	0,46	11	20,37
Buje guía PLIT	4	AISI 01 (K460)	40	25	0,247	11	10,86
Pin sujetador	8	AISI 01 (K460)	12,5	55	0,053	11	4,67
Buje inyección	8	AISI P20 (M 238)	25,4	45	0,179	10,3	14,77
Expulsor	8	AISI 01 (K460)	19	135	0,301	11	26,48
Cabeza expulsor	8	AISI 01 (K460)	50	55	0,849	11	74,70
Total							825,1

Fuente: Autor

3.3.2 Costo elementos molde

La Tabla 3.26 muestra los elementos normalizados adquiridos y que son de fácil adquisición en el mercado.

Tabla 3. 26 Costo elementos molde

Elemento	Cantidad	Costo unitario	Valor total
		(USD)	(USD)
Perno allen M12x160	6	1,8	10,8
Perno allen M8x30	4	0,55	2,2
Perno allen M8x20	4	0,42	1,68
Perno allen M6x25	8	0,3	2,4
Perno allen M6x20	4	0,25	1
Recorte1	16	5	80
Recorte2	6	8	48
Oring	16	1,5	24
		Total	170

Fuente: Autor

3.3.3 Costo del mecanizado

La Tabla 3.27 y 3.28 representan los costos de mano de obra de la construcción de la matriz, lo cual implica costo hora – operario - máquina

Tabla 3. 27 Costo de mecanizado

Descripción	Costo		Total
	Hora	Máquina	
Fresadora	15	182	2730
Rectificadora	10	42	420
Torno	15	33	495
CNC	25	20	500
Erocionadora	20	12	240
		Total	4385

Fuente: Autor

Tabla 3. 28 Costo de mano de obra

Descripción	Costo		Total
	Hora	Máquina	
Operador convencional	10	220	2200
Operador CNC	12	12	144
Operador erosionadora	5	12	60
		Total	1620

Fuente: Autor

3.3.4 Costo del diseño

La Tabla 3.29 muestra el costo de diseño, lo cual implica el tiempo invertido en el diseño y uso del software de simulación para completar la matriz, además se considera los materiales de oficina e impresiones que se ha realizado durante el periodo de diseño.

Tabla 3. 29 Costo de diseño

Denominación	Subtotal
Diseño del molde	600
Impresiones	20
Total	620

Fuente: Autor

3.3.5 Costo total del proyecto

En la Tabla 3.30 muestra el costo total del proyecto, además se incluye un valor adicional en caso de imprevistos.

Tabla 3. 30 Costo total del proyecto

Denominación	Subtotal
Costo materia prima	1202,8
Costo elementos adquiridos	170
Costo mano de obra	6005
Costo del diseño	620
Varios	100
Total	8098

Fuente: Autor

El costo total del proyecto de una matriz de inyección de tapas de garrafón es de 8098 dólares americanos.

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.1 Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo principal del proyecto de titulación el cual es diseñar y construir una matriz en el proceso de inyección de tapas de garrafones de agua de 20 lts, cumpliendo con los parámetros y funcionalidad requerida por la empresa. Partiendo de la muestra del producto se tomó las medidas correspondientes como el espesor de pared y diámetro externo de la misma, lo cual facilitó el modelado del capuchón, además con esto se tratar de reducir las correcciones como: aumento del diámetro de la tapa ($\varnothing = 58\text{mm}$) y el espesor de pared (1mm) ya que esta debe ingresar a presión en el garrafón.
- En la distribución de la matriz el llenado debe ser uniforme en todas las cavidades, debido a que en una distribución no uniforme la pieza inyectada puede presentar fallas como las líneas de soldadura y quemaduras en el producto, por lo que se optó por un arreglo en “H” y en “Y”. En el expulsor se realizó una cabeza personalizada cubriendo una mayor sección en la tapa, y evitando deformaciones al momento de expulsar el producto inyectado.
- Los tipos de sistemas de enfriamiento que se utiliza para refrigerar el material no son de una sola forma, para nuestro caso se enfrió los postizos de las cavidades mediante “orings” debido a que el canal de enfriamiento se lo realiza directamente en la cavidad.
- El material a utilizar en los postizos es el acero M238 cuyas características mecánicas son aplicables en el diseño de moldes de inyección, además tienen

una alta durabilidad y menor riesgo a la corrosión; por costo de fabricación se utilizó el acero AISI 1020 en las placas soporte y en las guías, columnas y expulsores el acero AISI 01. La matriz está diseñada en base a las especificaciones técnicas de la inyectora SHE-120, y al momento de realizar el montaje no presento problemas; además en el proceso de inyección la fuerza de cierre fue la adecuada al momento de mantener cerradas las placas.

- De las pruebas de inyección uno y tres se aumentó la presión de cierre de 55 a 75 bares para evitar la fuga de material y se aumentó el recorrido del tornillo de 50 a 75 mm. En el ensayo cuatro se aumentó el tiempo de inyección de 0,15 a 0,25 segundos con lo cual se logró llenar todas las cavidades.

4.1.2 Recomendaciones

- Para la fabricación del molde se debe tener el lugar en donde se va a realizar la construcción ya que estos deben contar con: herramientas, equipos, materiales adecuados para la construcción del proyecto.
- Tomar en cuenta el número de cavidades que se va a realizar para determinar el presupuesto del molde de inyección, debido a que el costo aumenta dependiendo de las cavidades a construirse
- En la elaboración de los planos tomar en cuenta los ajustes y tolerancias dimensionales para evitar dificultades al momento de ensamblar la matriz y evitar la fuga del material al momento de realizar las pruebas
- Para la expulsión de la pieza en futuros trabajos en el diseño de molde de inyección tomar en cuenta los diferentes tipos de sistema de expulsión.
- Para ensamblar el molde se debe señalar el orden de las piezas, para evitar un error en el armado y volver a armar.

BIBLIGRAFÍA

- [1] FLACSO - MIPRO, «Elaboración de artículos plásticos para el hogar,» Centro de investigaciones económicas de la pequeña y mediana empresa, Quito, 2011.
- [2] Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Copetitividad, «"Agenda para la trasformación productiva territorial: Provincia de Tungurahua",» Quito, 2011.
- [3] Cámara de Industrias de Tungurahua, [En línea].
- [4] L. Bilurbina y F. Liesa, «Materiales no metálicos resistentes a la corrosión,» 1990. [En línea]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=DzVLB11fofUC&pg=PA24&dq=polietileno>. [Último acceso: 7 Febrero 2016].
- [5] T. Osswald y G. Menges, Material Science of Polymers for Engineers, Munich: Hanser Publications, 2012, pp. 64,84.
- [6] S. Barroso y J. Ibáñez, «Intoducción al conocimiento de materiales,» 26 Febrero 2014. [En línea]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=OabsAgAAQBAJ&pg=PA395&dq=PEBD>. [Último acceso: 8 Febrero 2016].
- [7] AIMPLIAS. Departamento de Diseño e Inyección, «Proceso de transformación,» de Guía de buenas prácticas para diseñadores de productos fabricados con materiales plásticos, Valencia, :AIMPLAS.Instituto Tecnológico del Plástico, 2009, p. 110.
- [8] Manual inyectora SHE-120, pp. 3-4.
- [9] S. Sánchez y I. Yáñez, «Moldes,» de Molde por inyección de termóplasticos, Noriega, Ed., México, :LIMUSA, 2001, pp. 166-189.
- [10] Bayer Marerial Science, Mold design, Pittsburgh,: Bayer Corporation, 2000, p. 121.

- [11] G. Mikell, Fundamentos de manufactura moderna, México: McGraw-Hill Interamericana, 2007, pp. 279-280.
- [12] D. Machuca y M. Hérvas, «ConFiguración de moldes, matrices y cabezales de equipos para la transformación de polímeros,» 10 Julio 2014. [En línea]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=jif9AwAAQBAJ&pg=PT8&dq=molde>. [Último acceso: 28 Enero 2016].
- [13] G. Menges y G. Mohren, Moldes para inyección de plásticos, México, D. F.: CALYPSO, S. A., 1983, pp. 11-24.
- [14] C. Harper, Handbook of Plastic Processes, New Jersey: WILEY-INTERSCIENCE, 2006, pp. 24-25.
- [15] G. Menges, W. Michaeli y P. Mohren, How to make injection molds, Munich: Hanser Gardner Publications, 2000, p. 153.
- [16] J. Sabogal, «Diseño de la refrigeración en moldes de inyección,» Revista Metal Actual, n° 35, pp. 36-38, Abril 2013.
- [17] F. Rodríguez, F. Mejías y D. Serrano, «Comprobación y optimización del programa CNC para el mecanizado por arranque de viruta,» 27 Febrero 2014. [En línea]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=EJjwAgAAQBAJ&dq=cnc+normas&source>. [Último acceso: 24 Febrero 2016].
- [18] P. Comeñas, Tornero fresador. Mecanización de piezas, procesos de fabricación y verificación del producto y preparacion y ajuste de máquinas, Vigo: Ideas Propias, 2004, pp. 153-158.
- [19] E. Jameson, «Electrical Discharge Machining,» 2001. [En línea]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=FJbdIKGmfSgC&printsec=frontcover&dq=Electrical>. [Último acceso: 24 Febrero 2016].
- [20] G. Sánchez, «Uso de la tecnología en aula II,» 24 Abril 2014. [En línea]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=XVx8AwAAQBAJ&dq=funciones+auxiliares>. [Último acceso: 3 Marzo 2016].

- [21] D. Flores, Implementación del método de diseño para la manufactura y ensamble (DFMA) en la manufactura de moldes para inyección en colada fría de termoplásticos, Mexico D.F., 2009.
- [22] BOHLER, Catálogo de aceros, Quito, 2011.
- [23] BOHMAN, Catalogo: Aceros para moldes de plástico, p. 12.
- [24] C. Riba, Diseño concurrente, Cataluña: EDICIONS UPC, 2002, p. 60.
- [25] EASTMAN, Processing and mold design guidelines, Miami, U.S.A.: Eastman Chemical Company, 2011.
- [26] B. Corporation, Bayer Engineering Polymers - Part and Mold Design: Thermoplastics, CALIFORNIA, 2000.
- [27] A. Campo, The Complete Part Design Handbook, Cincinnati, Ohio: Hanser Garden Publications, 2006.
- [28] D. Kazmer, «Cooling System Design,» de Injection Mold Design Engineering, Germany, Hanser Gardener Publications, 2007, pp. 199-232.
- [29] D. Rosato, D. Rosato y M. Rosato, Injection molding handbook, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [30] R. Budynas y J. Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, México: Mc Graw Hil, 2003, pp. 983-130.
- [31] KRAR y CHECK, Tecnología de las máquinas herramientas, México: Marcombo, 2003.

ANEXOS

ANEXO A
CENTROS DE MECANIZADO Y ELECTROEROSIONADORA

CENTRO DE MECANIZADO VERTICAL MORI SEIKI

Tabla A 1. Especificaciones de la máquina

Marca	MORI SEIKI
Modelo	MV.40M
Controlador	FANUC 18
Datos Técnicos	
Longitud de la mesa	1100 mm
Ancho de la mesa	450 mm
Desplazamiento en el eje X	800 mm
Desplazamiento en el eje y	410 mm
Desplazamiento en el eje z	510 mm
Capacidad de carga	700 kg
Cambiador de herramientas	
Numero de herramientas	20
Diámetro de la herramienta	80 mm
Longitud de la herramienta	250 mm
Max. Peso de la herramienta	8 kg
Tiempo de cambio de herramientas	5.2 sg
Cono interior	ISO 40
Velocidad del husillo vertical	
Velocidad del husillo	8000 rpm
Velocidad de avance	400 ipm
Movimiento rápido	15/20 m/min
Potencia requerida	20.3 kVA
General	
Peso de la máquina	6000 kg
Longitud	2583 mm
Ancho	2301 mm
Altura	2770 mm

CENTRO DE MECANIZADO VERTICAL SUPERMAX

Tabla A 2. Especificaciones de la máquina

Marca	SUPERMAX
Modelo	MAX-1REBEL
Controlador	FANUC O-M
Datos técnicos	
Longitud de la mesa	33.1 in (840.74mm)
Ancho de la mesa	16.5 in (673.1mm)
Desplazamiento en el eje X	25.59 in (649 mm)
Desplazamiento en el eje y	15.7 in (398.78 mm)
Desplazamiento en el eje z	18.1 in (459.74 mm)
Capacidad de carga	770 lb (350 kg)
Cambiador de herramientas	
Numero de herramientas	16
Diámetro de la herramienta	3.1/3.9 in
Longitud de la herramienta	11.8 in (299.72 mm)
Max. Peso de la herramienta	13.2 lb (6 kg)
Tiempo de cambio de herramientas	-
Cono interior	CAT 40
Velocidad del husillo vertical	
Velocidad del husillo	45 - 6000 rpm
Velocidad de avance	119 ipm
Movimiento rápido	472/394 ipm
Potencia requerida	10 hp
General	
Peso de la máquina	6600 lb (3000 kg)
Longitud	86 in (2184.4 mm)
Ancho	84 in (2133.6 mm)
Altura	98 in (2489.2 mm)

ELECTROEROSINADORA POR PENETRACIÓN D-7125

Tabla A 3. Especificaciones de la máquina

Marca	BOHONG
Modelo	D-7125
Controlador	ZNC EDM
Datos técnicos	
Recorrido X, Y	250 x 200 mm
Tamaño de la mesa	450 x 280 mm
Recorrido eje principal	200 mm
Carga eje principal	30 kg
Capacidad de carga	200 kg
Tamaño interno del tanque	800x500x280 mm
Parámetro eléctrico y especificaciones	BH40AMP
Corriente de proceso	40 A
Velocidad máx.	200mm/min
Consumo electrodos	>0.2%
Rugosidad óptima	Ra>0.3 μ m
Consumo de energía máx.	3.5 kw

ANEXO B
PROPIEDADES POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

Tabla B 1. Propiedades polietileno de baja densidad ramificado

Propiedades Físicas	
Densidad (g/cm ³)	0.91 – 0.925
Módulo elasticidad MPa	210
Temperatura de fusión (°C)	110 - 120
Temperatura solidificación (°C)	106
Resistencia a la tracción (MPa)	9
Propiedades térmicas	
Gravedad específica	0.92
Calor específico (kJ/kg °C)	2.30
Conductividad térmica (W/m/K)	0.33
Coefficiente de expansión térmica (µm/m/K)	200
Difusividad térmica (m ² /s)x10 ⁻⁷	1.17
Propiedades eléctricas	
Resistencia dieléctrica (MV/m)	27
Resistencia (ohm-m) de volumen	10 ¹⁴
Resistencia química	
Ácidos	Buena
Álcalis	Buena
Grasa y aceite	Pobre
Agua	Buena

ANEXO C

MONOGRAMA PRESIÓN ESPECÍFICA Y FUERZA DE CIERRE

Monograma de longitud de recorrido y el espesor de pared medio

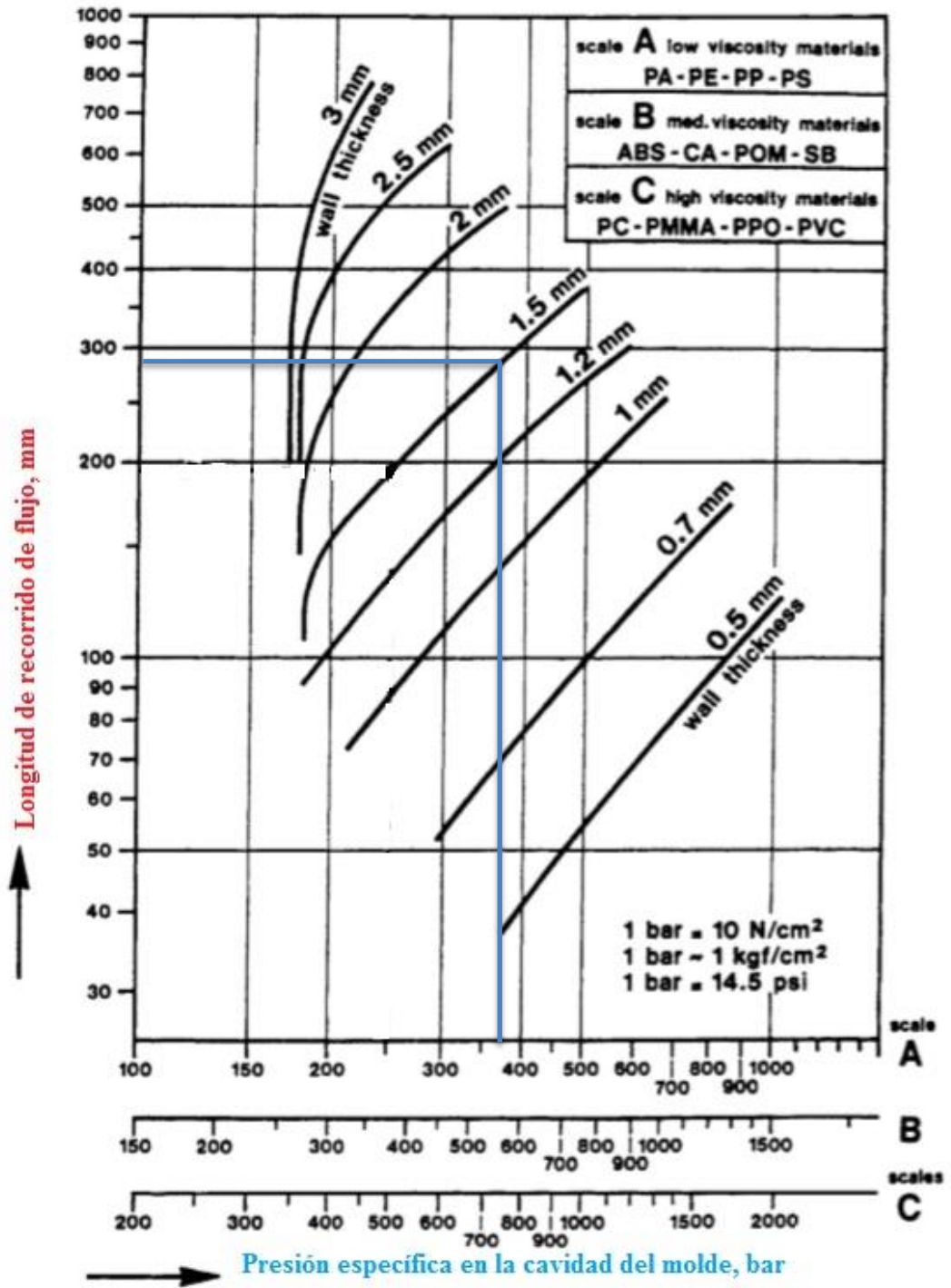
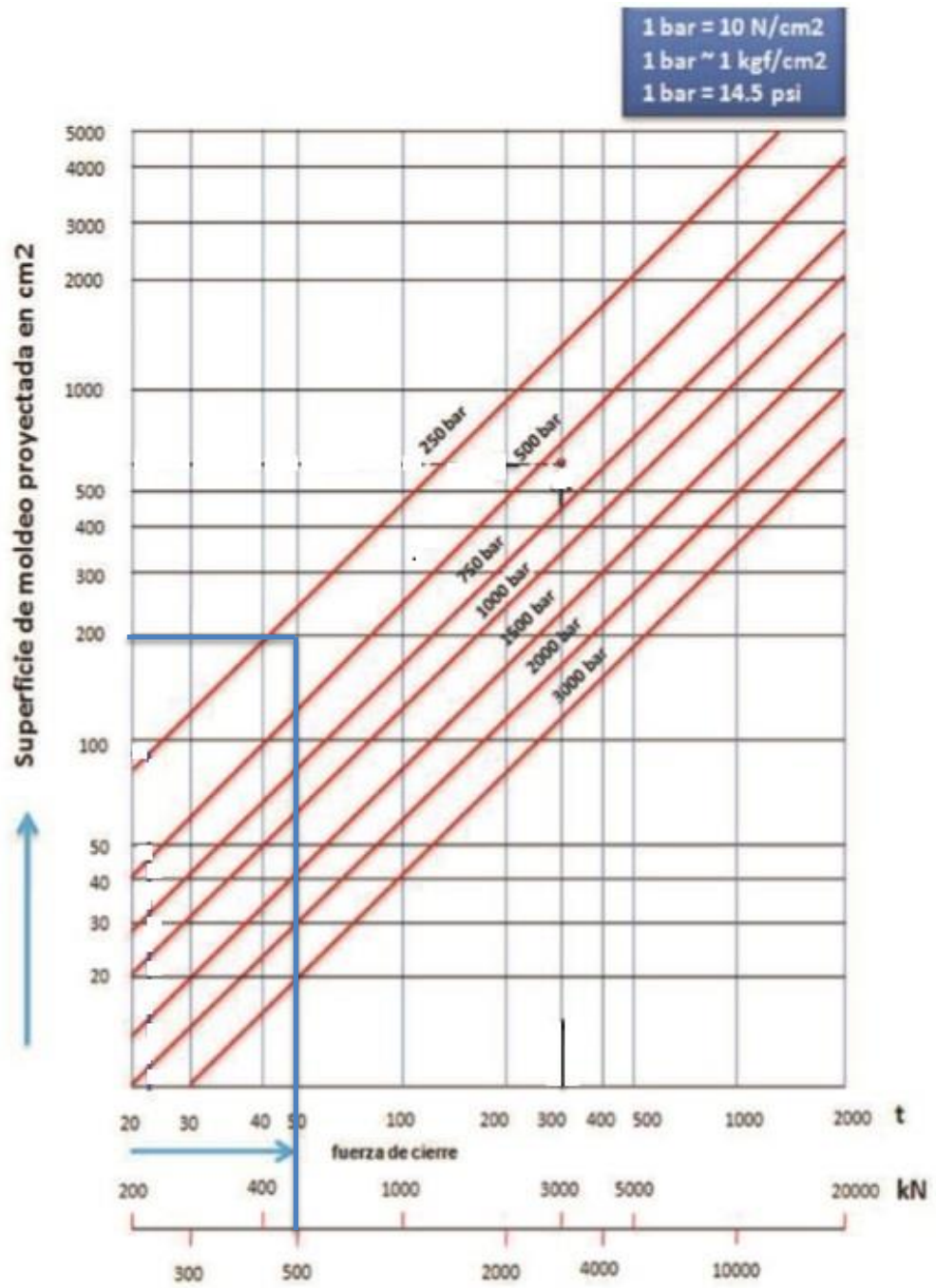


Diagrama relación superficie proyectada y presión específica



ANEXO D
VALORES DE ENFRIAMIENTO Y CONTENIDO DE CALOR
TERMOPLÁSTICOS

TABLA D 1. Datos requeridos cálculo tiempo de enfriamiento

Material	T _c (°C)	T _m (°C)	T _x (HDT)(°C)	Difusividad (cm ² s ⁻¹)
ABS	240	60	95	1.7 x 10 ⁻³
CA	210	50	98	1.04 x 10 ⁻³
PA 6	260	90	180	0.98 x 10 ⁻³
PA 66	285	90	180	1.01 x 10 ⁻³
PC	300	90	130	1.47 x 10 ⁻³
HDPE	240	20	92	0.74 x 10 ⁻³
LDPE	220	20	45	1.15 x 10 ⁻³
PMMA	240	50	102	1.09 x 10 ⁻³
PP	240	40	107	0.85 x 10 ⁻³
PS	220	20	85	1.6 x 10 ⁻³
HIPS	220	20	85	1.6 x 10 ⁻³
PVC Plastif.	180	20	60	1.16 x 10 ⁻³

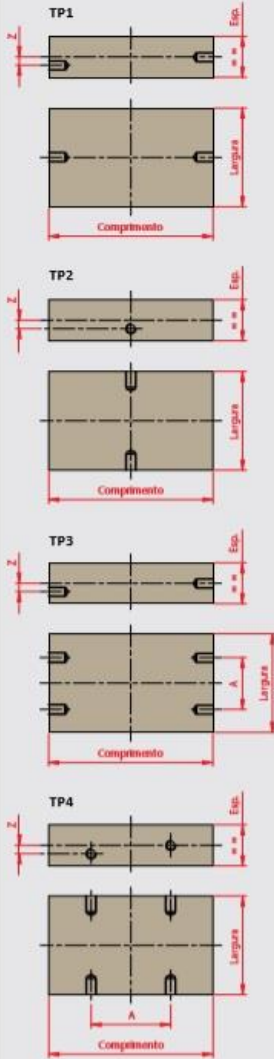
TABLA D 2. Valores de contenido de calor para termoplásticos

MATERIAL	TEMP. FUNDIDO (°C)	TEMP. MOLDE (°C)	ΔT	CALOR ESPECÍFICO Jkg ⁻¹ K ⁻¹	CALOR A REMOVER J/g
CA	210	50	160	1 700	272
PET	240	60	180	1 570	283
PMMA	240	60	180	1 900	342
PC	300	90	115	3 000	345
ABS	240	60	180	1 968	364
PS	220	20	200	1 970	394
PA 6	250	80	170	3 060	520
PA 66	280	80	200	3 075	615
LDPE	210	30	180	3 180	572
HDPE	240	20	220	3 640	801
PP	240	50	190	2 790	670

ANEXO E
CÁTALOGO PORTAMOLDE DE TRES PLACAS

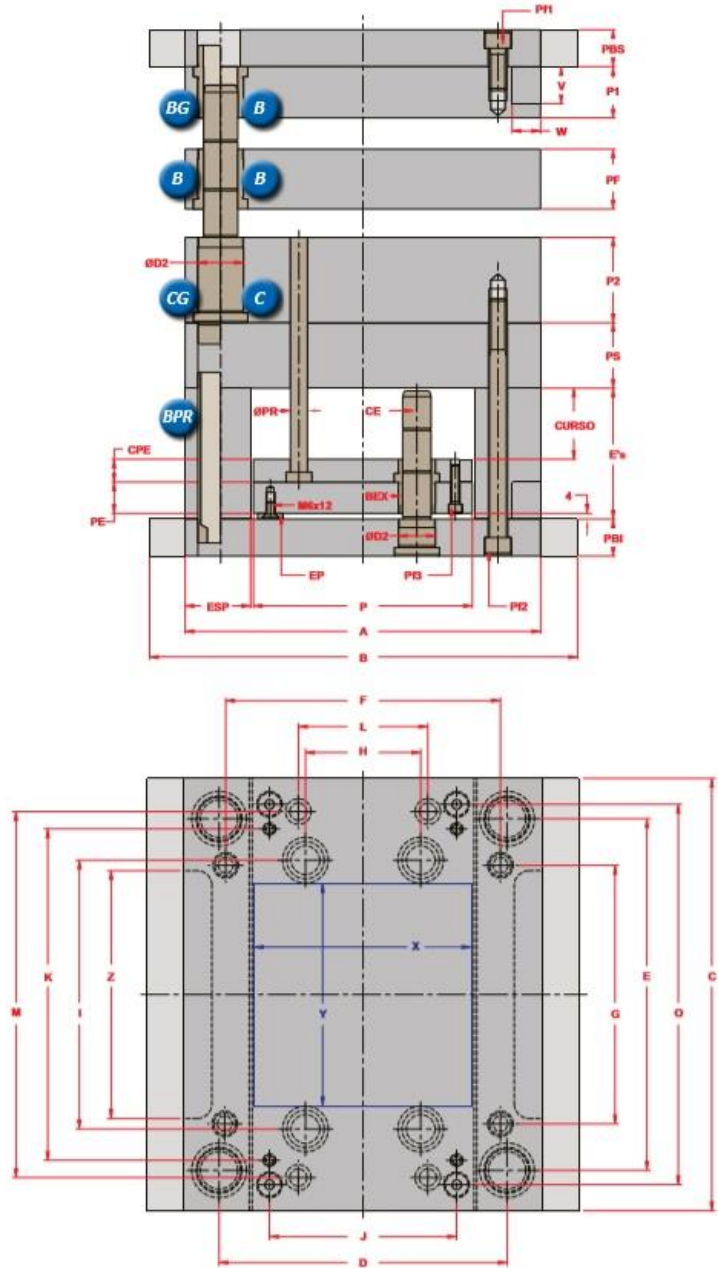
Roscas para Transporte

Os ganchos são necessários para placas acima de 120kg /ou área acima de 500 x 500mm, os mesmos seguem centralizados na espessura da placa, exceto quando informado a dimensão "Z". Nos tipos 3 e 4 é necessário informar a medida "A".



Legenda:
Esp. = Espessura da Placa
A = Distância entre Centros dos Ganchos
Z = Distância Deslocada do Centro da Esp.

Vistas Com Dimensões



Coordenadas Gerais



Série	Molde	Coordenadas de Bucha e Coluna			Coordenada de Fixação do Molde			Coordenada das Guias da Extratora			Coord de Fixação da Extratora			Coordenada do Pino de Retorno			Coordenada de Encosto Padrão			Dimensões de Rasgo de Fixação		
		D	E	D2	F	G	P1/2	H	I	D2	J	K	P3	L	M	DIA	J	O	DIA	W	V	Z
15.15	156 156	122	122	20	122	72	M10	0*	70	20	68	100	M8	40	126	10	68	136	18	15	27	66
15.20	156 196	120	156	20	126	114	M10	0*	110	20	68	140	M8	40	166	10	68	172	18	15	27	102
15.25	156 246	122	212	20	122	162	M10	0*	160	20	68	186	M8	40	216	10	68	224	18	15	27	150
20.20	196 196	154	152	26	154	100	M10	0*	100	20	96	132	M8	62	160	10	96	166	18	20	27	88
20.25	196 246	150	202	26	148	150	M10	46	150	20	90	182	M8	56	210	10	90	216	18	20	27	138
20.30	196 296	150	244	30	150	186	M12	40	194	26	90	230	M8	56	260	10	90	266	18	20	27	172
20.35	196 346	150	294	30	150	236	M12	40	244	26	90	280	M8	56	310	10	90	314	18	20	27	222
20.40	196 396	144	344	30	144	274	M12	40	294	26	90	330	M8	56	360	10	90	364	18	20	27	260
25.25	246 246	200	200	30	200	130	M12	80	130	26	130	180	M8	90	204	12	130	214	18	20	27	116
25.30	246 296	200	244	30	200	186	M12	80	180	26	130	230	M8	90	254	12	130	264	18	20	27	172
25.35	246 346	194	294	30	194	224	M12	86	230	26	136	286	M8	96	304	12	136	324	18	20	27	210
25.40	246 396	198	340	30	198	284	M12	72	280	26	122	330	M8	82	354	12	122	364	18	20	27	270
25.45	246 446	194	394	30	194	324	M12	80	330	26	130	380	M8	90	404	12	130	414	18	20	27	310
25.50	246 496	194	444	30	194	374	M12	80	380	26	130	430	M8	90	454	12	130	464	18	20	27	360
30.30	296 296	250	244	30	250	186	M12	130	180	26	180	230	M8	140	254	14	180	266	18	20	27	172
30.35	296 346	244	294	30	244	224	M12	136	230	26	186	286	M8	146	304	14	186	324	18	20	27	210
30.40	296 396	248	340	30	248	284	M12	126	280	26	176	330	M8	136	354	14	176	364	18	20	27	270
30.45	296 446	244	394	30	244	324	M12	134	330	26	184	380	M8	144	404	14	184	414	18	20	27	310
30.50	296 496	244	444	30	244	374	M12	128	380	26	180	418	M10	140	454	14	180	464	18	20	27	360
35.35	346 346	294	294	30	294	224	M12	186	230	26	236	286	M8	196	304	14	236	324	18	22	27	210
35.40	346 396	274	316	42	274	230	M16	134	276	30	190	320	M10	148	354	14	190	366	18	22	30	212
35.45	346 446	274	374	42	274	280	M16	130	326	30	186	364	M10	144	404	14	186	414	18	22	30	262
35.50	346 496	274	416	42	274	330	M16	134	376	30	190	420	M10	148	454	14	190	466	18	22	30	312
35.55	346 546	274	474	42	274	380	M16	134	426	30	190	470	M10	148	504	14	190	516	18	22	30	362
35.60	346 596	274	524	42	274	430	M16	134	476	30	190	520	M10	148	554	14	190	566	18	22	30	412
40.40	396 396	324	324	42	324	230	M16	180	276	30	236	314	M10	194	354	16	236	364	24	22	30	212
40.45	396 446	324	374	42	324	280	M16	184	326	30	240	364	M10	198	404	16	240	414	24	22	30	262
40.50	396 496	324	424	42	324	330	M16	184	376	30	240	414	M10	198	454	16	240	460	24	22	30	312
40.55	396 546	324	466	42	324	380	M16	184	426	30	240	464	M10	198	504	16	240	510	24	22	30	362
40.60	396 596	324	524	42	324	430	M16	184	476	30	240	514	M10	198	554	16	240	560	24	22	30	412

ANEXO F
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS ACEROS

BÖHLER M 238

Tipo de aleación: C 0.38 Si 0.30 Mn 1.50 Cr 2.00 Mo 0.20 Ni 1.10 %

Color de identificación: Azul - Verde - Blanco
 Estado de suministro: Bonificado 950 - 1100 N/mm² (280 - 320 HB)
 Acabado: IBO ECOMAX

AISI: - P20 (mejorado) DIN: 40CrMnNiMo6-6-4 No. Mat. 1.2738

PROPIEDADES:

Acero para moldes plásticos suministrado en estado bonificado (300 HB) el cual no disminuye la dureza del núcleo respecto a la superficie en espesores superiores a 400 mm debido a su aleación de níquel. Su tecnología de fundición ofrece una buena maquinabilidad y excelente pulido, ideal para ser nitrurado lo que mejora su resistencia al desgaste.

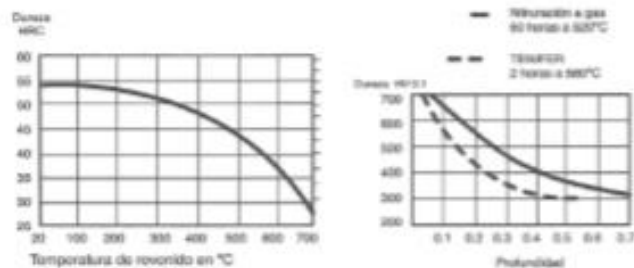
EMPLEO:

Para la fabricación de grandes moldes plásticos de espesores superiores a los 400 mm y almazones de moldes plásticos. Herramientas, componentes de maquinaria y repuestos en general.

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Fundido:	1050 - 1055 °C
Recocido:	720 - 740 °C
Enfriamiento lento en el horno:	
Distensionado:	aprox. 800 °C
Temple:	940 - 960 °C
enfriamiento en: aceite, baño de sales (180 - 200 °C)	
Dureza obtenible:	52 - 54 HRC
Reverde:	ver en el diagrama de reverde las durezas obtenibles después del temple.
Nitruración:	ver en el diagrama de nitruración las profundidades obtenibles tanto en procesos con gases como en procesos con sales (verific).

Esquema de tratamiento térmico



SOLDADURA DE UNIÓN O REPARACIÓN

Electrodo recomendado: UTP 63 ó 630

Precauciones:

UTP 63 ó 630

No precalentar excepto que la temperatura ambiente sea menor a 10 °C, si es así precalentar a 100 °C.
Dejar enfriar lentamente luego de soldar.

PRESENTACIÓN:*

CUADRADO 	Desde:	Ancho	4,76	mm	Alto	4,76	mm
	Hasta:	Ancho	50,80	mm	Alto	50,80	mm
REDONDO 	Desde:	Diámetro	20,00	mm			
	Hasta:	Diámetro	500,00	mm			
LAMINA 	Desde:	Espesor	6,00	mm			
	Hasta:	Espesor	120,00	mm			

ACERO PLATA

Tipo de aleación: C 1.18 Cr 0.70 V 0.10 W 0.55 %

Color de identificación:
Estado de suministro: Recocido 175 - 210 HB (máx.)
Acabado: Pulido h8

ACERO	AISI: 01
	DN: 100MnCrW4
	Nº. Mat: 1.2010

PROPIEDADES:

Acero redondo de gran precisión dimensional que se suministra con tolerancia h8 rectificado y pulido. De superficie perfectamente lisa, exenta de todo defecto y decarburización. Excelente mecanizado

EMPLEO:

Se utiliza preferentemente para la confección de pequeñas herramientas y de piezas mecanizadas que exigen ante todo una gran precisión dimensional tales como brocas, machos para roscar, eyectores, troqueles, escariadores, avellanadores, cuños, marcadores y en general diversas herramientas para corte y estampado.

PRESENTACIÓN:*

 REDONDO	Desde:	Diámetro	2,00	mm
	Hasta:	Diámetro	28,50	mm

ACERO SAE 1020
Color de Identificación: Negro

Aleación:

C: 0.18 – 0.23% Si: 0.15 – 0.35% Mn: 0.30 – 0.60% P: ≤ 0.04% S: ≤ 0.05%

Denominación según:

DIN: C22 W.Nº: 1.0402 AISI: 1020

Acero con bajo contenido de carbono de fácil mecanizado y plegado en frío, apto para cementación. Todavía apto para soldadura.

Aplicaciones

Para la fabricación de piezas sometidas a bajas sollicitaciones mecánicas, eslabones, cadenas, pernos, tornillos, pasadores, etc.

Características Mecánicas

Resistencia a la tracción:

43 – 58 kg/mm²

Límite de fluencia:

32 kg/mm²

Alargamiento:

16%

Contracción:

16%

Dureza:

125 – 170 HB

Instrucciones para el Tratamiento Térmico

Forjar:

1050 – 1200 °C

Normalizar:

870 – 890 °C

Recocer:

650 – 700 °C

Temple:

820 – 850 °C. Enfriamiento en agua.

830 – 860 °C. Enfriamiento en aceite.

Revenido:

300 – 670 °C

ANEXO G
VELOCIDADES DE CORTE

TABLA 61-1 Velocidades de corte de la máquina fresadora

Material	Fresa de acero de alta velocidad		Fresa de carburo	
	Pie/min	m/min	Pie/min	m/min
Acero aleado	40-70	12-20	150-250	45-75
Aluminio	500-1000	150-300	1000-2000	300-600
Bronce	65-120	20-35	200-400	60-120
Hierro fundido	50-80	15-25	125-200	40-60
Acero de maquinado libre	100-150	30-45	400-600	120-180
Acero para maquinaria	70-100	21-30	150-250	45-75
Acero inoxidable	30-80	10-25	100-300	30-90
Acero para herramienta	60-70	18-20	125-200	40-60













DATOS PARA TRABAJAR CON BROCAS DE ACERO RÁPIDO

MATERIAL A TRABAJAR	Dureza Brinell	Resistencia a la tracción kg/mm ²	Vc m/m	Avances según Ø de broca en (mm/rev)		
				1-5	6-12	13-25
Acero suave	140	45	20 a 40	0,10	0,20	0,30
Acero semiduro	250	60	25 a 32	0,10	0,18	0,25
Acero duro	210	85	20 a 28	0,08	0,15	0,20
Acero aleado	290	105	12 a 20	0,06	0,10	0,15
Acero inoxidable	285	98	8 a 10	0,04	0,08	0,10
Fundición gris	180	25	15 a 30	0,15	0,025	0,35
Cobre			30 a 70	0,12		0,28
Bronce	105		40 a 70	0,10		0,30
Latón	100		50 a 80	0,10		0,30
Aluminio y aleaciones	25		40 a 60			


ANEXO H

IMÁGENES DE LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DE LA MATRIZ

Construcción de la matriz

		
1)Montaje de las placas	2)Sujeción del herramental	3)Cuadrado de las placas
		
3)Perforación de las cavidades	4)Sujeción de eje al torno	5)Torneado de las guías
		
6)Torneado de las cavidades	7)Control de dimensiones	8)Pulido de la cavidad
		
9)Torneado del postizo	10)Máquina donde se realizó el detalle del postizo	11)Máquina donde se erosiona de la lengüeta

Ensamble de la matriz

		
1)Insertar columnas guía	2)Montar placa intermedia	3)Armar placa porta cavidad
		
4)Cierre conjunto porta cavidad	5)Ensamble parte fija matriz	6)Armar conjunto porta núcleo
		
7)Cierre conjunto núcleo	8) Colocar placa expulsora	9)Cierre conjunto expulsor
		
10)Cierre parte móvil	11)Ensamble parte móvil	12) Ensamble completo de la matriz

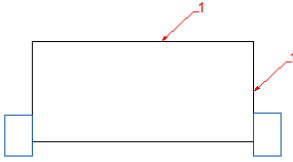
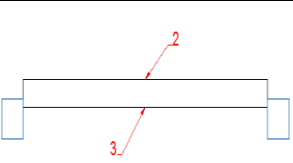
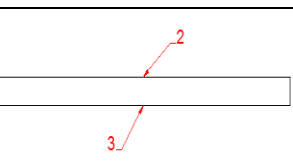
ANEXO I

Hojas de proceso

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)

Realizado por: Jaime Pilatagsi

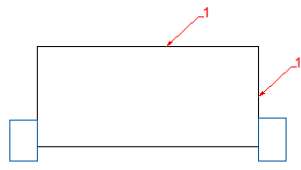
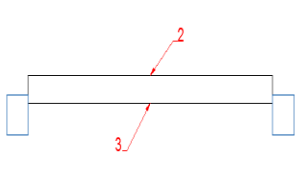
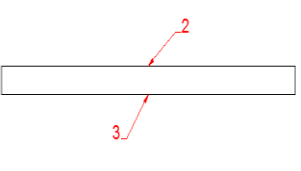
Fecha de elaboración: 10/01/2017

Material:		Dimensiones en bruto:		Conjunto:		No. De		No. De Hoja:					
AISI 1020		450x350x30 mm		Placa móvil		pieza: 1		09					
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Tiempo (min)		
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm	Longitud mm	Preparación	Trabajo
10	11 12		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	0.2	450	8	60
							600	150	0.3	0.2	450	15	45
20	21 22		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	0.2	450	8	60
							600	150	0.3	0.2	450	5	45
10	21 22		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	150
							1800	2700	0.2	0.005	446	7	150

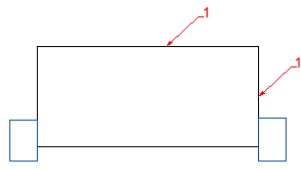
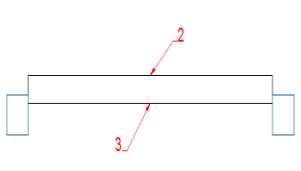
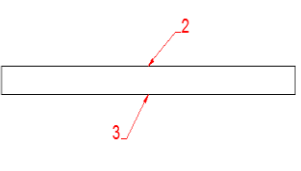
30	31		Puntear centros 4 y 5 Perforar en 4 y 5 Fresar en 4 Perforar en 5	Fresa de torreta	Broca de centros \varnothing 4mm Broca HSS \varnothing 12 mm Fresa HSS \varnothing 20 mm Broca HSS \varnothing 26 mm	Semiautomático	750	10	-	3	3	5	20
32	550						20	-	5	30	3	60	
33	400						25	-	5	20	3	30	
34	300						25	-	5	30	3	20	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagi						Fecha de elaboración: 10/01/2017							
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: 450x50x100 mm		Conjunto: Regle			No. De pieza: 2		No. De Hoja: 08			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	0.2	446	8	60
	600						150	0.3	0.2	15		45	
20	21		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	0.2	446	7	60
	600						150	0.3	0.2	7		45	
10	21		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	60
22	1800						2700	0.2	0.005	7		60	

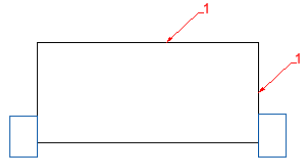
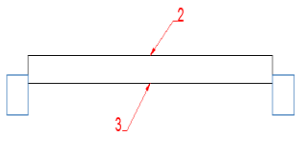
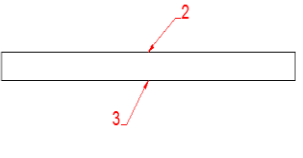
30	31		Puntear en 4, 5 y 6	Fresa convencional	Broca de centros \varnothing 4mm	Semiautomático	750	10	-	3	3	5	15
32	Perforar en 5 y 6		Broca HSS \varnothing 10mm		600		20	-	5	100	3	80	
33	Perforar en 4		Broca HSS \varnothing 12mm		550		20	-	5	100	3	40	
34	Perforar en 6		Broca HSS \varnothing 18mm		400		25	-	5	100	3	30	
35	Perforar en 5 y 6		Broca HSS \varnothing 20 mm		400		25	-	5	100	3	60	
36	Perforar en 6		Broca HSS \varnothing 24 mm		350		25	-	5	100	3	20	
37	Perorar en 5		Broca HSS \varnothing 28 mm		250		20	-	5	100	3	40	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 10/01/2017							
Material: AISI 1020		Dimensiones en bruto: 450x350x40mm		Conjunto: Placa soporte		No. De pieza: 1		No. De Hoja: 05					
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	550	0.2	8	60
	600						150	0.3	550	15		45	
20	21		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	550	0.2	7	60
	600						150	0.3	550	7		45	
10	21		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	150
	1800						2700	0.2	0.005	7		150	

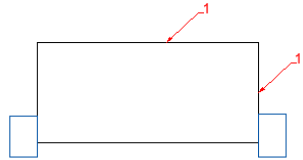
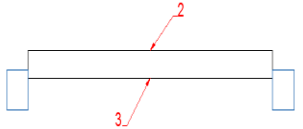
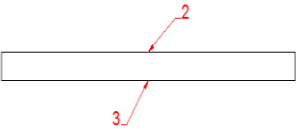
30	31		Puntear en 4,5,6 y 7	Fresa de torreta	Broca de centros \varnothing 4mm	Semiautomático	750	10	-	3	3	5	20
32	Perforar en 4,5 y 7		Broca HSS \varnothing 10 mm		600		20	-	5	30	3	60	
33	Perforar en 5,7 y 8		Broca HSS \varnothing 16 mm		500		20	-	5	30	3	45	
34	Perforar en 4		Broca HSS \varnothing 20 mm		500		25	-	5	30	3	30	
35	Perforar en 4		Broca HSS \varnothing 28 mm		250		20	-	5	30	3	30	
36	Perforar en 4		Broca HSS \varnothing 35 mm		250		30	-	5	30	3	30	
37	Mandrinar en 4		Cuchilla HSS \varnothing 40		300		-	0.04	0.5	6	10	80	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 10/01/2017							
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: 450x300x24 mm		Conjunto: Placa porta núcleo			No. De pieza: 1		No. De Hoja: 11			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11 12		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal \varnothing 82 mm Fresa frontal \varnothing 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	550	0.2	12	60
							600	150	0.3	550			45
20	21 22		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal \varnothing 82 mm Fresa frontal \varnothing 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	550	0.2	12	60
							600	150	0.3	550			45
10	21 22		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	150
							1800	2700	0.2	0.005			150

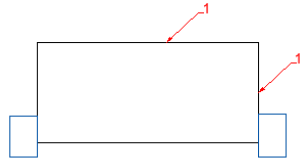
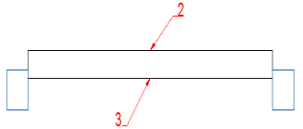
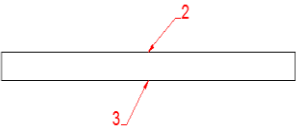
30	31		Puntear en 4,5 y 6	Fresa de torreta	Broca de centros \varnothing 4mm	Semiautomático	750	10	-	3	3	5	20
32	Perforar en 4 ,5 y 8		Broca HSS \varnothing 10 mm		600		20	-	5	30	3	45	
33	Perforar en 5		Broca HSS \varnothing 16 mm		500		20	-	5	30	3	30	
34	Perforar en 4		Broca HSS \varnothing 20 mm		500		30	-	5	30	3	20	
35	Perforar en 4		Broca HSS \varnothing 28 mm		250		20	-	5	30	3	20	
36	Perforar en 4		Broca HSS \varnothing 35 mm		250		30	-	5	30	3	20	
37	Mandrinar en 4 \varnothing 40mm		Cuchilla HSS		300		-	0.04	0.5	6	10	80	
38	Mandrinar en 7 \varnothing 78mm		Cuchilla HSS		220		-	0.04	0.5	6	10	240	
			Mandrinar en 7 \varnothing 74mm		Cuchilla HSS		220	-	0.04	0.5	30	10	480

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 10/01/2017							
Material: AISI 1020		Dimensiones en bruto: 450x350x30 mm		Conjunto: Placa fija		No. De pieza: 1		No. De Hoja: 20					
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	550	0.2	8	60
	600						150	0.3	550	5		45	
20	21		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	600	150	0.3	550	0.2	8	60
	600						150	0.3	550	5		45	
10	21		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	150
	1800						2700	0.2	0.005	7		150	

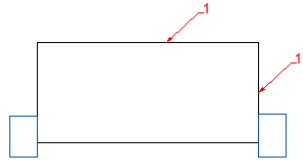
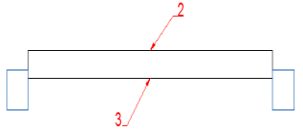
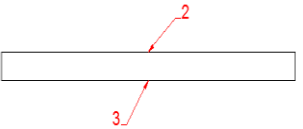
30	31 32 33 34		<p>Puntear centros 4,5,6,7,8,9 Perforar en 8 Perforar en 7 Perforar en 4,5,6 y 9 Perforar en 5 y 6 Perforar en 4 y 9 Perforar en 4 y 9 Perforar en 4 y 9 Mandrinar en 4y 9 Ø 40 mm Machuelar en 8</p>	<p>Fresa de torreta</p>	<p>Broca de centros Ø 4mm Broca HSS Ø 5 mm Broca HSS Ø 6 mm Broca HSS Ø 9 mm Broca HSS Ø 10 mm Broca HSS Ø 16 mm Broca HSS Ø 20 mm Broca HSS Ø 28 mm Broca HSS Ø 35 mm Cuchilla HSS Machuelo M6</p>	<p>Semiautomático</p>	<p>750 650 650 600 600 500 500 250 220 300 -</p>	<p>10 10 10 20 20 20 30 20 25 -</p>	<p>- - - - - - - - - 0.04 -</p>	<p>3 5 5 5 5 5 5 5 5 5 0.5 -</p>	<p>3 15 30 4 30 30 30 30 30 5-13 20</p>	<p>5 3 3 3 3 3 3 3 3 10 3</p>	<p>40 15 60 20 120 30 30 20 20 180 48</p>
----	----------------------	--	--	-------------------------	---	-----------------------	--	---	---	--	---	---	---

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 10/01/2017							
Material: AISI 1020		Dimensiones en bruto: 450x350x20 mm		Conjunto: Placa intermedia		No. De pieza: 1		No. De Hoja: 19					
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11 12		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		5	45
20	21 22		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		5	45
10	21 22		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	150
							1800	2700	0.2	0.005		7	150

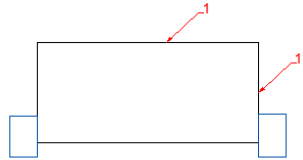
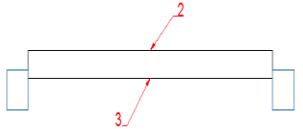
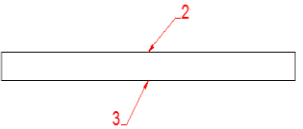
30	31 32 33 34		<p>Puntear centros 4,5,6,7,8</p> <p>Perforar 7</p> <p>Perforar en 4,5,6 y 8</p> <p>Perforar en 5 y 6</p> <p>Perforar en 4 y 8</p> <p>Perforar en 4 y 8</p> <p>Mandrinar en 8 Ø 35 mm</p>	Fresa de torreta	<p>Broca de centros Ø 4mm</p> <p>Broca HSS Ø 9 mm</p> <p>Broca HSS Ø 10 mm</p> <p>Broca HSS Ø 16 mm</p> <p>Broca HSS Ø 20 mm</p> <p>Broca HSS Ø 28 mm</p> <p>Cuchilla HSS</p>	Semiautomático	750	10	-	3	3	5	30	
								600	20	-	5	5	3	60
								600	20	-	5	5	3	120
								500	20	-	5	5	3	80
								500	30	-	5	5	3	60
								250	20	-	5	5	3	40
								300	-	0.04	0.5	5	10	45

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi							Fecha de elaboración: 10/01/2017						
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: 450x350x12 mm		Conjunto: Placa de sujeción			No. De pieza: 1		No. De Hoja: 30			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11 12		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal \varnothing 82 mm Fresa frontal \varnothing 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		5	45
20	21 22		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal \varnothing 82 mm Fresa frontal \varnothing 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		5	45
10	21 22		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	150
							1800	2700	0.2	0.005		7	150

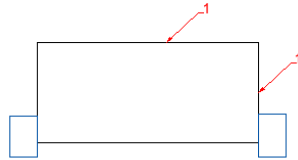
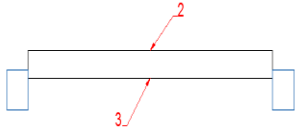
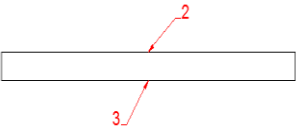
30	31 32 33 34		<p>Puntear centros 4,5,6,7,8 Perforar en 8 Perforar en 4,5,6 y 7 Perforar en 4,5 y 6 Perforar en 4 Perforar en 4 Desbastar en 9</p>	Fresa de torreta	<p>Broca de centros \varnothing 4mm Broca HSS \varnothing 6mm Broca HSS \varnothing 10 mm Broca HSS \varnothing 16 mm Broca HSS \varnothing 20 mm Broca HSS \varnothing 28 mm Butil carburoo \varnothing 5 mm</p>	Semiautomático	750	10	-	3	3	5	45
							650	10	-	5	12	3	120
							600	20	-	5	12	3	240
							500	20	-	5	12	3	120
							500	30	-	5	12	3	30
							250	20	-	5	12	3	30
							1000	15	0,4	0,5	226.5	10	720

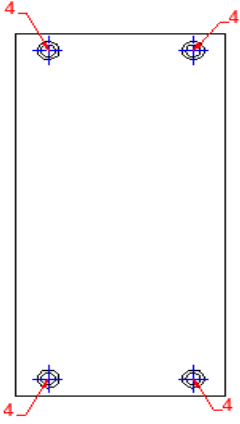
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 10/01/2017							
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: 450x350x50mm		Conjunto: Placa porta cavidades			No. De pieza: 1		No. De Hoja: 32			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11 12		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal \varnothing 82 mm Fresa frontal \varnothing 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		5	45
20	21 22		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal \varnothing 82 mm Fresa frontal \varnothing 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		5	45
10	21 22		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	150
							1800	2700	0.2	0.005		7	150

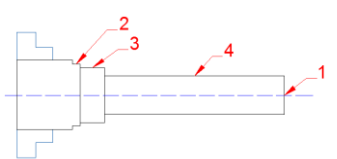
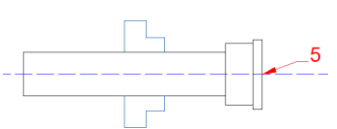
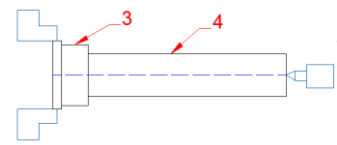
30	31		Puntear en 4,5 y 6	Fresa de torreta	Broca de centros \varnothing 4mm	Semiautomático	750	10	-	3	3	5	20
32	Perforar en 4 y 5		Broca HSS \varnothing 10 mm		600		20	-	5	30	3	45	
33	Perforar en 5 y 6		Broca HSS \varnothing 16 mm		500		20	-	5	30	3	30	
34	Perforar en 4		Broca HSS \varnothing 20 mm		500		30	-	5	30	3	20	
			Perforar en 4	Broca HSS \varnothing 28 mm	250	20	-	5	30	3	20		
			Perforar en 4	Broca HSS \varnothing 35 mm	250	30	-	5	30	3	20		
			Mandrinar en 4 \varnothing 40mm	Cuchilla HSS	300	-	0.04	0.5	6	10	80		
			Mandrinar en 7 \varnothing 78mm	Cuchilla HSS	220	-	0.04	0.5	6	10	240		
			Mandrinar en 7 \varnothing 74mm	Cuchilla HSS	220	-	0.04	0.5	30	10	480		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi							Fecha de elaboración: 10/01/2017						
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: 450x350x18 mm		Conjunto: Placa expulsora 1		No. De pieza: 1		No. De Hoja: 04				
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11 12		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		446	5
20	21 22		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		446	5
10	21 22		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	100
							1800	2700	0.2	0.005		446	7

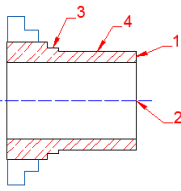
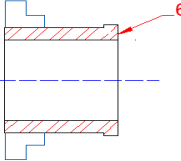
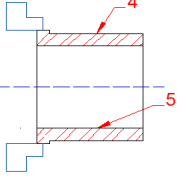
30	31 32 33 34		Puntear centros 4,5,6,7,8 Perforar 6 Perforar en 4,5 y7 Perforar en 4,5 y 7 Perforar en 5 y 7 Perforar en 4 Machuelar en 6	Fresa de torreta	Broca de centros \varnothing 4mm Broca HSS \varnothing 9 mm Broca HSS \varnothing 10 mm Broca HSS \varnothing 16 mm Broca HSS \varnothing 22 mm Broca HSS \varnothing 28 mm Machuelo M 10	Semiautomático	750 600 600 500 500 250 -	10 20 20 20 30 20 -	- - - - - - -	3 5 5 5 5 5 -	3 18 18 18 7 18 18	5 3 3 3 3 3 5	60 40 120 80 40 60 30
----	----------------------	--	--	------------------	---	----------------	---	---------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---

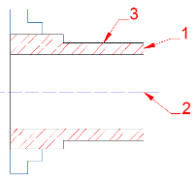
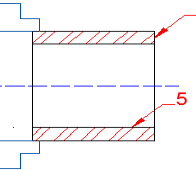
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 10/01/2017							
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: 450x350x20 mm		Conjunto: Placa expulsora 2			No. De pieza: 1		No. De Hoja: 03			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11 12		Fresar cara 1 Encuadrar contorno 1 446x346 mm	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		446	5
20	21 22		Planear cara 2 Planear cara 3	Fresa de torreta	Fresa frontal Ø 82 mm Fresa frontal Ø 82 mm	Semiautomático	850	462	0.4	0.2	446	8	60
							850	462	0.4	0.2		446	5
10	21 22		Rectificar cara 2 Rectificar cara 3	Rectificadora	Piedra de rectificar Piedra de rectificar	Semiautomático	1800	2700	0.2	0.005	446	7	80
							1800	2700	0.2	0.005		446	7

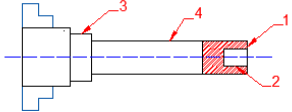
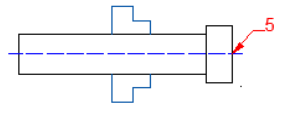
30	31		Puntear centros 4	Fresa de torreta	Broca de centros Ø 4mm	750	10	-	3	3	5	20
32	Perforar en 4		Broca HSS Ø 10 mm		600	20	-	5	20	3	40	
33	Perforar en 4		Broca HSS Ø 18 mm		500	20	-	5	11	3	30	
34												

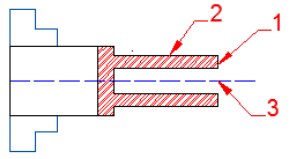
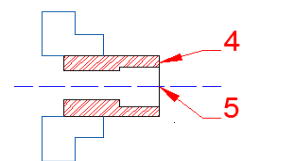
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 01/03/2017							
Material: AISI 01		Dimensiones en bruto: D 41 x 220 mm		Conjunto: Columna guía		No. De pieza: 4		No. De Hoja: 25					
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	5
	12		Desbaste 2 Ø 40 mm				450	50	0,4	1	215	2	10
	13		Desbaste 3 Ø 36.5 mm				450	50	0,4	1,75	205	2	20
	14		Desbaste 4 Ø 28.5 mm				450	50	0,4	2	180	2	20
20	21		Refrentar 5	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	475	60	0,4	1	5	3	5
30	31		Acabado 3 Ø 36 mm	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	750	110	0,2	0,5	205	4	5
	32		Acabado 4 Ø 28 mm				750	110	0,2	0,5	180	2	10

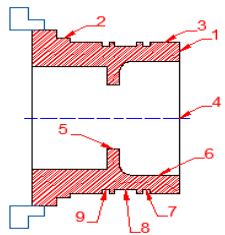
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 08/03/2017							
Material: AISI 01		Dimensiones en bruto: D 41 x 55 mm			Conjunto: Buje guía PLCD			No. De pieza: 4		No. De Hoja: 36			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S Rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	5	3
	12		Perforar 2 Broca centros		Broca Hss		900	12	0,1	2	55	2	3
	13		Perforar 2 Ø 12 mm		Brocas Hss		500	20	0,2	5	55	2	5
	14		Perforar 2 Ø 25 mm		Brocas Hss		350	30	0,2	5	55	2	5
	15		Perforar 2 Ø 26.5 mm		Brocas Hss		350	30	0,3	5	55	2	5
	16		Desbaste 3 Ø 40 mm		Cuchilla HM		450	50	0,2	1	50	4	8
	17		Desbaste 4 Ø 36.5 mm		Cuchilla HM		450	50	0,2	1,75	45	4	8
20	21		Refrentar 4	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	475	60	0,2	1	5	3	5
30	31		Acabado 4 Ø 36 mm	Torno	Cuchilla HM	Semiautomático	750	110	0,2	0,5	20	3	5
	32		Mandrinado 5 Ø 28 mm		Cuchilla interiores		750	110	0,05	0,75	24	3	10

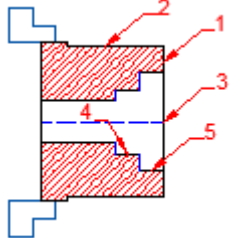
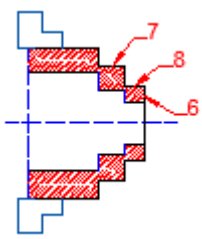
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 15/03/2017							
Material: AISI 01		Dimensiones en bruto: D 41 x 30 mm		Conjunto: Buje guía PLNC		No. De pieza: 4		No. De Hoja: 12					
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S Rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	5	3
	12		Perforar 2 Ø 4 mm		Broca centros		900	12	0,1	2	2	2	3
	13		Perforar 2 Ø 12 mm		Brocas Hss		500	20	0,2	5	30	2	5
	14		Perforar 2 Ø 25 mm		Brocas Hss		350	30	0,2	5	30	2	5
	15		Perforar 2 Ø 26.5 mm		Brocas Hss		350	30	0,3	5	30	2	5
	16		Desbaste 3 Ø 40 mm		Cuchilla HM		450	50	0,2	1	25	4	8
	17		Desbaste 4 Ø 36.5 mm		Cuchilla HM		450	50	0,2	1,75	20	4	8
20	21		Refrentar 4	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	475	60	0,2	1	5	3	3
30	31		Acabado 4 Ø 36 mm	Torno	Cuchilla HM	Semiautomático	750	110	0,2	0,5	20	3	5
	32		Mandrinado 5 Ø 28 mm		Cuchilla interiores		750	110	0,05	0,75	24	3	10

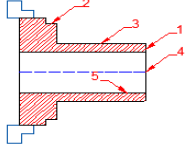
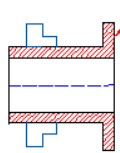
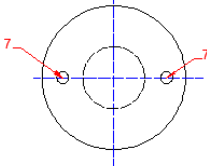
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 22/03/2017							
Material: AISI 01			Dimensiones en bruto: D 41 x 30 mm		Conjunto: Buje guía PLIT			No. De pieza: 4		No. De Hoja: 24			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S Rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	5	3
	12		Perforar 2 Ø 4 mm		Broca centros		900	12	0,1	3	3	2	3
	13		Perforar 2 Ø 12 mm		Brocas Hss		500	20	0,2	5	41	2	5
	14		Perforar 2 Ø 25 mm		Brocas Hss		350	30	0,2	5	41	2	5
	15		Perforar 2 Ø 26.5 mm		Brocas Hss		350	30	0,3	5	41	2	5
			Desbaste 3 Ø 36 mm		Cuchilla HM		450	50	0,2	1	25	4	8
					Cuchilla HM		450	50	0,2	1,75	20	4	8
20	21		Refrentar 4	TORNO	Cuchilla HM	Semiautomático	475	60	0,2	1	5	3	3
	22		Mandrinado 5 Ø 28 mm		Cuchilla de interiores		750	110	0,05	0.75	24	3	10

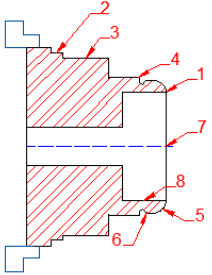
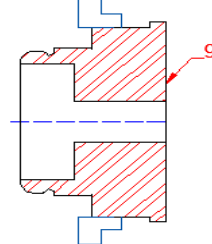
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi							Fecha de elaboración: 05/04/2017						
Material: AISI 01			Dimensiones en bruto: D 26 x 155 mm		Conjunto: Pilar guía retenedor			No. De pieza: 4		No. De Hoja: 23			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	2
	12		Desbaste 3 Ø 25 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	1	150	2	10
	13		Desbaste 4 Ø 16.5 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	1,75	144	2	20
	14		Acabado 4 Ø 16 mm		Cuchilla carburo		750	110	0,2	2	144	2	20
	15		Perforar 2 Ø 1/4		Broca HSS		500	20	0,2	5	20	4	5
	16		Machuelar M8		Machuelo		-	-	-	-	-	2	10
20	21		Refrentar 5	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	5	5	4	8

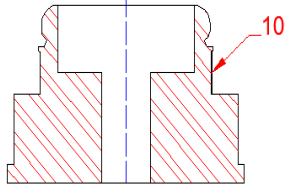
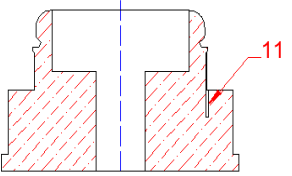
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 10/04/2017							
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: D 28 x 22 mm		Conjunto: Tope			No. De pieza: 8		No. De Hoja: 22			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	2
	12		Desbaste 2 \varnothing 26.5 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	0,75	80	2	15
	13		Acabado 2 \varnothing 26 mm		Cuchilla carburo		750	110	0,2	0,5	80	2	7
	14		Perforar 3 \varnothing 8 mm		Broca HSS		500	12	0,2	5	80	4	30
20	21		Refrentar 4	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	2	4	4
	22		Perforar 5 \varnothing 15 mm		Broca HSS		500	20	0,2	5	8	4	6

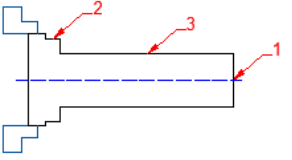
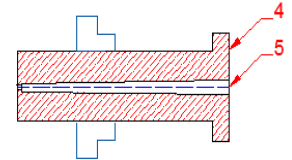
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi							Fecha de elaboración: 17/04/2017						
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: D 81 x 60 mm		Conjunto: Cavidad			No. De pieza: 8		No. De Hoja: 33			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	4
	12		Desbaste 2 Ø 78 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	1	49	2	10
	13		Desbaste 3 Ø 74.5 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	0,5	44	2	10
	14		Acabado 3 Ø 74 mm		Cuchilla carburo		750	110	0,2	5	44	2	5
	15		Perforar 4 Ø 10 mm		Broca HSS		500	15	0,2	5	60	4	20
			Perforar 4 Ø 20 mm		Broca HSS		350	20	0,3	5	60	2	20
			Perforar 4 Ø 28 mm		Broca HSS		350	30	0,3	5	60	2	20
			Mandrinar 5 Ø 44.6 mm		Cuchilla de interiores		475	60	0,05	1	60	5	150
			Mandrinar 5 Ø 45 mm		Cuchilla de interiores		750	110	0,02	0,2	60	2	80
			Mandriado 6 Ø 58 mm		Equipo tornear radios		450	60	0,05	1	25	5	60
	Ranurar 7y9 Ø 69.6x3mm	Cuchilla de raura	450	60	0,4	1,1	11,8-27,8	5	10				
	Ranurar 8 Ø 67 x 9 mm	Cuchilla de raura	450	450	0,4	1,75	16,8	2	5				
20	21		Refrentar 10	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	2	4	4
	22		Mandrinar 11 Ø 50 mm		Cuchilla de interiores		220	35	0,2	1	14	4	180

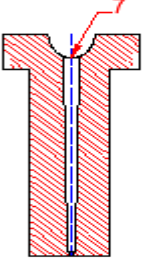
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi							Fecha de elaboración: 20/04/2017						
Material: AISI P20		Dimensiones en bruto: D 55 x 35 mm			Conjunto: Parte 1			No. De pieza: 8		No. De Hoja: 34			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	5
	12		Desbaste 2 \varnothing 50.5 mm		Cuchilla carburo		450	70	0,4	1	50	5	20
	13		Acabado 2 \varnothing 50 mm		Cuchilla carburo		750	115	0,2	0,5	50	2	15
	14		Perforar 3 \varnothing 4 mm		Broca centros		750	10	0,1	3	3	5	3
	15		Perforar 3 \varnothing 19 mm		Broca HSS		400	20	0,2	5	35	2	15
	16		Mandrinar en 4 \varnothing 26 mm Mandrinar en 5 \varnothing 35 mm		Cuchilla de interiores Cuchilla de interiores		750 750	110 110	0,05 0,05	1 1	24,2 14	10 2	40 30
20	21		Refrentar 6	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	2	2	4	5
			Desbaste 7 \varnothing 45.5 mm		Cuchilla carburo		450	65	0,4	1	15	5	20
			Acabado 7 \varnothing 45 mm		Cuchilla carburo		750	100	0,2	0,5	15	2	15
			Desbaste 8 \varnothing 29.5 mm		Cuchilla carburo		450	40	0,4	1,5	5	2	25
			Acabado 8 \varnothing 29 mm		Cuchilla carburo		750	70	0,2	0,5	5	2	15

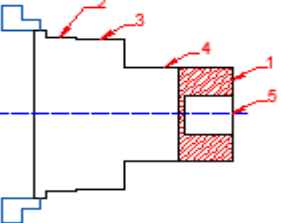
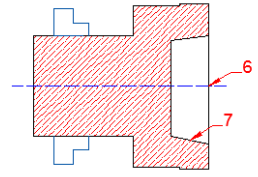
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi							Fecha de elaboración: 27/04/2017						
Material: AISI P20			Dimensiones en bruto: D 40 x 30 mm		Conjunto: Parte 2			No. De pieza: 8		No. De Hoja: 35			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	5
	12		Desbaste 2 \varnothing 35 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	1	25	2	10
	13		Desbaste 3 \varnothing 20.5 mm		Cuchilla carburo		450	30	0,4	1,5	20	2	25
	14		Acabado 3 \varnothing 20mm		Cuchilla carburo		750	50	0,2	0,5	20	2	10
	15		Perforar 4 broca centros		Broca HSS		750	10	0,1	3	3	4	5
16	Perforar 4 \varnothing 14mm	Broca HSS	500	20	0,2	5	30	2	15				
20	21		Refrentar 4	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	2	2	4	5
10	11		Perforar 7 broca centros	Fresa de torreta	Broca HSS	Semiautomático	750	10	0,1	3	3	4	5
			Perforar 7 \varnothing 6 mm		Broca HSS		600	10	0,2	2	5	2	8

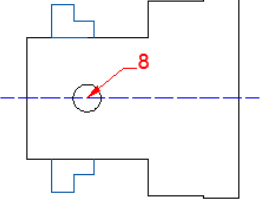
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi							Fecha de elaboración: 02/05/2017						
Material: AISI 01			Dimensiones en bruto: D 81 x 60 mm		Conjunto: Postizo			No. De pieza: 8		No. De Hoja: 13			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	8
	12		Desbaste 2 \varnothing 78 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	1	76	2	15
	13		Desbaste 3 \varnothing 74.5 mm		Cuchilla carburo		450	105	0,4	1,5	42,8	2	25
	14		Acabado 3 \varnothing 74 mm		Cuchilla carburo		750	175	0,2	0,5	42,8	2	10
	15		Desbaste 4 \varnothing 57.5 mm		Cuchilla carburo		450	80	0,4	1,5	23,8	2	20
	16		Redondear 5 R = 5		Cuchilla carburo		450	80	0,2	-	-	2	4
			Redondear 6 R = 2		Cuchilla carburo		450	80	0,2	-	-	2	4
			Perforar 7 \varnothing 4 mm		Broca centros		750	10	0,1	5	5	4	3
			Perforar 7 \varnothing 27,5 mm		Broca HSS		350	30	0,3	3	60	2	30
			Mandrinar 8 \varnothing 45 mm		Cuchilla interiores		220	30	0,2	1	20,5	4	120
20	21		Refrentar 5	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	5	5	4	8

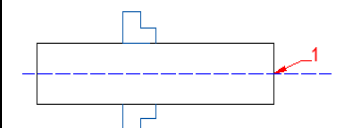
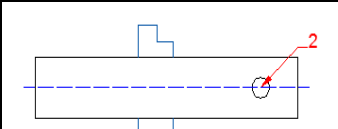
10			Desbaste 10 \varnothing 12 mm	CENTRO DE MECANIZADO	Fresa carburo	FANUC	1600	280	0,5	1	12,8	10	150
10			Erosionar 11	ELECTROEROSIONADORA	Electrodo cobre	FANUC	-	-	-	0,1	12	15	90


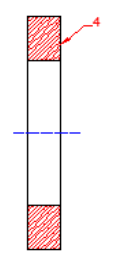
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi							Fecha de elaboración: 16/05/2017						
Material: AISI 1020			Dimensiones en bruto: D 25 x 45 mm		Conjunto: Buje de inyección			No. De pieza: 8		No. De Hoja: 31			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	2
	12		Desbaste 2 Ø 20 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	1	40	2	10
	13		Desbaste 2 Ø 14,5 mm		Cuchilla carburo		450	20	0,4	1,5	35	2	15
	14		Acabado 2 Ø 14 mm		Cuchilla carburo		750	30	0,2	0,5	35	2	10
	15		Perforar 1 Ø 1 mm		Cuchilla HSS		600	5	0,1	1	3	2	5
20	21		Refrentar 4	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	2	4	4
	22		Perforar 5 Ø 2 mm Pasar escariador 9		Broca HSS Escariador de 4 a 2		700 -	5 -	0,1 -	2 1	45 39	2 2	20 10

10	11		Desbaste 7 \varnothing 5 mm	Fresa de torreta	Buril carburo	Semiautomático	1000	15	0,4	0,5	48	10	90
----	----	---	-------------------------------	------------------	---------------	----------------	------	----	-----	-----	----	----	----

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 01/06/2017							
Material: AISI 1020		Dimensiones en bruto: D 50 x 55 mm			Conjunto: Cabeza expulsor			No. De pieza: 8		No. De Hoja: 14			
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/rev	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	75	0,2	1	1	4	2
	12		Desbaste 2 \varnothing 45,5 mm		Cuchilla carburo		450	75	0,4	1	50	2	10
	13		Desbaste 3 \varnothing 44,5 mm		Cuchilla carburo		450	75	0,4	1	40	2	10
	14		Desbaste 4 \varnothing 28 mm		Cuchilla carburo		450	75	0,4	2	27,3	2	20
	15		Acabado 2 \varnothing 40 mm		Cuchilla carburo		750	120	0,2	0,5	50	2	6
			Acabado 3 \varnothing 44 mm		Cuchilla carburo		750	120	0,2	0,5	40	2	6
			Acabado 4 \varnothing 27,5 mm		Cuchilla carburo		750	120	0,2	0,5	27,3	2	8
			Perforar 5 \varnothing 20 mm		Broca centros		400	25	0,2	1	20	4	10
20	21		Refrentar 6	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	75	0,2	1	2	4	4
	22		Desbastar 7 \varnothing 29 a 28,5 mm inclinación 4°		Cuchilla carburo		450	75	0,4	1	5	2	20

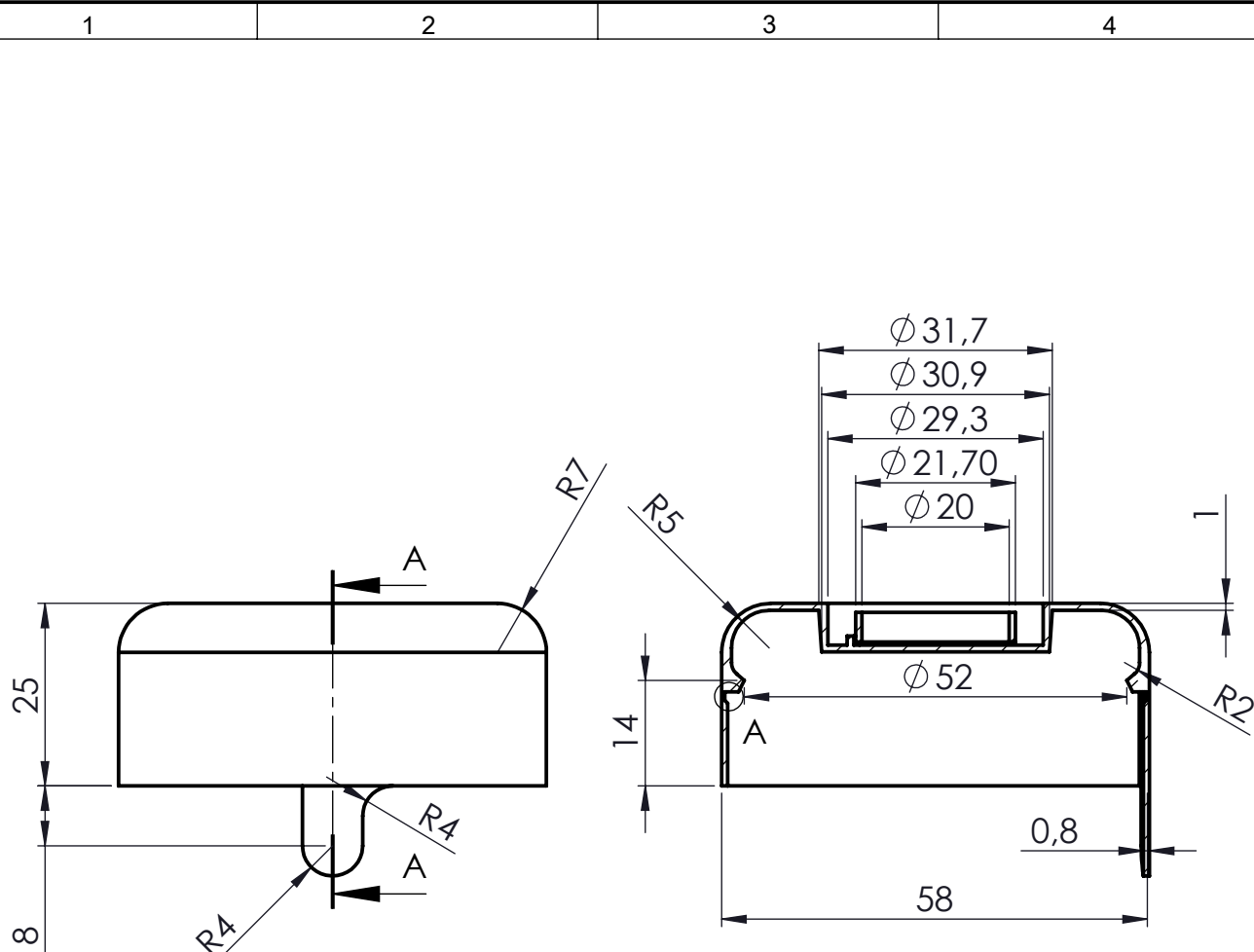
10	11		Perforar 5 Ø 6 mm	Taladro	Broca HSS	Semiautomático	400	-	.	1	28	4	8
----	----	---	-------------------	---------	-----------	----------------	-----	---	---	---	----	---	---

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 08/06/2017							
Material: AISI 1020		Dimensiones en bruto: D 16 x 130 mm		Conjunto: Expulsor			No. De pieza: 8		No. De Hoja: 13				
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11 12 13 14 15		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	2
10	21 22		Perforar 5 Ø 6 mm	Taladro	Broca HSS	Semiautomático	400	-	-	1	17	4	10

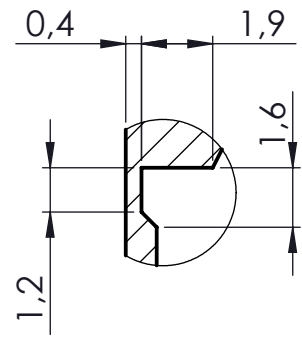
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
HOJA DE PROCESO (CALENDARIZACIÓN)													
Realizado por: Jaime Pilatagsi						Fecha de elaboración: 12/07/2017							
Material: AISI 1020		Dimensiones en bruto: D 128 x 20 mm		Conjunto: Disco centrador		No. De pieza: 1		No. De Hoja: 28					
Fase	Operación	Esquema	Descripción	Máquina	Herramienta	Control	Condiciones de corte				Longitud mm	Tiempo (min)	
							S rpm	Vc m/min	F mm/min	P mm		Preparación	Trabajo
10	11		Refrentar 1	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	1	4	2
	12		Desbaste 2 Ø 125 mm		Cuchilla carburo		450	50	0,4	1	20	2	8
	13		Perforar 3 Ø 10mm		Broca centros		500	15	-	1	20	2	6
	14		Perforar 3 Ø 20 mm		Broca HSS		350	20	-	1	20	2	4
	15		Perforar 3 Ø 27mm		Broca HSS		350	30	-	1	20	2	4
			Perforar 3 Ø 45 mm		Broca HSS		100	15	-	1	20	2	4
			Mabdrinar 3 Ø 80 mm		Cuchilla de interiores	475	110	0,5	1	20	10	20	
20	21 22		Refrentar 4	TORNO	Cuchilla carburo	Semiautomático	475	60	0,2	1	2	4	4

ANEXO J

PLANOS

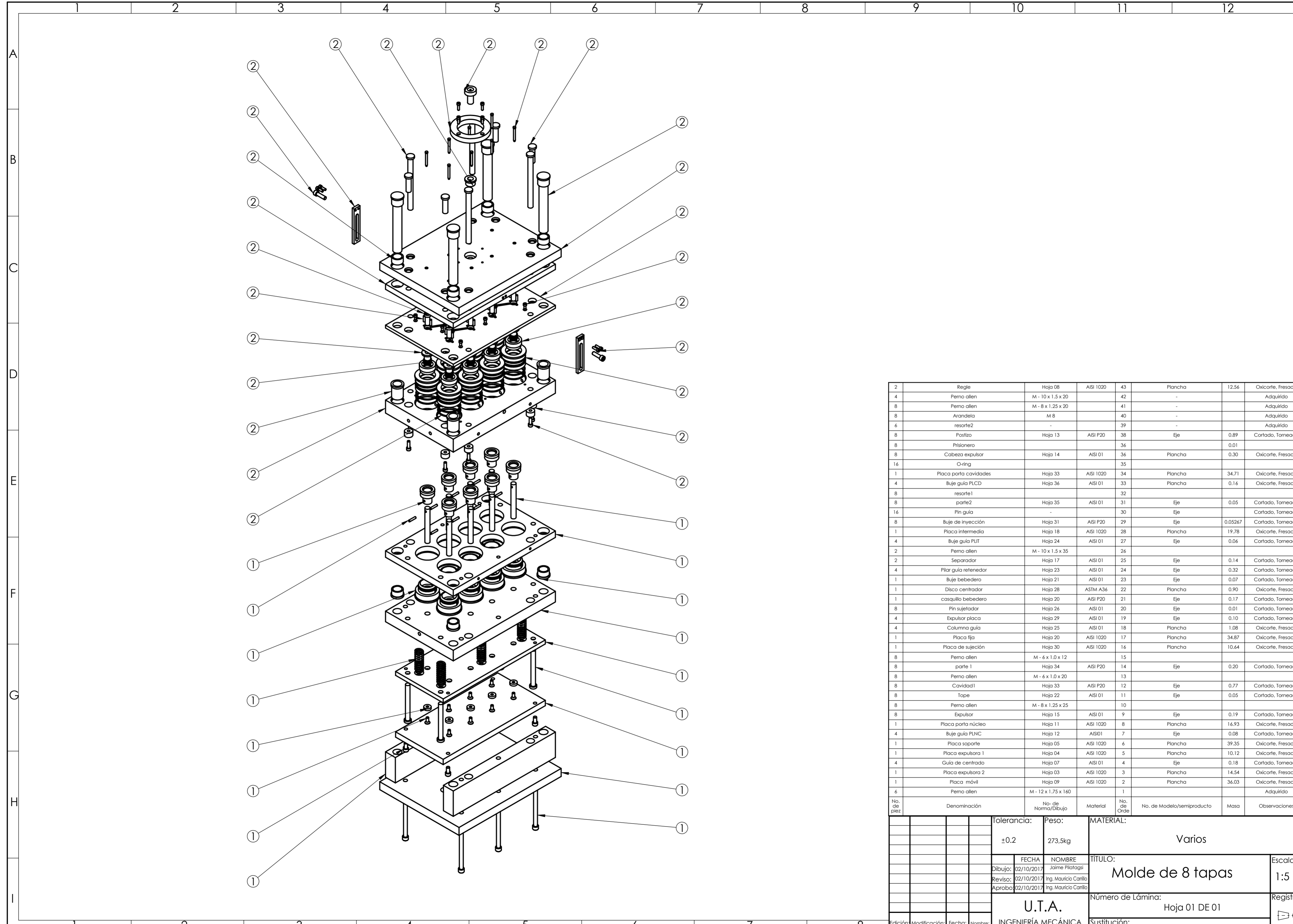


CORTE A-A
ESCALA 1 : 1



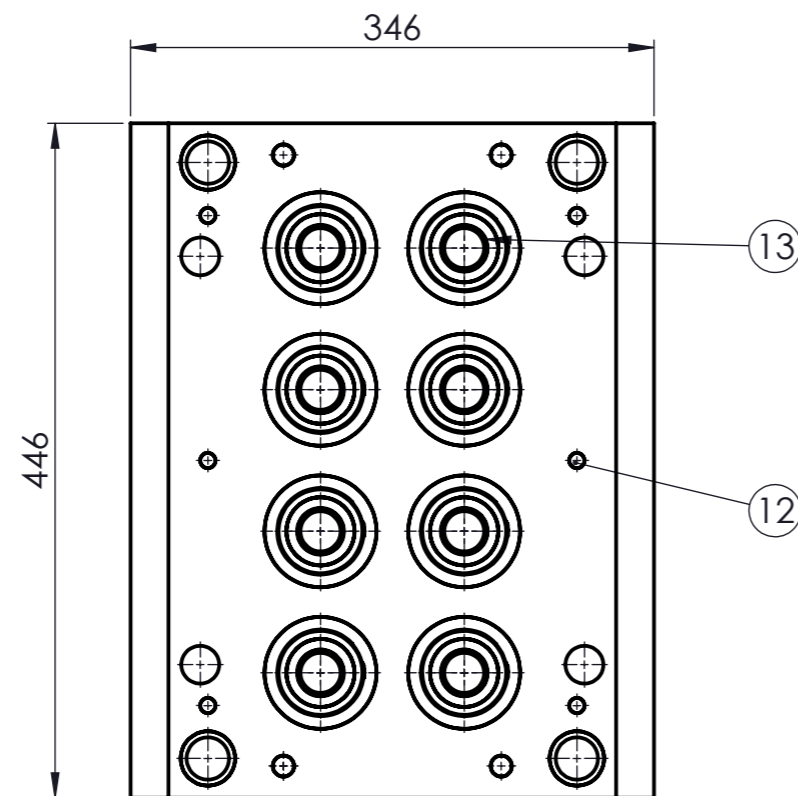
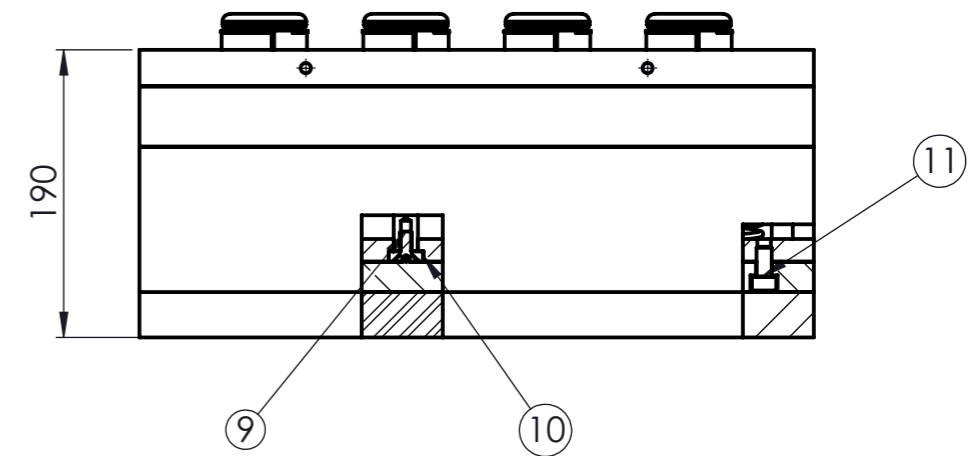
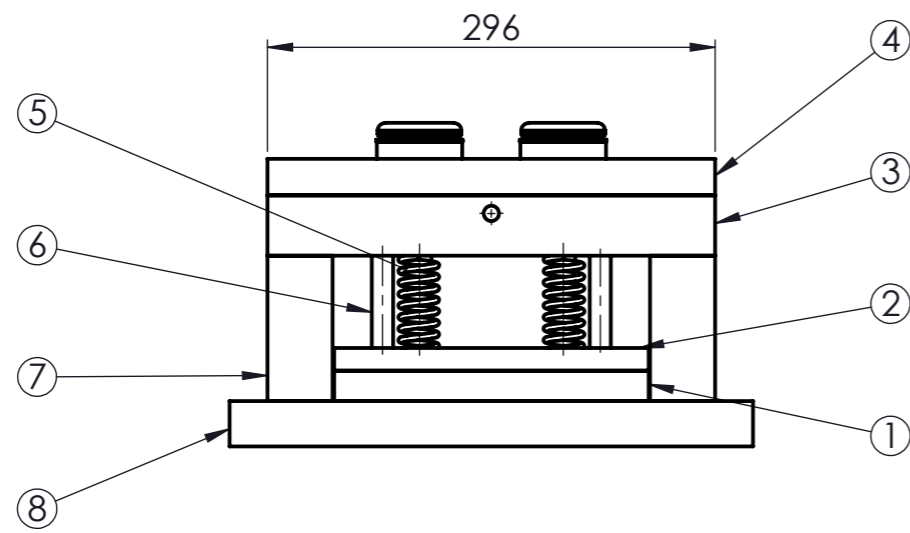
DETALLE A
ESCALA 5 : 1

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 5,2 gr	Material: LDPE	
				Fecha	Nombre	Título: Dimensiones de la tapa	Escala: 1:1
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Número de lámina: Hoja 01 de 01	Registro:
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:	



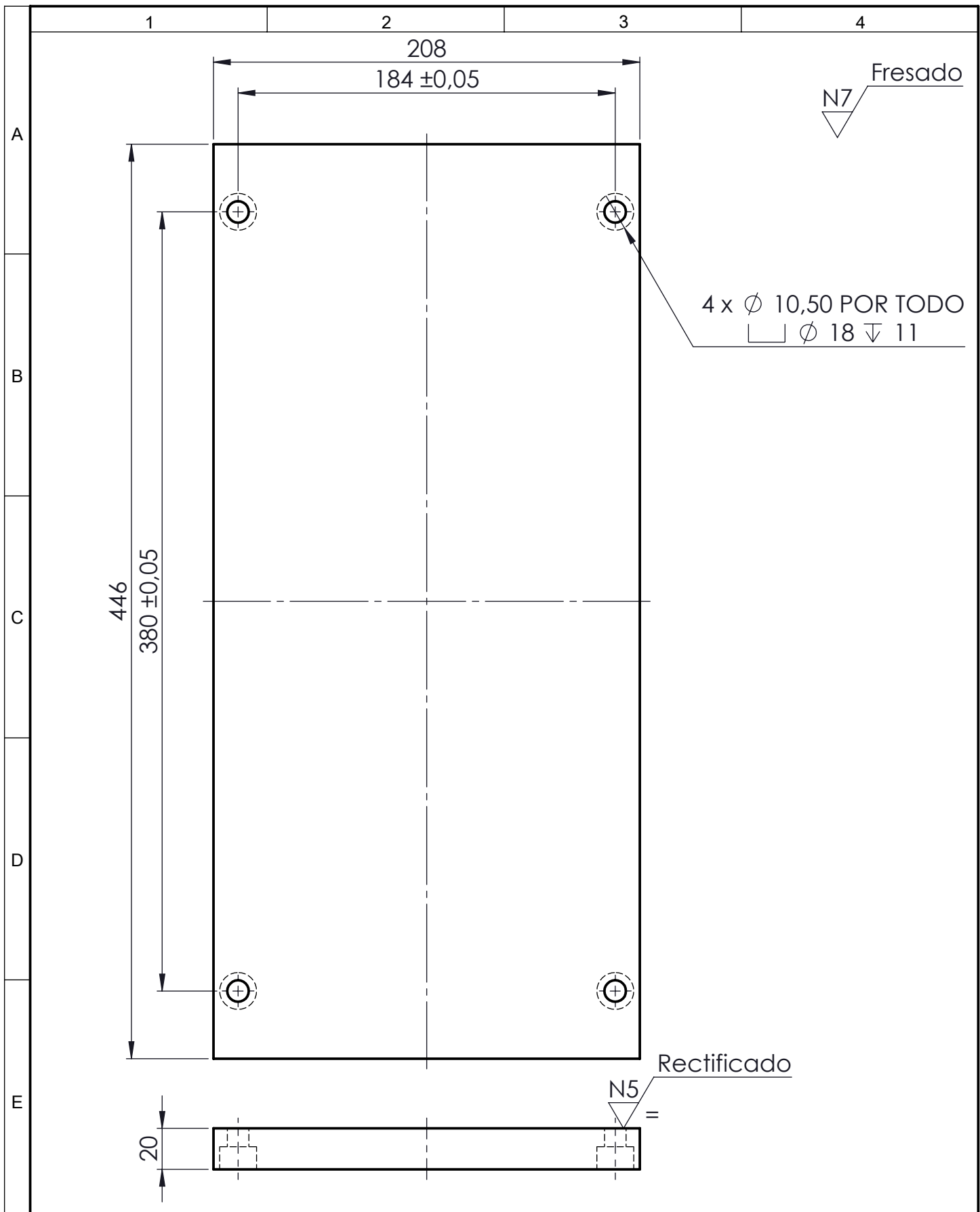
2	Regle	Hoja 08	AISI 1020	43	Plancha	12.56	Oxicorte, Fresado
4	Perno allen	M - 10 x 1.5 x 20		42	-		Adquirido
8	Perno allen	M - 8 x 1.25 x 20		41	-		Adquirido
8	Arandela	M 8		40	-		Adquirido
6	resorte2	-		39	-		Adquirido
8	Postizo	Hoja 13	AISI P20	38	Eje	0.89	Cortado, Torneado
8	Prisionero			36		0.01	
8	Cabeza expulsor	Hoja 14	AISI 01	36	Plancha	0.30	Oxicorte, Fresado
16	O-ring			35			
1	Placa porta cavidades	Hoja 33	AISI 1020	34	Plancha	34.71	Oxicorte, Fresado
4	Buje guía PLCD	Hoja 36	AISI 01	33	Plancha	0.16	Oxicorte, Fresado
8	resorte1			32			
8	parte2	Hoja 35	AISI 01	31	Eje	0.05	Cortado, Torneado
16	Pin guía	-		30	Eje		Cortado, Torneado
8	Buje de inyección	Hoja 31	AISI P20	29	Eje	0.05267	Cortado, Torneado
1	Placa intermedia	Hoja 18	AISI 1020	28	Plancha	19.78	Oxicorte, Fresado
4	Buje guía PLIT	Hoja 24	AISI 01	27	Eje	0.06	Cortado, Torneado
2	Perno allen	M - 10 x 1.5 x 35		26			
2	Separador	Hoja 17	AISI 01	25	Eje	0.14	Cortado, Torneado
4	Pilar guía retenedor	Hoja 23	AISI 01	24	Eje	0.32	Cortado, Torneado
1	Buje bebedero	Hoja 21	AISI 01	23	Eje	0.07	Cortado, Torneado
1	Disco centrador	Hoja 28	ASTM A36	22	Plancha	0.90	Oxicorte, Fresado
1	casquillo bebedero	Hoja 20	AISI P20	21	Eje	0.17	Cortado, Torneado
8	Pin sujetador	Hoja 26	AISI 01	20	Eje	0.01	Cortado, Torneado
4	Expulsor placa	Hoja 29	AISI 01	19	Eje	0.10	Cortado, Torneado
4	Columna guía	Hoja 25	AISI 01	18	Plancha	1.08	Oxicorte, Fresado
1	Placa fija	Hoja 20	AISI 1020	17	Plancha	34.87	Oxicorte, Fresado
1	Placa de sujeción	Hoja 30	AISI 1020	16	Plancha	10.64	Oxicorte, Fresado
8	Perno allen	M - 6 x 1.0 x 12		15			
8	parte 1	Hoja 34	AISI P20	14	Eje	0.20	Cortado, Torneado
8	Perno allen	M - 6 x 1.0 x 20		13			
8	Cavidad1	Hoja 33	AISI P20	12	Eje	0.77	Cortado, Torneado
8	Tope	Hoja 22	AISI 01	11	Eje	0.05	Cortado, Torneado
8	Perno allen	M - 8 x 1.25 x 25		10			
8	Expulsor	Hoja 15	AISI 01	9	Eje	0.19	Cortado, Torneado
1	Placa porta núcleo	Hoja 11	AISI 1020	8	Plancha	16.93	Oxicorte, Fresado
4	Buje guía PLNC	Hoja 12	AISI01	7	Eje	0.08	Cortado, Torneado
1	Placa soporte	Hoja 05	AISI 1020	6	Plancha	39.35	Oxicorte, Fresado
1	Placa expulsora 1	Hoja 04	AISI 1020	5	Plancha	10.12	Oxicorte, Fresado
4	Guía de centrado	Hoja 07	AISI 01	4	Eje	0.18	Cortado, Torneado
1	Placa expulsora 2	Hoja 03	AISI 1020	3	Plancha	14.54	Oxicorte, Fresado
1	Placa móvil	Hoja 09	AISI 1020	2	Plancha	36.03	Oxicorte, Fresado
6	Perno allen	M - 12 x 1.75 x 160		1			Adquirido
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	MATERIAL	No. de Orde	No. de Modelo/semiproducto	Masa	Observaciones

Tolerancia:	Peso:	MATERIAL:	
±0.2	273,5kg	Varios	
FECHA	NOMBRE	TITULO:	Escala:
02/10/2017	Jaime Pilatogsi	Molde de 8 tapas	1:5
Reviso:	Ing. Mauricio Carrillo	Número de Lámina:	Registro:
02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo	Hoja 01 DE 01	☐ ©
Edición:	Modificación:	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA	Sustitución:

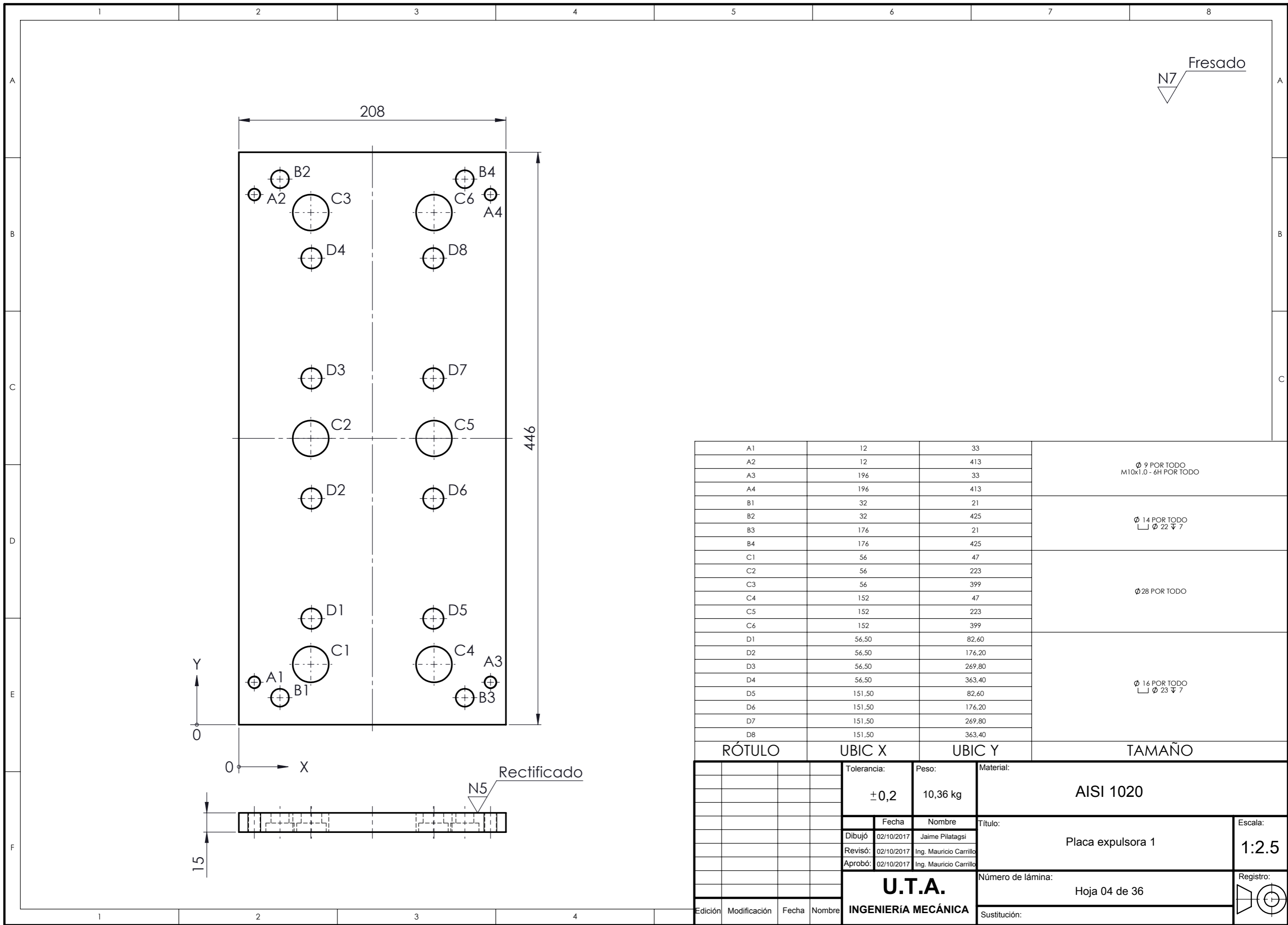


8	Cuerpo expulsor	Hoja 10	Varios	13	-	0.50	Ensamblado
6	Perno Allen	M - 12 x 1.75 x 160		12	-		Adquirido
4	Perno Allen	M - 10 x 1.5 x 20		11	-		Adquirido
8	Arandela	M 8	-	10	-		Adquirido
8	Perno allen avellanado	M - 8 x 1.25 x 20	-	9	-		Adquirido
1	Placa móvil	Hoja 09	AISI 1020	8	Plancha	36.03	Oxicorte, Fresado
2	Regle	Hoja 08	AISI 1020	7	Plancha	12.56	Oxicorte, Fresado
4	Guía de centrado	Hoja 07	AISI 01	6	Eje	0.18	Cortado, Torneado
6	resorte2	-	-	5	-		Adquirido
1	Ensamble porta núcleo	Hoja 06	Varios	4	-	24.38	Ensamblado
1	Placa soporte	Hoja 05	AISI 1020	3	Plancha	39.35	Oxicorte, Fresado
1	Placa expulsora 1	Hoja 04	AISI 1020	2	Plancha	10.12	Oxicorte, Fresado
1	Placa expulsora 2	Hoja 03	AISI 1020	1	Plancha	14.54	Oxicorte, Fresado
No. de Piez	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orde	No. del Modelo/semiproducto	Peso kg/Piez.	Observaciones

Tolerancia:		Peso:		Material:			
±0,2		154.65 kg		Varios			
Fecha		Nombre		Título:			Escala:
Dibujó: 02/10/2017		Jaime Pilatagsi		Ensamble parte móvil			1:5
Revisó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo					
Aprobó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo					
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				Número de lámina:			Registro:
				Hoja 02 de 36			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:			

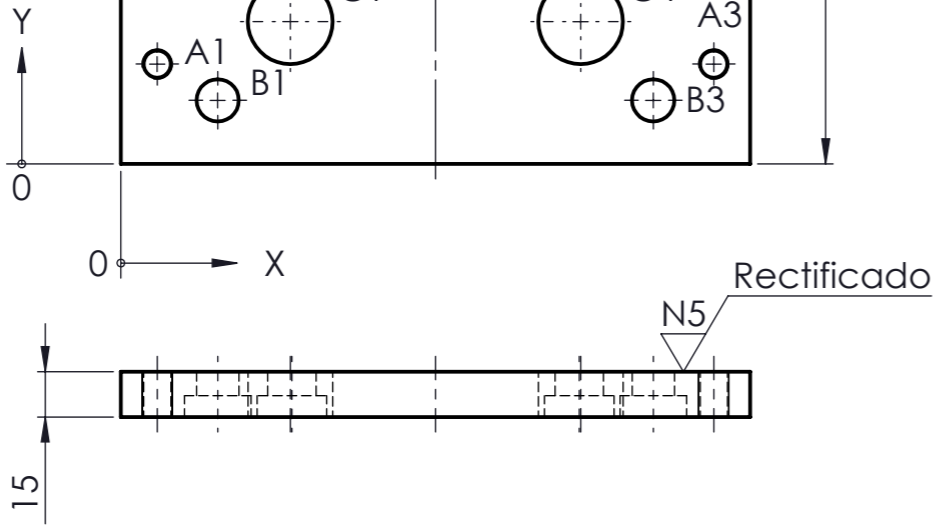


				Tolerancia:	Peso:	Material:		
				$\pm 0,2$	14,54 kg	AISI 1020		
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:	
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi		Placa expulsora 2	1: 2.5
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo			
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo			
				U.T.A.		Número de lámina:	Registro:	
						Hoja 03 de 36		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:		

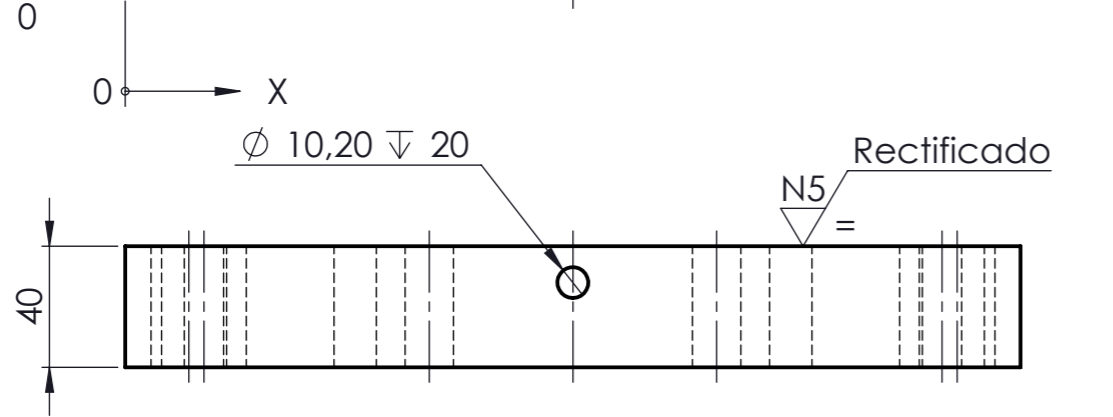
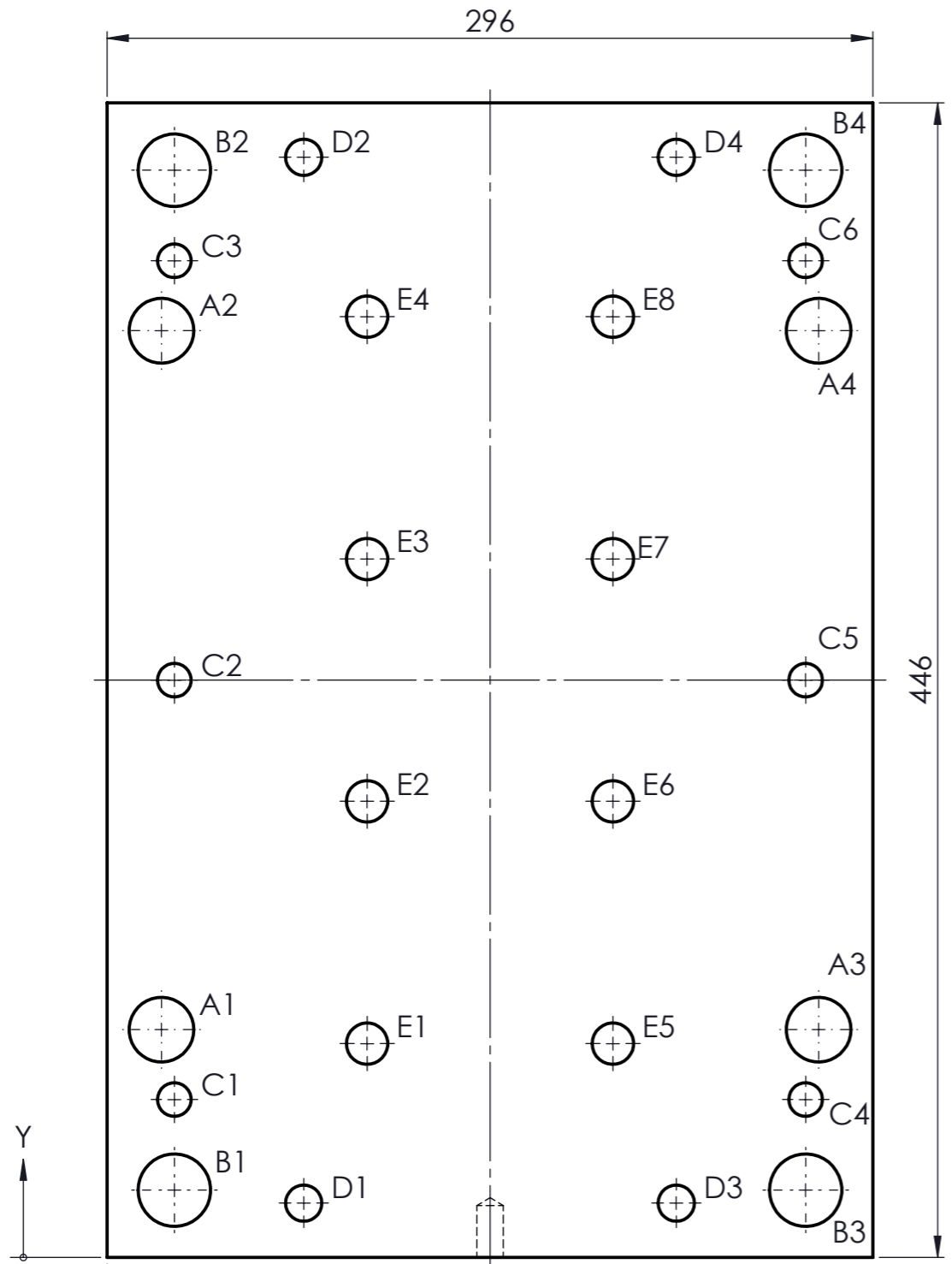


N7 Fresado

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	12	33	Ø 9 POR TODO M10x1.0 - 6H POR TODO
A2	12	413	
A3	196	33	
A4	196	413	
B1	32	21	Ø 14 POR TODO └─┬─┘ └─┬─┘ Ø 22 ▽ 7
B2	32	425	
B3	176	21	
B4	176	425	
C1	56	47	Ø 28 POR TODO
C2	56	223	
C3	56	399	
C4	152	47	
C5	152	223	Ø 16 POR TODO └─┬─┘ └─┬─┘ Ø 23 ▽ 7
C6	152	399	
D1	56,50	82,60	
D2	56,50	176,20	
D3	56,50	269,80	
D4	56,50	363,40	
D5	151,50	82,60	
D6	151,50	176,20	
D7	151,50	269,80	
D8	151,50	363,40	



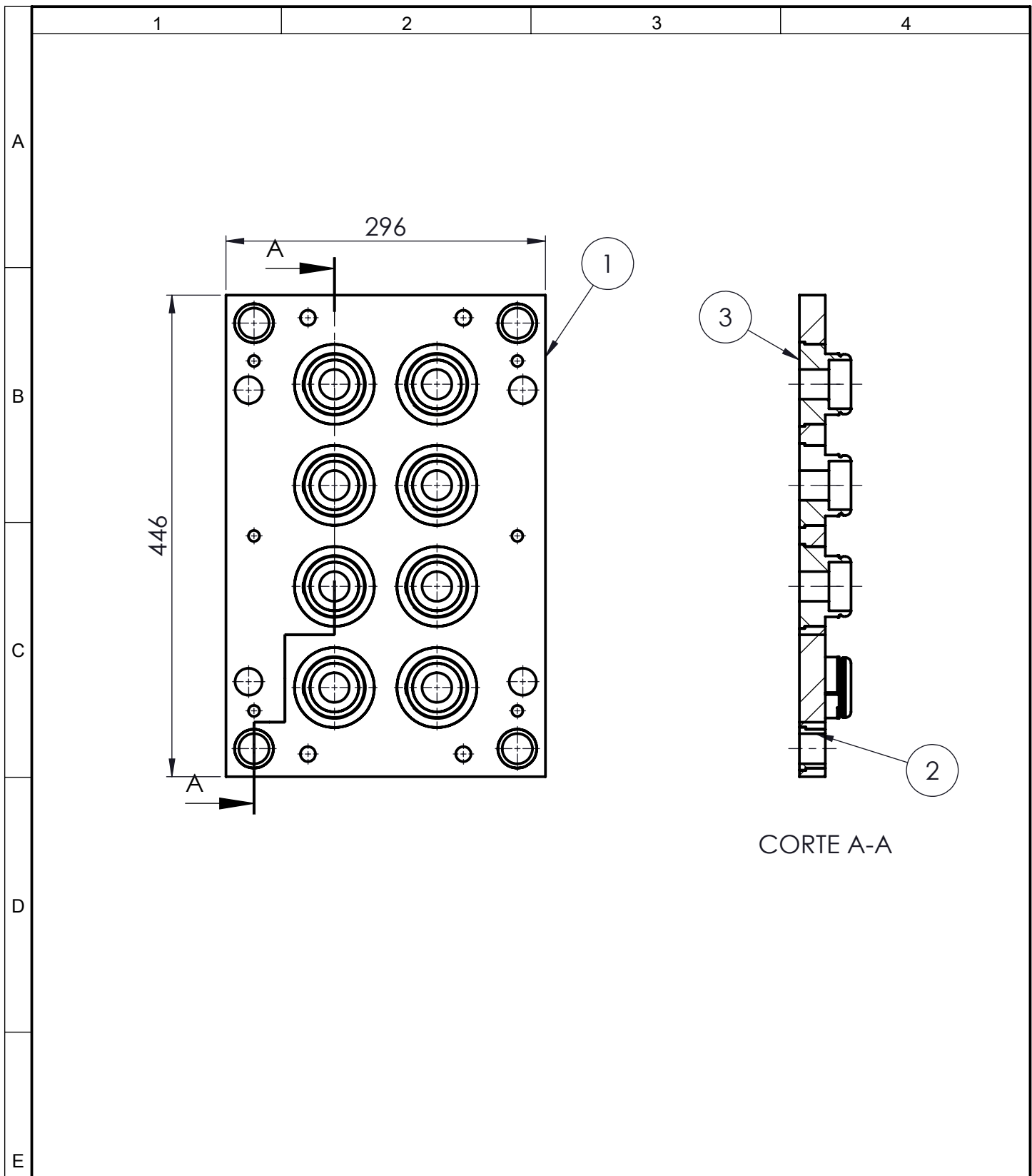
Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0,2		10,36 kg		AISI 1020	
Fecha		Nombre		Título:	
Dibujó: 02/10/2017		Jaime Pilatagsi		Placa expulsora 1	
Revisó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
Aprobó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		1:2.5	
U.T.A.				Número de lámina:	
INGENIERÍA MECÁNICA				Hoja 04 de 36	
Edición		Modificación		Registro:	
Fecha		Nombre		Sustitución:	



N7 Fresado

A1	21	88	Ø 25 POR TODO
A2	21	358	
A3	275	88	
A4	275	358	
B1	26	26	Ø 28 POR TODO
B2	26	420	
B3	270	26	Ø 13 POR TODO
B4	270	420	
C1	26	61	
C2	26	223	
C3	26	385	
C4	270	61	
C5	270	223	
C6	270	385	
D1	76	21	Ø 14 POR TODO
D2	76	425	
D3	220	21	
D4	220	425	
E1	100,50	82,60	Ø 16 POR TODO
E2	100,50	176,20	
E3	100,50	269,80	
E4	100,50	363,40	
E5	195,50	82,60	
E6	195,50	176,20	
E7	195,50	269,80	
E8	195,50	363,40	
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO

Tolerancia:		Peso:	Material:	
±0,2		39,56 kg	AISI 1020	
Fecha		Nombre	Título:	
Dibujó:	02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Placa soporte	
Revisó:	02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
Aprobó:	02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
U.T.A.		Número de lámina:		Registro:
INGENIERÍA MECÁNICA		Hoja 05 de 36		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:



CORTE A-A

No. de orden	No. de pieza	Denominación	Número de norma o dibujo	Observaciones
1	1	Placa porta núcleo	Hoja 11	
2	4	Buje guía PLNC	Hoja 12	
3	8	Postizo	Hoja 13	

				Tolerancia:	Peso:	Material:		
				± 0,2	12,56 kg	AISI 1020, AISI P20, AISI 01		
				Fecha	Nombre	Título:		Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Ensamble porta núcleo		1:5
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo			
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo			
				U.T.A.		Número de lámina:		Registro:
						Hoja 06 de 36		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:		

1

2

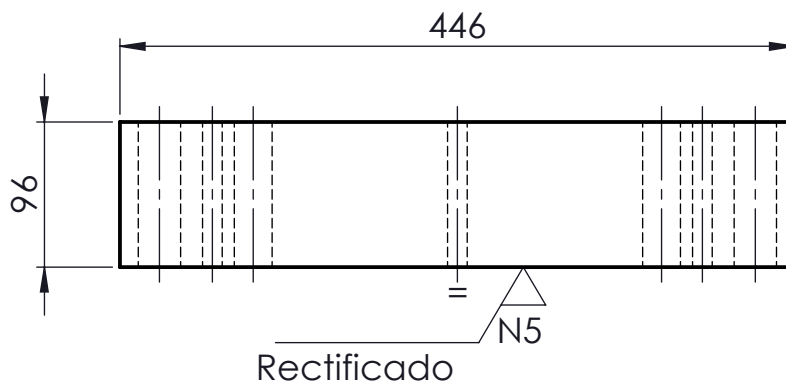
3

4

A

N7 Fresado

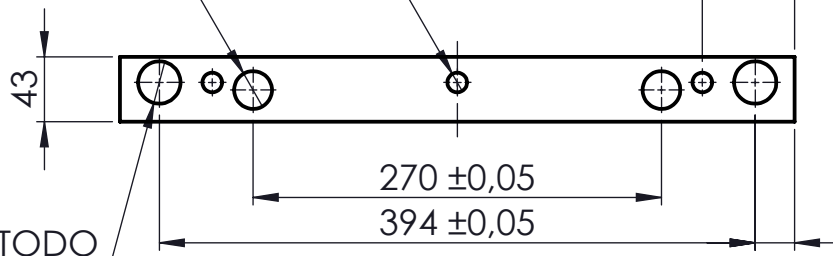
B



C

6 x ϕ 13 POR TODO4 x ϕ 25 POR TODO

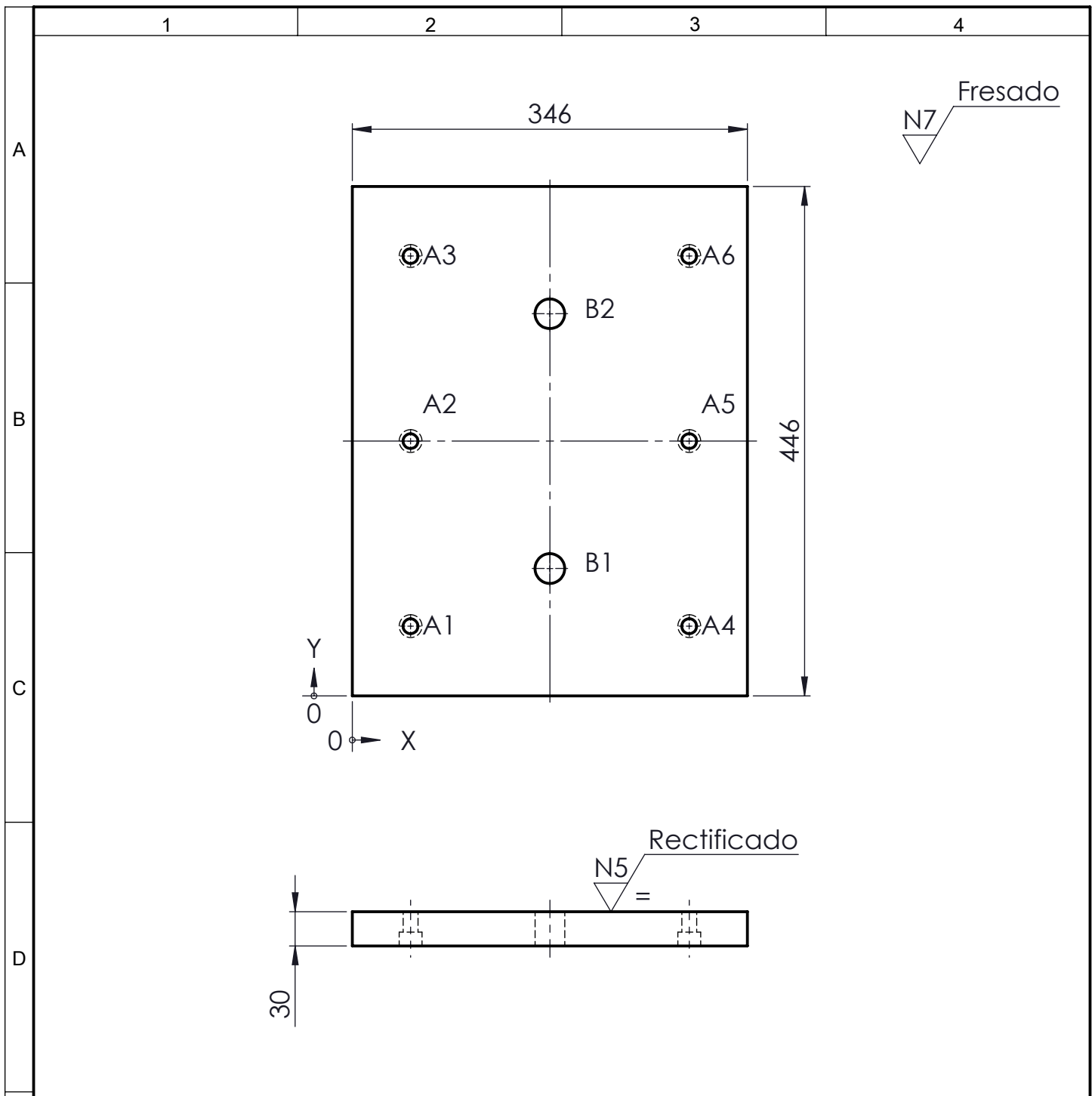
61

4 x ϕ 28 POR TODO

D

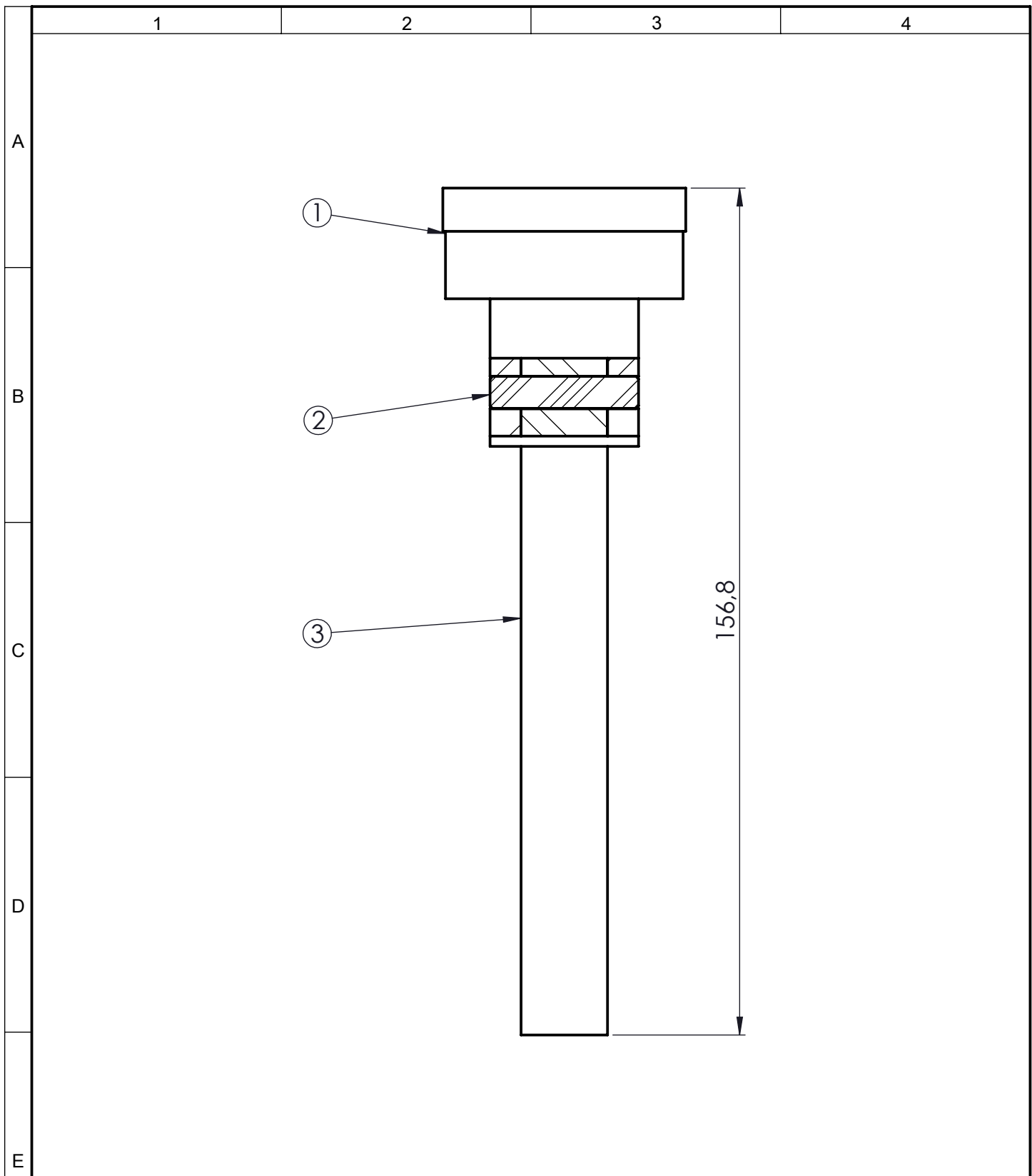
E

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 12,56 kg	Material: AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Regle	1:5
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 08 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



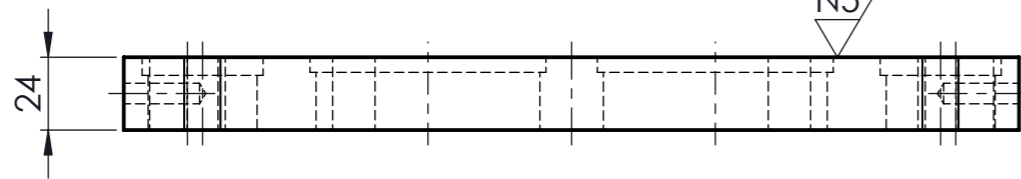
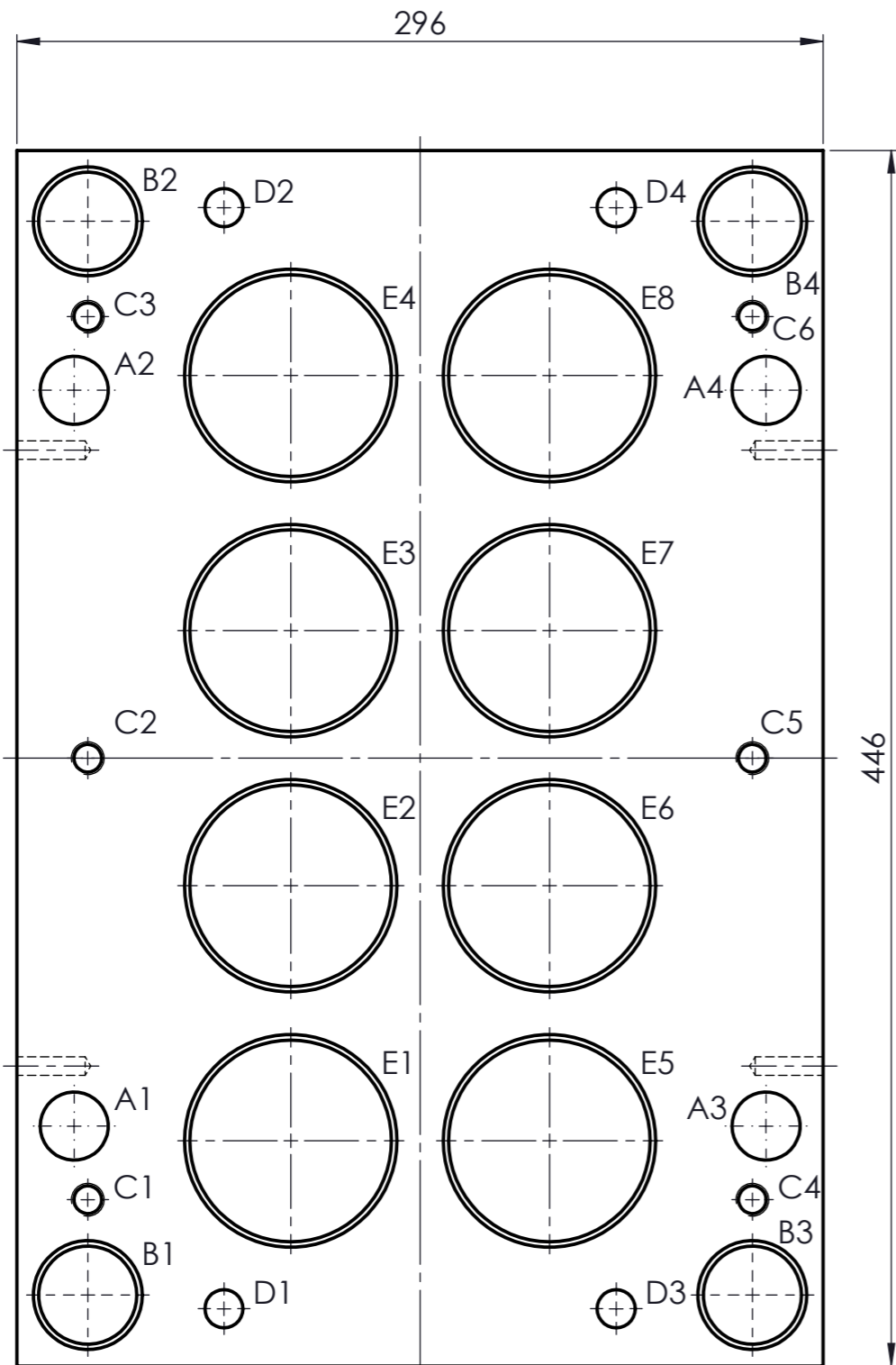
E	A1	51	61	Ø 13 POR TODO └┘ Ø 20 ▽ 12
	A2	51	223	
	A3	51	385	
	A4	295	61	
	A5	295	223	
	A6	295	385	
	B1	173	111,50	Ø 26 POR TODO
	B2	173	334,50	
	RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO

				Tolerancia:	Peso:	Material:			
				± 0,2	36,03 kg	AISI 1020			
				Fecha	Nombre	Título:		Escala:	
				Dibujó:	02/10/2017			Jaime Pilatagsi	1:5
				Revisó:	02/10/2017			Ing. Mauricio Carrillo	
				Aprobó:	02/10/2017			Ing. Mauricio Carrillo	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			Número de lámina:	Registro:	
							Hoja 09 de 36		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:					



No. de orden	No. de pieza	Denominación	Número de norma o dibujo	Observaciones
1	1	Cabeza expulsor	Hoja 14	Cortado, Torneado
2	1	Pin	-	-
3	1	Expulsor	Hoja 15	Cortado, Torneado

				Tolerancia:	Peso:	Material:			
				$\pm 0,2$	0,5 kg	AISI P20, AISI 01			
				Fecha	Nombre	Título: Cuerpo expulsor		Escala:	
				Dibujó:	02/10/2017			Jaime Pilatagsi	1:1
				Revisó:	02/10/2017			Ing. Mauricio Carrillo	
				Aprobó:	02/10/2017			Ing. Mauricio Carrillo	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina:		Registro:	
						Hoja 10 de 36			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:					



N7 Fresado

2 x ϕ 6,80 ∇ 25

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	21	88	ϕ 25 POR TODO
A2	21	358	
A3	275	88	
A4	275	358	
B1	26	26	ϕ 36 POR TODO \square ϕ 40 ∇ 6
B2	26	420	
B3	270	26	ϕ 10,20 ∇ 32,75 M12x1.75 - 6H ∇ 24
B4	270	420	
C1	26	61	
C2	26	223	
C3	26	385	
C4	270	61	
C5	270	223	
C6	270	385	
D1	76	21	ϕ 14 ∇ 24
D2	76	425	
D3	220	21	
D4	220	425	
E1	100,50	82,60	ϕ 74 POR TODO \square ϕ 78 ∇ 5
E2	100,50	176,20	
E3	100,50	269,80	
E4	100,50	363,40	
E5	195,50	82,60	
E6	195,50	176,20	
E7	195,50	269,80	
E8	195,50	363,40	

Tolerancia:		Peso:		Material:	
$\pm 0,2$		17,07 kg		AISI 1020	
Fecha		Nombre		Título:	
02/10/2017		Jaime Pilatagsi		Placa porta núcleo	
Revisó:		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		1:2.5	
Aprobó:		Ing. Mauricio Carrillo		Registro:	
02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		U.T.A.	
Edición		Modificación		Fecha	
Nombre		INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina:	
				Hoja 11 de 36	
				Sustitución:	

1

2

3

4

N7 Torneado



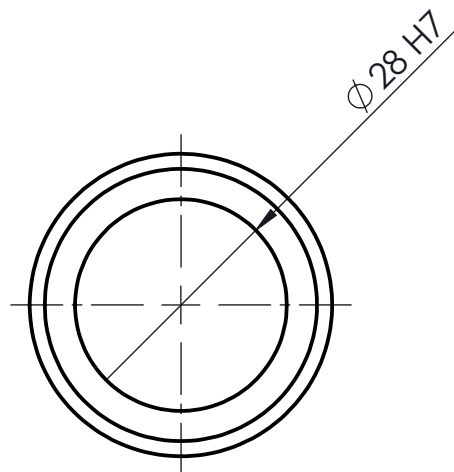
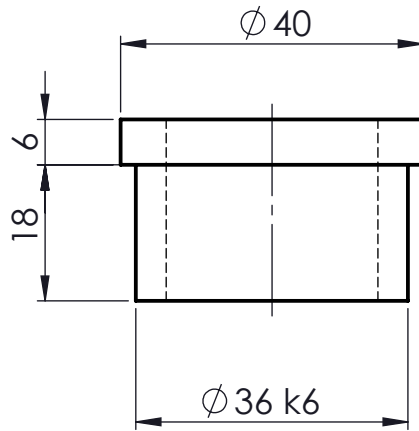
A

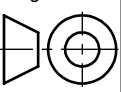
B

C

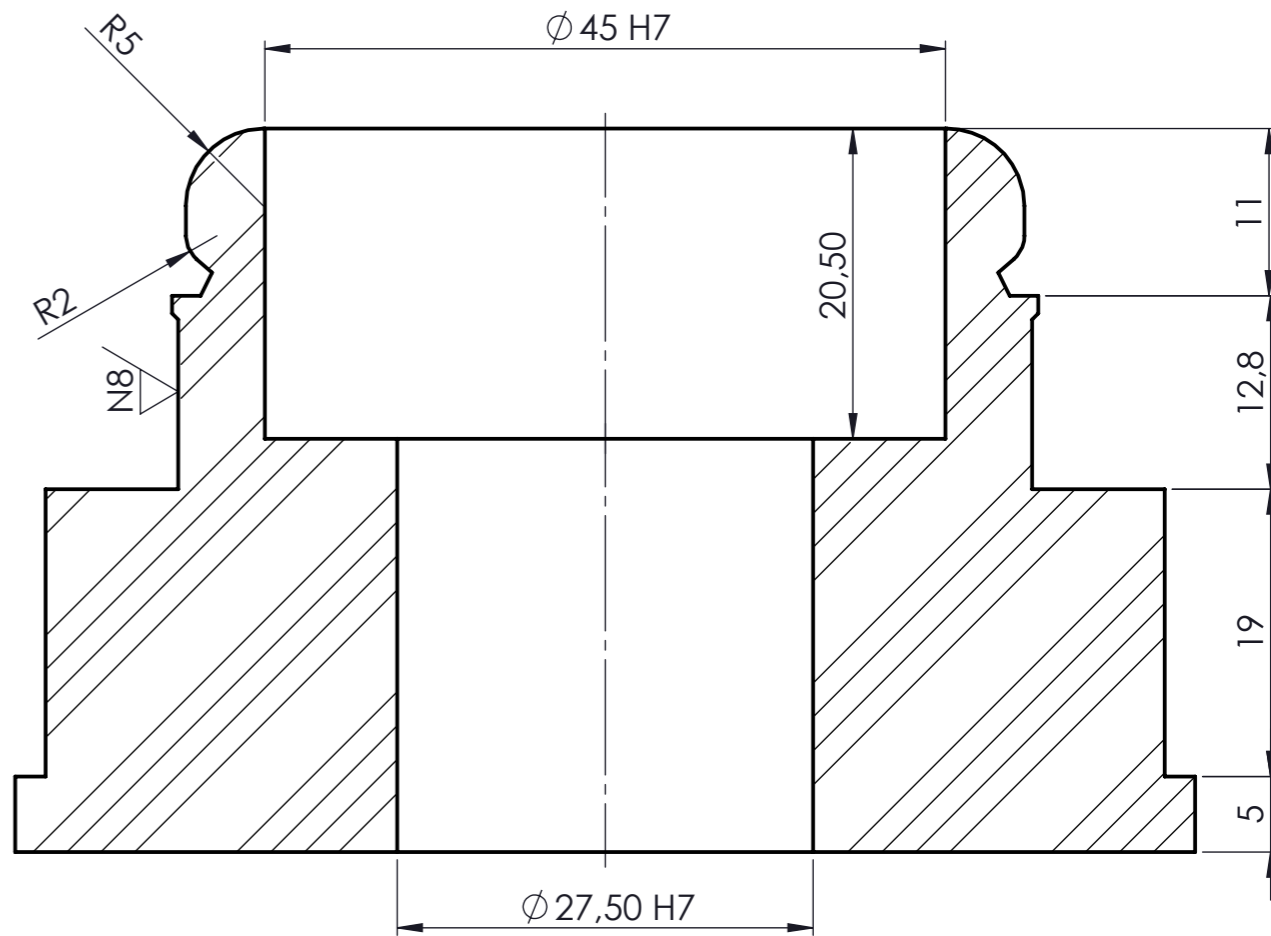
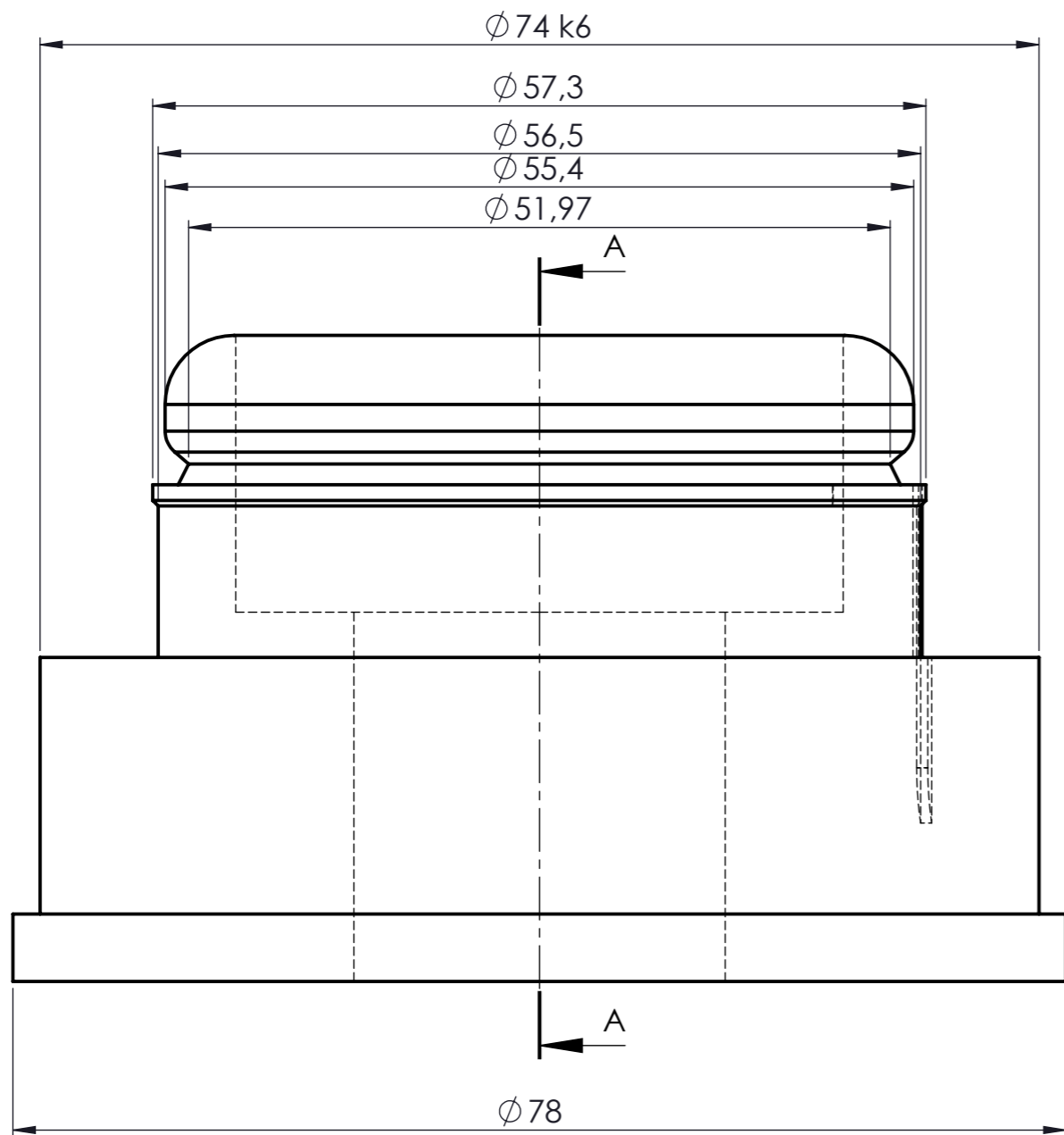
D

E



				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,08 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Buje guía PLNC	2:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 12 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

N7 Torneado



CORTE A-A
ESCALA 2 : 1

				Tolerancia:	Peso:	Material:		
				$\pm 0,1$	0,97 kg	AISI 01		
				Fecha	Nombre	Título:		Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Postizo		2:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo			
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina:		Registro:
						Hoja 13 de 36		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:		

1

2

3

4

N7 Torneado

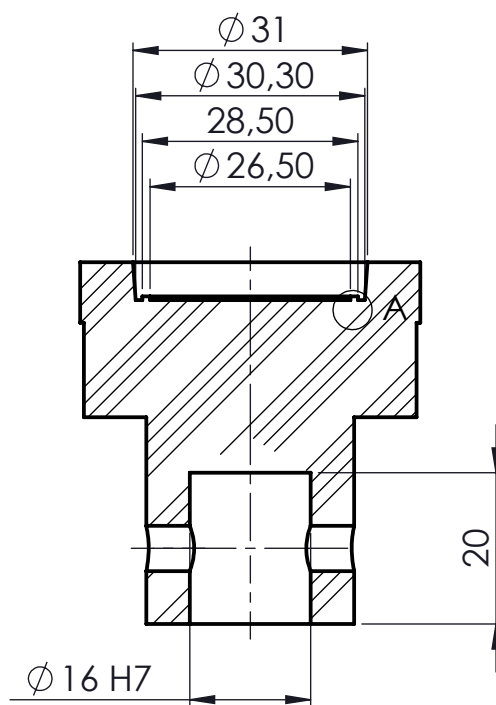
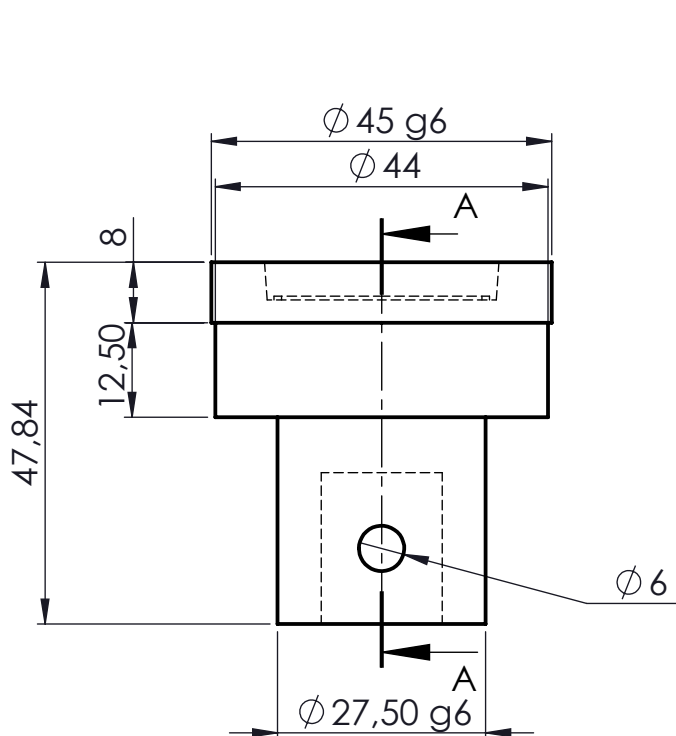
A

B

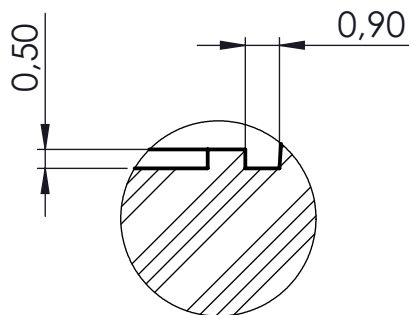
C

D

E



CORTE A-A
ESCALA 1 : 1



DETALLE A
ESCALA 5 : 1

				Tolerancia: $\pm 0,1$	Peso: 0,19 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Cabeza expulsor	2:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 14 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

1

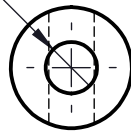
2

3

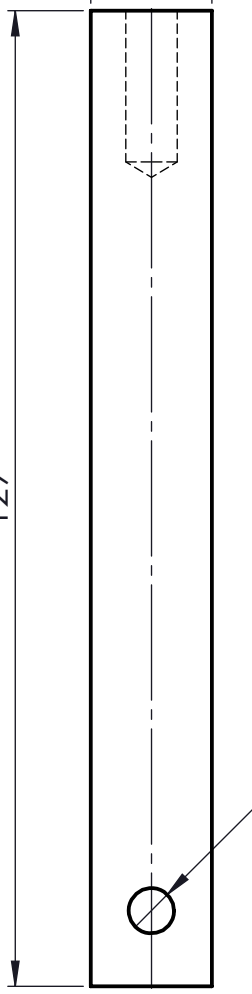
4

A

N7 Torneado

 $\phi 6,80 \nabla 20$ 

B

 $\phi 16 g6$ 

129

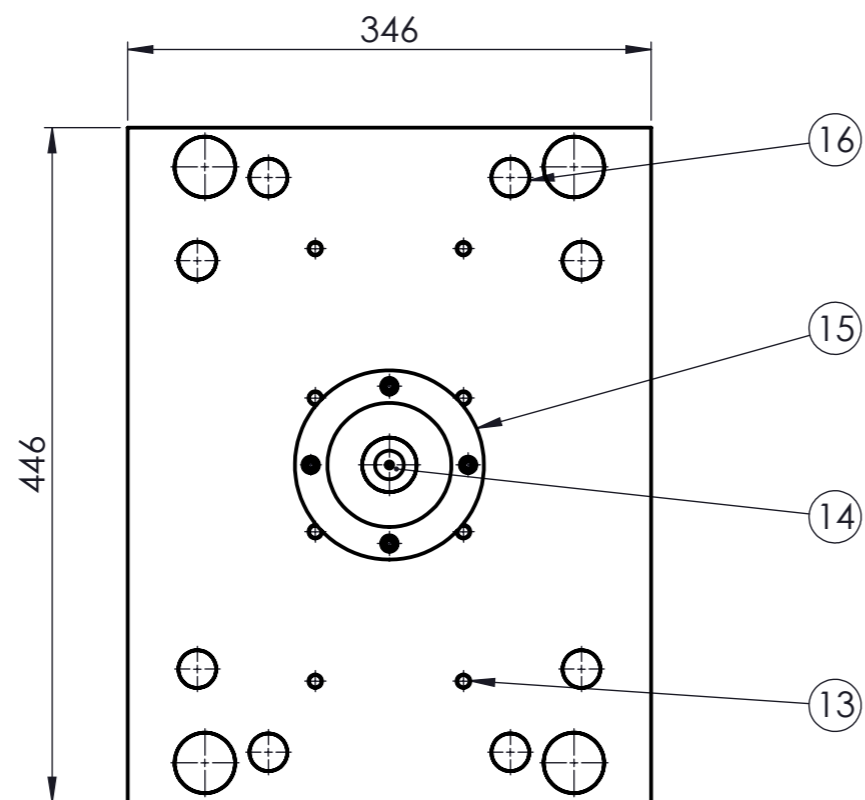
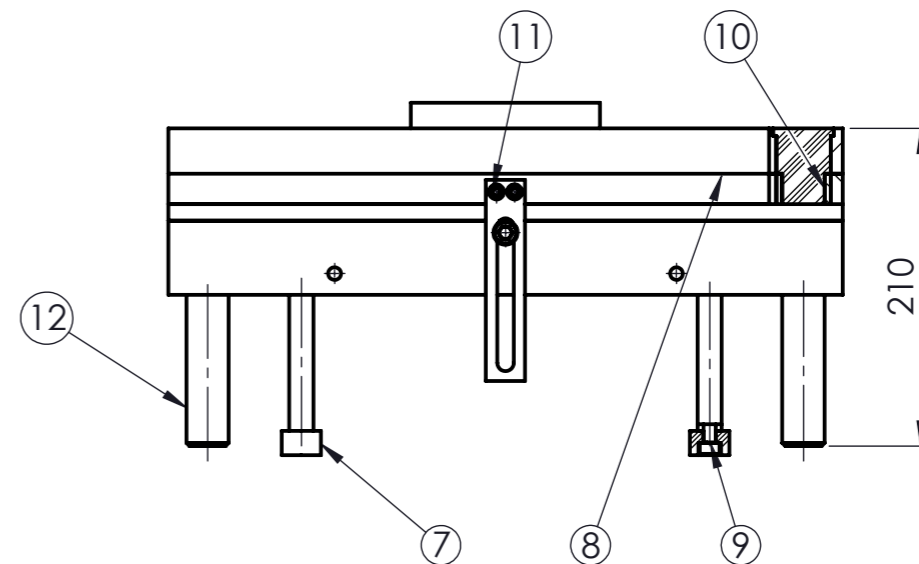
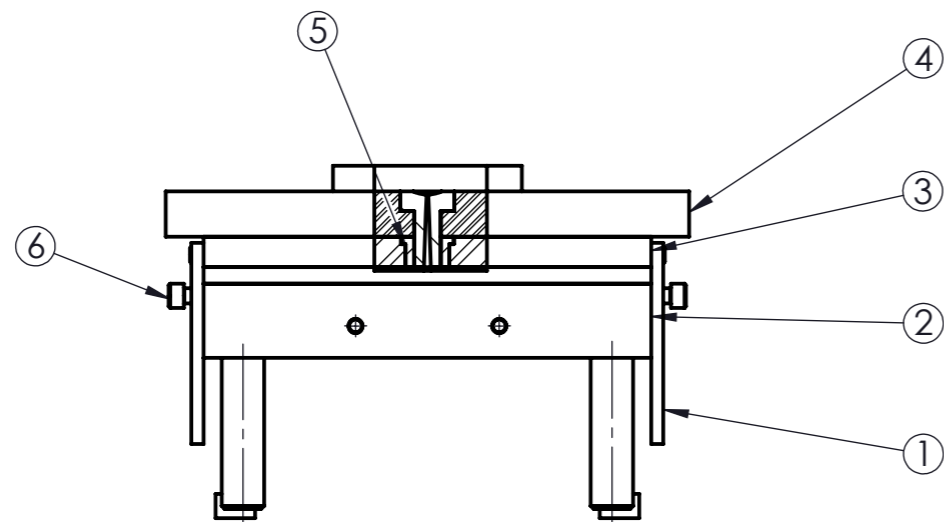
C

D

 $\phi 6$ POR TODO

E

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,06 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Expulsor	2:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 15 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



4	Expulsor placa	Hoja 29	AISI 01	16	Eje	0.10	Cortado, Tomeado
1	Disco centrador	Hoja 28	ASTM A36	15	Plancha	0.90	Oxicorte, Tomeado
1	casquillo bebedero	Hoja 27	AISI 01	14	Eje	0.17	Cortado, Tomeado
8	Pin sujetador	Hoja 26	AISI 01	13	Eje	0.01	Cortado, Tomeado
4	Columna guía	Hoja 25	AISI 01	12	Eje	1.08	Cortado, Tomeado
8	Perno Allen	M - 6 x 1.0 x 20		11	-		Adquirido
4	Buje guía PLIT	Hoja 24	AISI 01	10	Eje	0.06	Cortado, Tomeado
8	Perno Allen	M - 8 x 1.25 x 25		9	-		Adquirido
4	Pilar guía retenedor	Hoja 23	AISI 01	8	Eje	0.32	Cortado, Tomeado
8	Tope	Hoja 22	AISI 01	7	Eje	0.05	Cortado, Tomeado
2	Perno Allen	M - 10 x 1.5 x 35		6	-		-
1	Buje bebedero	Hoja 21	AISI 01	5	Eje	0.07	Cortado, Tomeado
1	Placa fija	Hoja 20	AISI 1020	4	Plancha	34.87	Oxicorte, Fresado
1	Placa intermedia	Hoja 19	AISI 1020	3	Plancha	19.78	Oxicorte, Fresado
1	Ensamble porta cavidad	Hoja 18	Varios	2	-	54.63	Ensamblado
2	Separador	Hoja 17	ASTM A36	1	Plancha	0.14	Oxicorte, Fresado
No. de Piez	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orde	No. de Modelo/semiproducto	Masa	Observaciones

Tolerancia:		Peso:		Material:			
±0,2		117,51 kg		Varios			
Fecha		Nombre		Título:			Escala:
Dibujó: 02/10/2017		Jaime Pilatagsi		Ensamble parte fija			1:5
Revisó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Número de lámina:			Registro:
Aprobó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Hoja 16 de 36			
U.T.A.				Sustitución:			
INGENIERÍA MECÁNICA							
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

A

N7 Fresado

B

2 x ϕ 5,50 POR TODO
 \square ϕ 10 ∇ 5

C

133

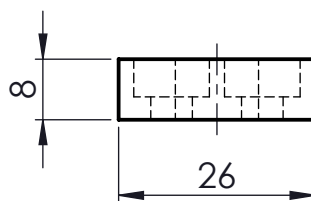
90

D

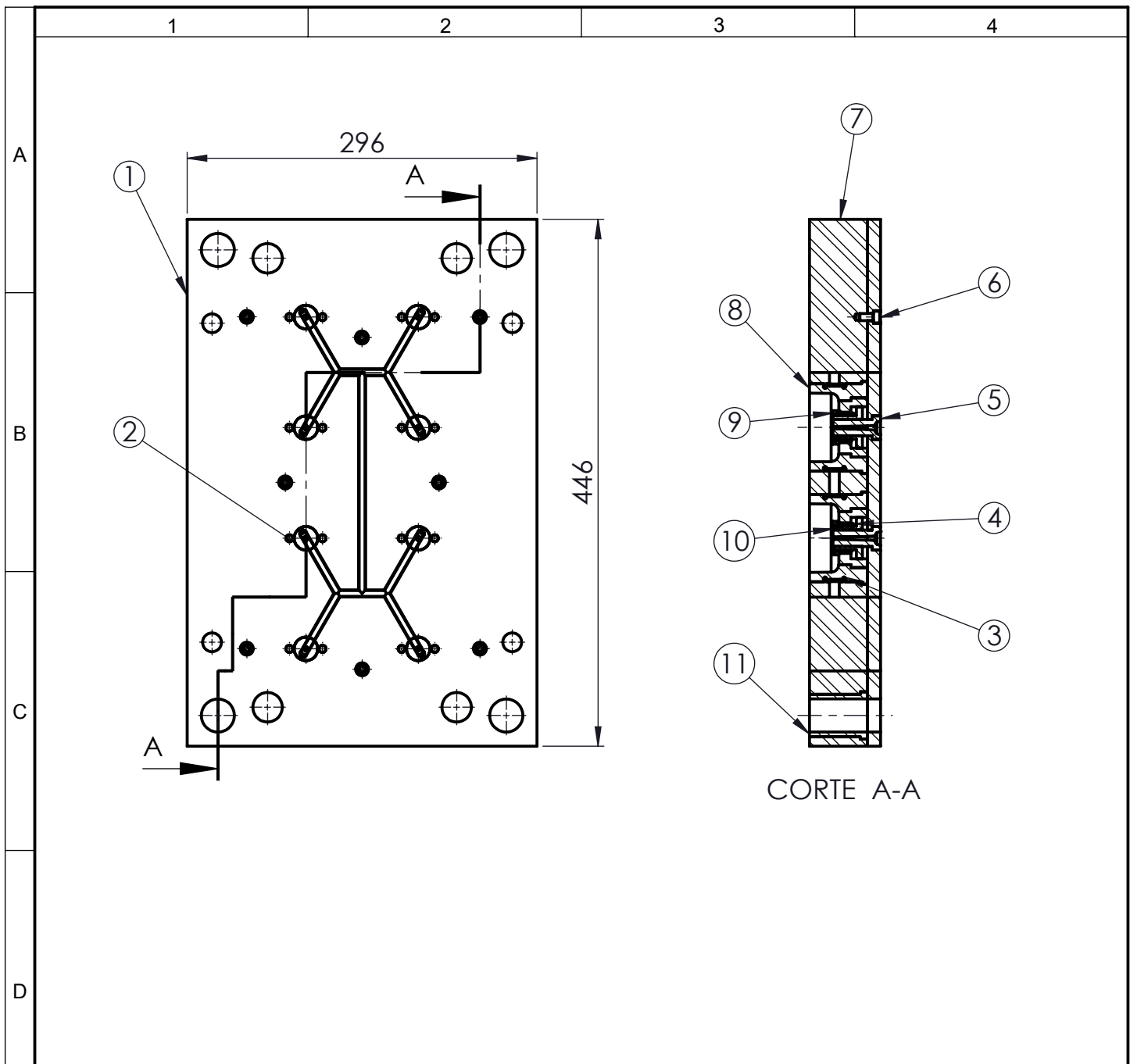
12

R5.50

E



				Tolerancia: $\pm 0,1$	Peso: 0,3 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Separador	2:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 17 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

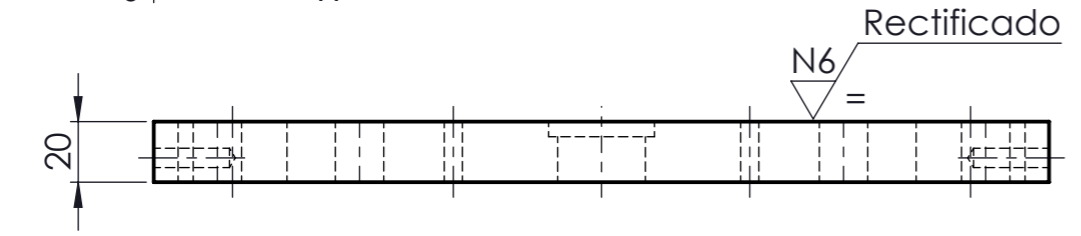
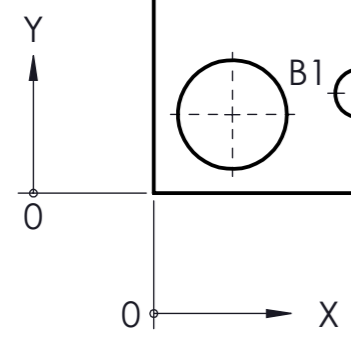
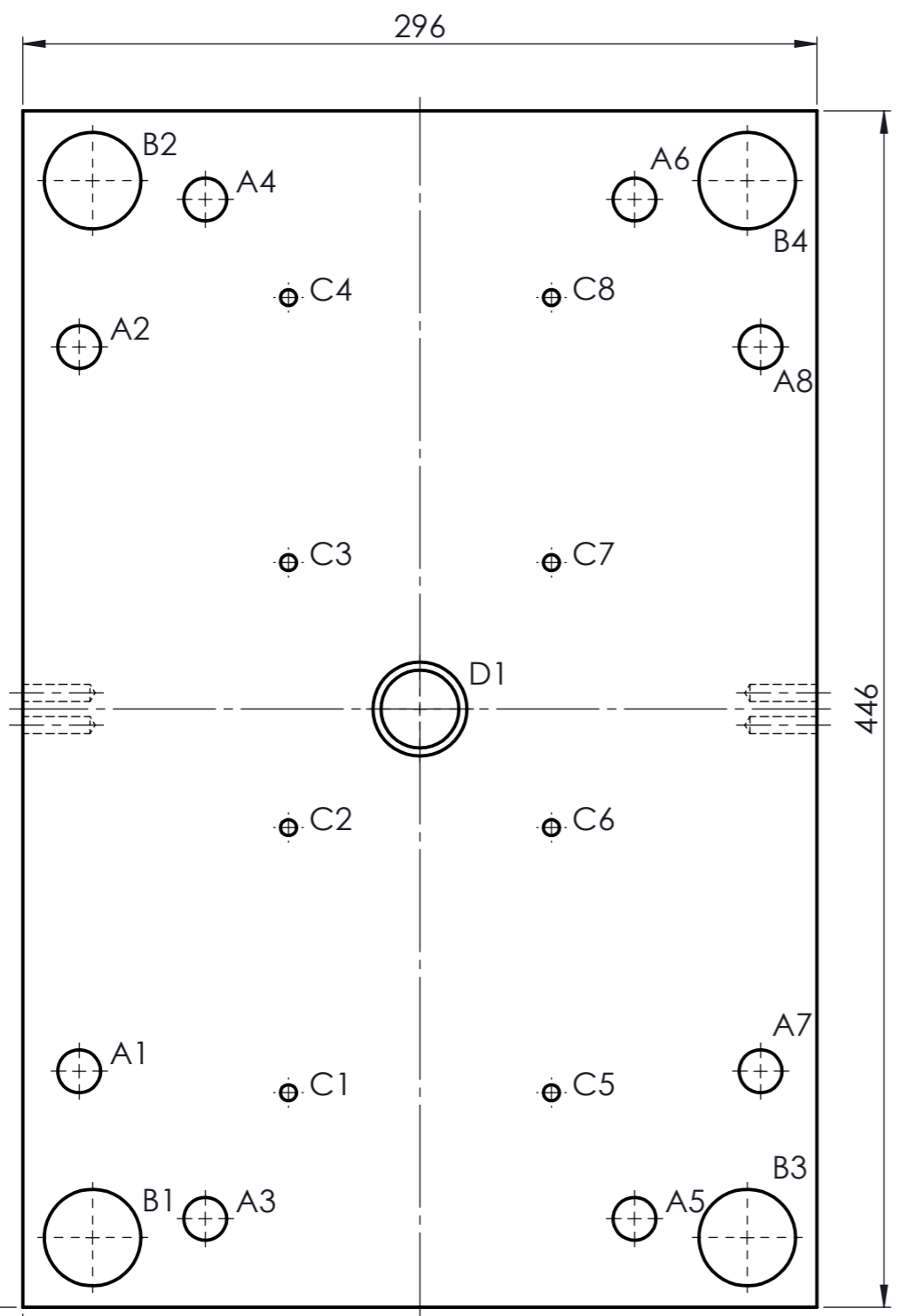


No. de orden	No. de pieza	Denominación	No. denorma dibujo	Observaciones
1	1	Placa de sujeción	Hoja 30	-
2	16	Pin guía	-	-
3	16	O-ring	-	-
4	8	resorte 1	-	-
5	8	Buje de inyección	Hoja 31	-
6	8	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 12 Hex SHCS -- 12CHX	-	-
7	1	Placa porta cavidades	Hoja 32	-
8	8	Cavidad 1	Hoja 33	-
9	8	parte 1	Hoja 34	-
10	8	parte 2	Hoja 35	-
11	4	Buje guía PLCD	Hoja 36	-

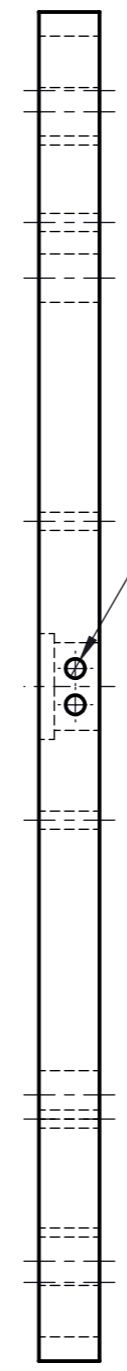
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0,2	55,31 kg	Varios	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Ensamble porta cavidad	1:5
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A.		Número de lámina:	Registro:
						Hoja 18 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:	

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F



N7 Fresado

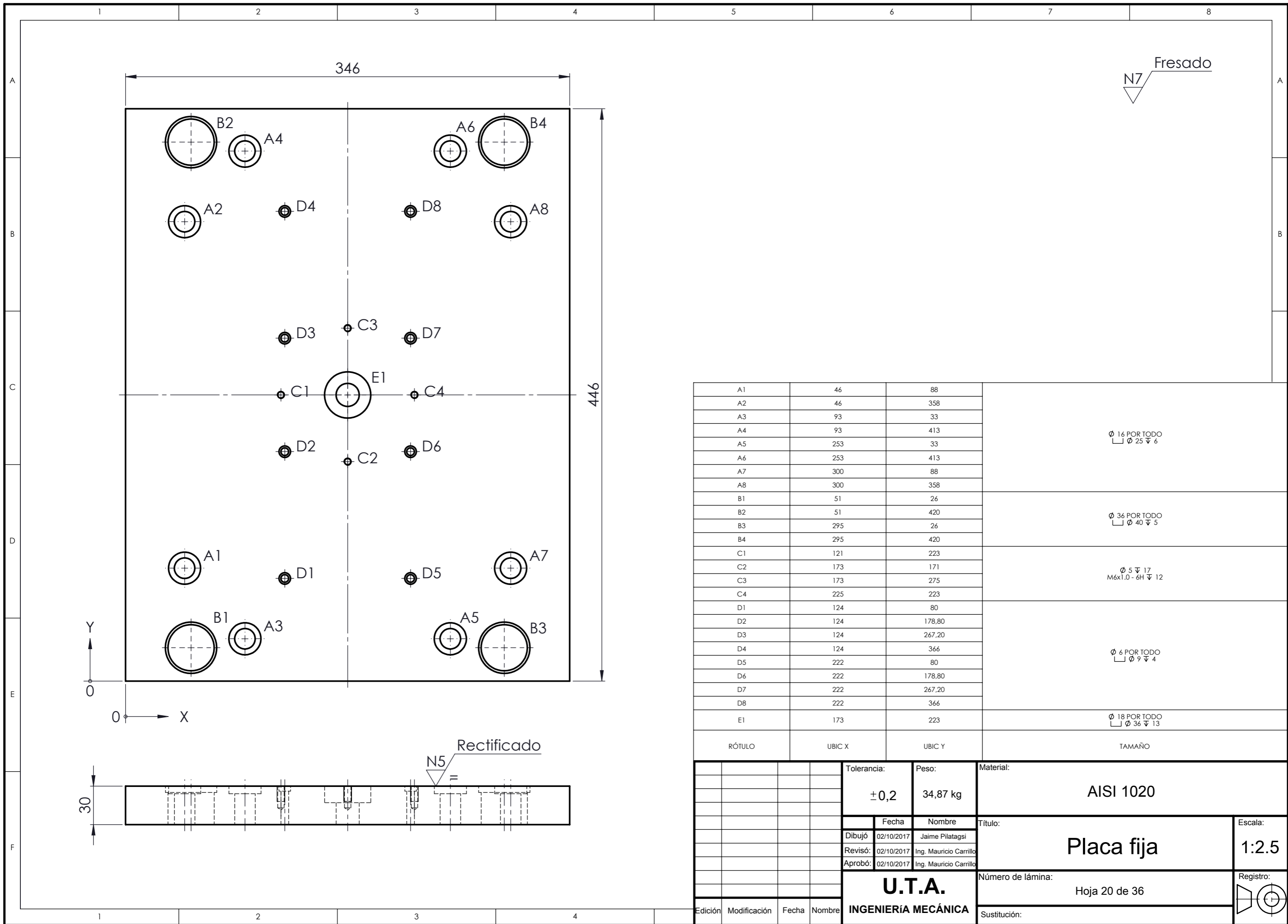


2 x Ø 6,40 ∇ 25

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	21	88	Ø 16 POR TODO
A2	21	358	
A3	68	33	
A4	68	413	
A5	228	33	
A6	228	413	
A7	275	88	
A8	275	358	
B1	26	26	Ø 36 POR TODO
B2	26	420	
B3	270	26	
B4	270	420	
C1	99	80	Ø 6 POR TODO
C2	99	178,80	
C3	99	277,60	
C4	99	376,40	
C5	197	80	
C6	197	178,80	
C7	197	277,60	
C8	197	376,40	
D1	148	223	Ø 29 POR TODO └─┘ Ø 35 ∇ 5

Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0,2		19,81 kg		AISI 1020	
Fecha		Nombre		Título:	
Dibujó: 02/10/2017		Jaime Pilatagsi		Placa intermedia	
Revisó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Escala: 1:2.5	
Aprobó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Registro:	
Edición		Modificación		Fecha	
Nombre		U.T.A.		Número de lámina:	
INGENIERÍA MECÁNICA		Hoja 19 de 36		Sustitución:	

1 2 3 4



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	46	88	Ø 16 POR TODO └┘ Ø 25 Ψ 6
A2	46	358	
A3	93	33	
A4	93	413	
A5	253	33	
A6	253	413	
A7	300	88	
A8	300	358	
B1	51	26	Ø 36 POR TODO └┘ Ø 40 Ψ 5
B2	51	420	
B3	295	26	
B4	295	420	
C1	121	223	Ø 5 Ψ 17 M6x1.0 - 6H Ψ 12
C2	173	171	
C3	173	275	
C4	225	223	
D1	124	80	Ø 6 POR TODO └┘ Ø 9 Ψ 4
D2	124	178,80	
D3	124	267,20	
D4	124	366	
D5	222	80	
D6	222	178,80	
D7	222	267,20	
D8	222	366	
E1	173	223	Ø 18 POR TODO └┘ Ø 36 Ψ 13

Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0,2		34,87 kg		AISI 1020	
Fecha		Nombre		Título:	
Dibujó: 02/10/2017		Jaime Pilatagsi		Placa fija	
Revisó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
Aprobó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		1:2.5	
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				Número de lámina:	
				Hoja 20 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Registro:	

1

2

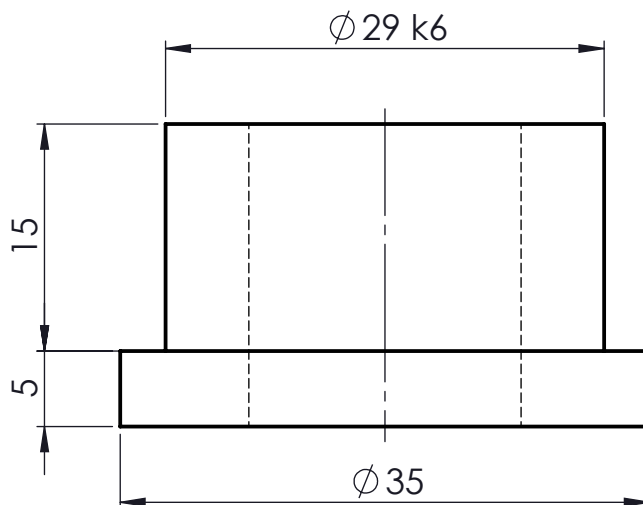
3

4

A

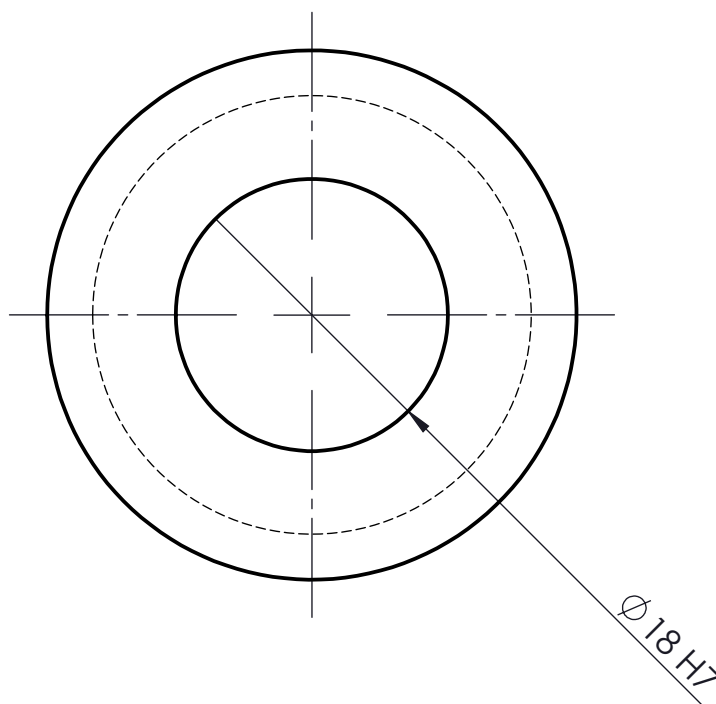
N7 Torneado

B



C

D

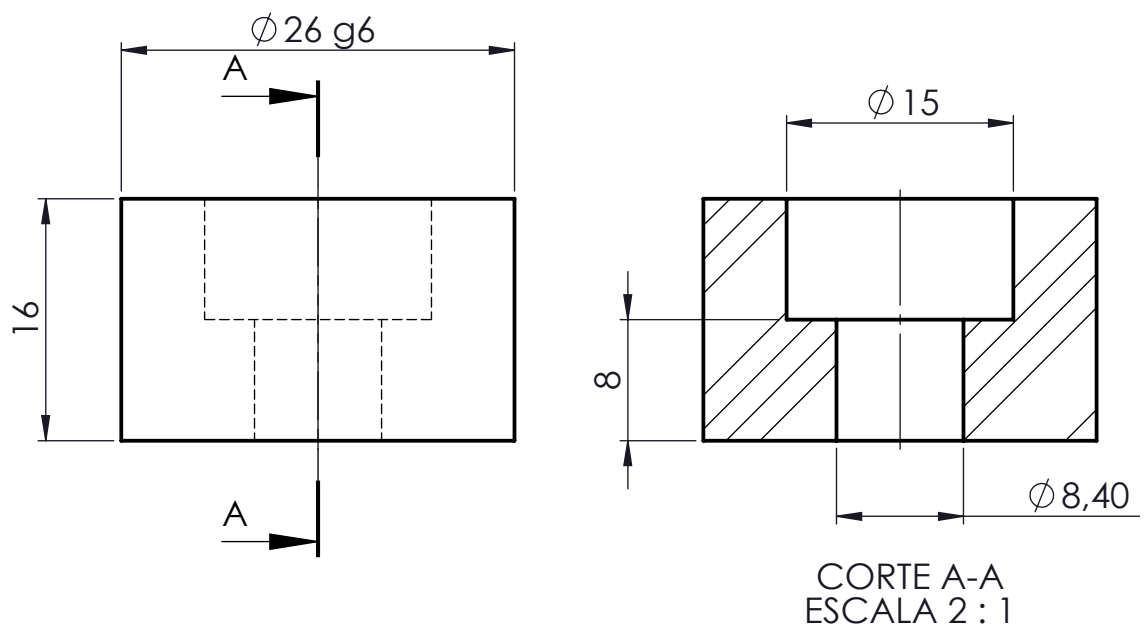


E

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,07kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título: Buje bebedero	Escala: 2:1
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Número de lámina: Hoja 21 de 36	Registro:
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:	

A
B
C
D
E

N7 Torneado



				Tolerancia: $\pm 0,1$	Peso: 0,05 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título: Tope	Escala: 2:1
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi		
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 22 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

1

2

3

4

N7 Torneado

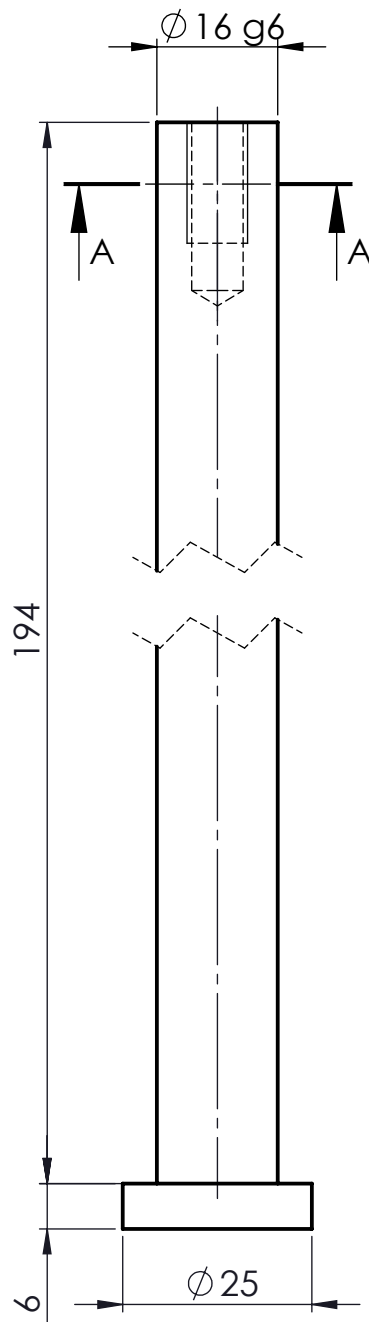
A

B

C

D

E



$\phi 6,80 \nabla 22,25$
M8x1.25 - 6H $\nabla 16$

SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,32 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Pilar guía retenedor	1:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A.		Número de lámina: Hoja 23 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:	

1

2

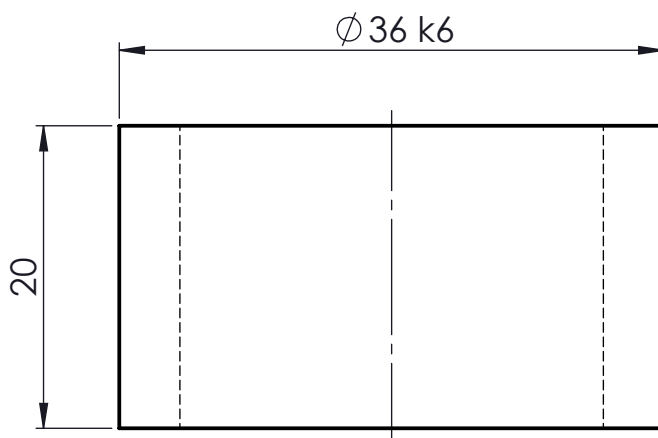
3

4

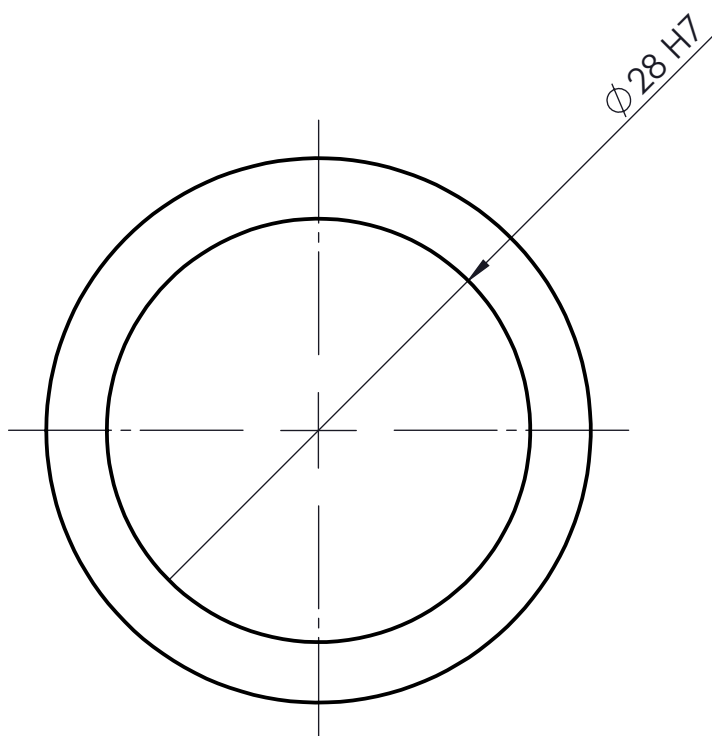
A

N7 Torneado

B



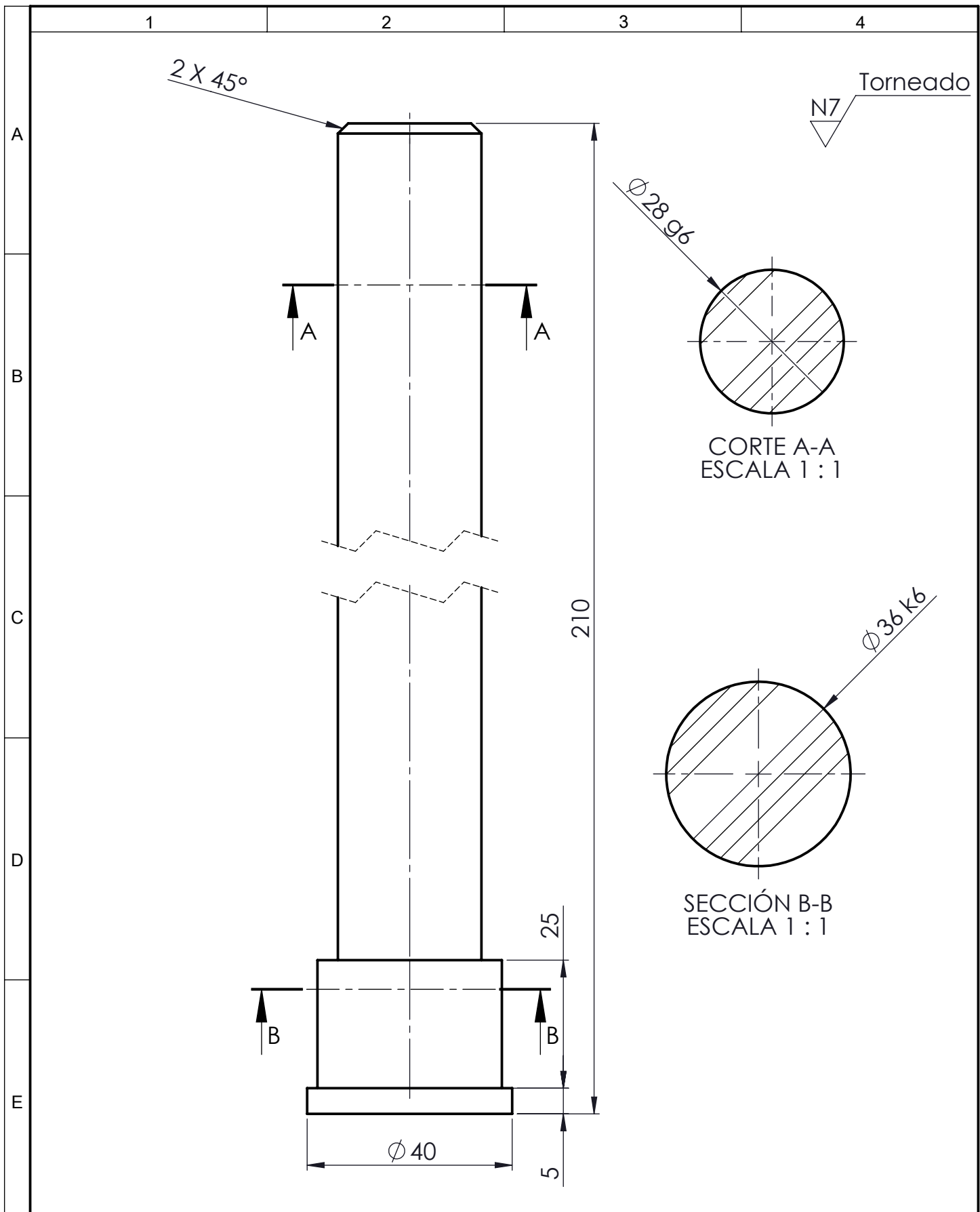
C



D

E

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,06 kg	Material: AISI 01	
							Escala: 2:1
				Fecha	Nombre	Título: Buje guía PLIT	
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi		
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 24 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				$\pm 0,2$	1,08 kg	AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Columna guía	1:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina:	Registro:
						Hoja 25 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:			

1

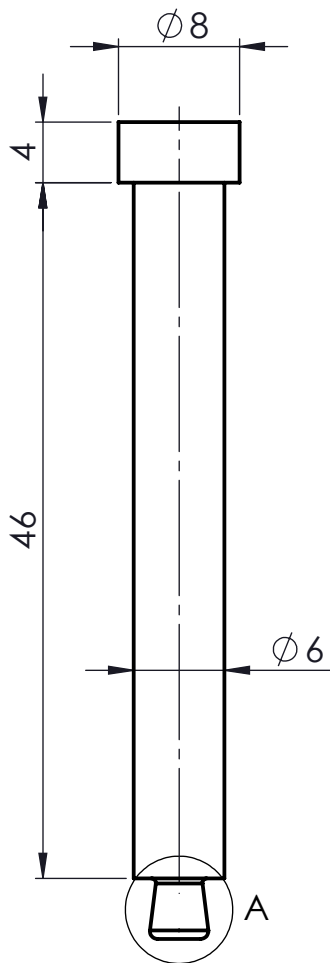
2

3

4

A

N7 Torneado

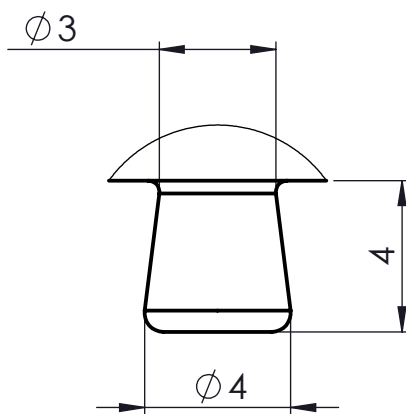


B

C

D

E

DETALLE A
ESCALA 5 : 1

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,01 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Pin sujetador	2:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 26 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

1

2

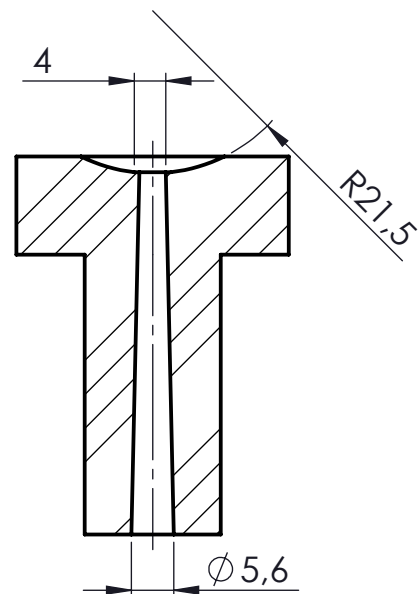
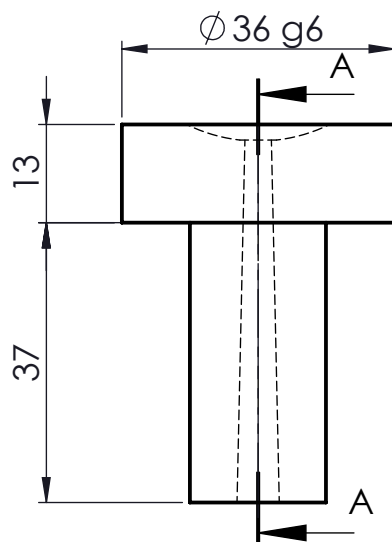
3

4

A

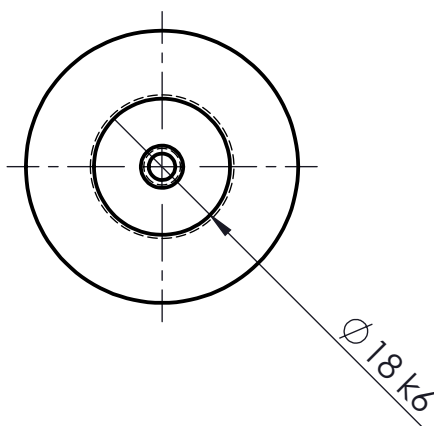
N7 Torneado

B



CORTE A-A
ESCALA 1 : 1

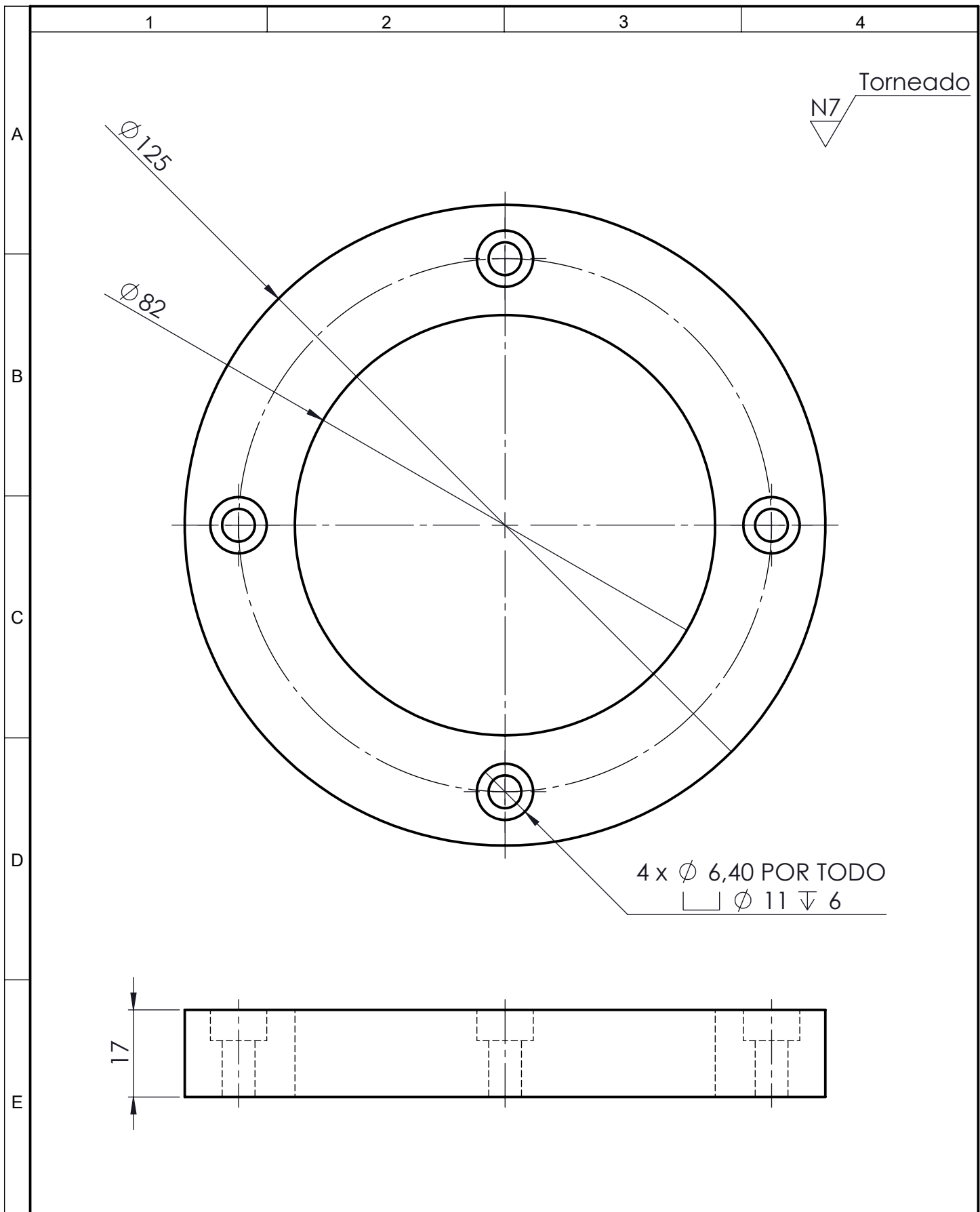
C



D

E

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,17 kg	Material: AISI P20	
						Escala: 1:1	
				Fecha	Nombre	Título: casquillo bebedero	
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi		
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 27 de 36	
						Registro: 	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:			



				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,9 kg	Material: Acero A 36	
						Título: Disco centrador	Escala: 1:1
				Dibujó: 02/10/2017	Nombre: Jaime Pilatagsi		
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 28 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

1

2

3

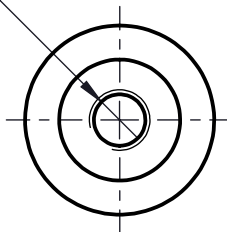
4

A

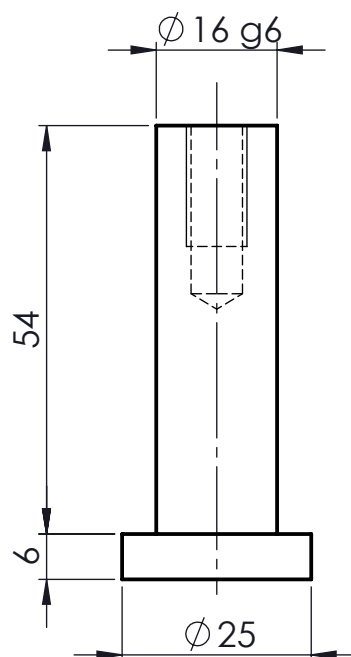
N7 Torneado

B

$\varnothing 6,80 \nabla 22,25$
 $M8 \times 1,25 - 6H \nabla 16$



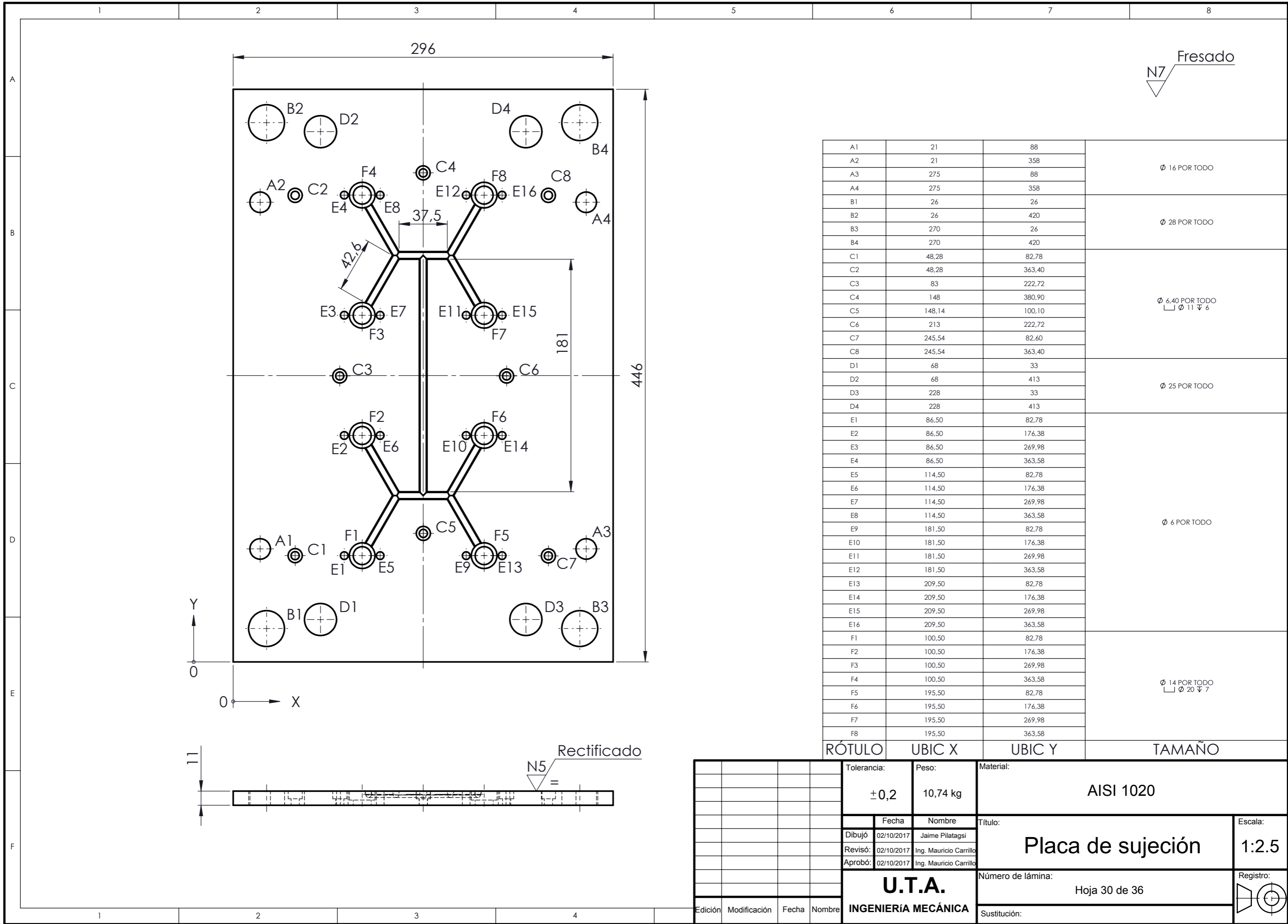
C



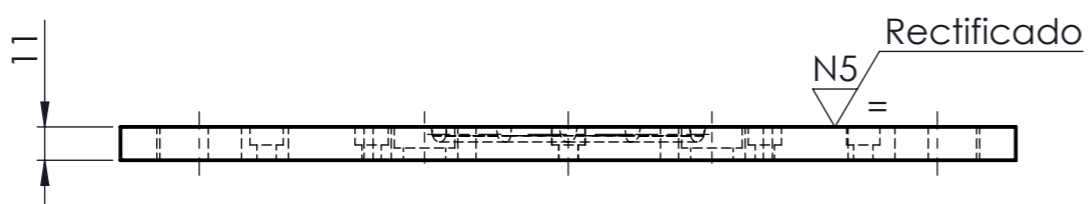
D

E

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,24 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Expulsor placa	1:1
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 29 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



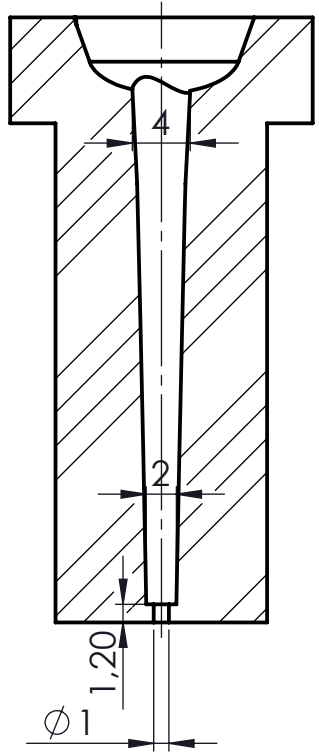
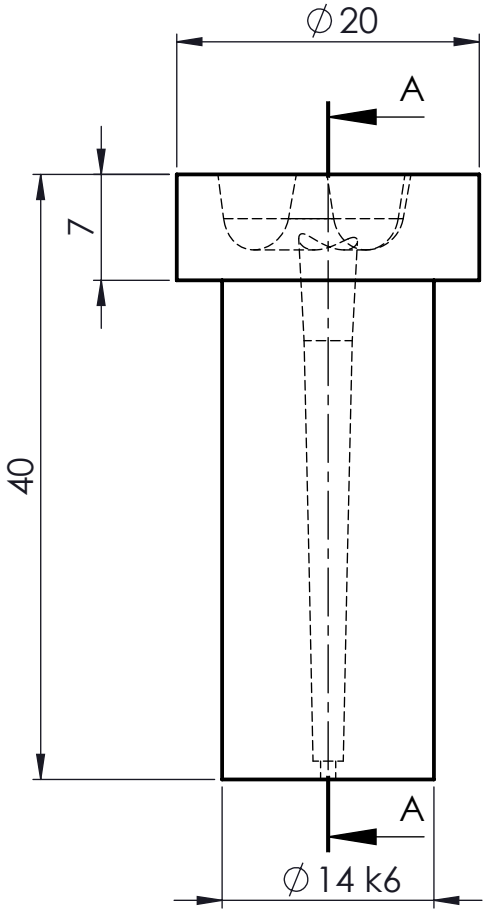
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	21	88	Ø 16 POR TODO
A2	21	358	
A3	275	88	
A4	275	358	
B1	26	26	Ø 28 POR TODO
B2	26	420	
B3	270	26	
B4	270	420	
C1	48,28	82,78	Ø 6,40 POR TODO └─┘ Ø 11 ▽ 6
C2	48,28	363,40	
C3	83	222,72	
C4	148	380,90	
C5	148,14	100,10	
C6	213	222,72	
C7	245,54	82,60	
C8	245,54	363,40	
D1	68	33	Ø 25 POR TODO
D2	68	413	
D3	228	33	
D4	228	413	
E1	86,50	82,78	Ø 6 POR TODO
E2	86,50	176,38	
E3	86,50	269,98	
E4	86,50	363,58	
E5	114,50	82,78	
E6	114,50	176,38	
E7	114,50	269,98	
E8	114,50	363,58	
E9	181,50	82,78	
E10	181,50	176,38	
E11	181,50	269,98	
E12	181,50	363,58	
E13	209,50	82,78	
E14	209,50	176,38	
E15	209,50	269,98	
E16	209,50	363,58	
F1	100,50	82,78	Ø 14 POR TODO └─┘ Ø 20 ▽ 7
F2	100,50	176,38	
F3	100,50	269,98	
F4	100,50	363,58	
F5	195,50	82,78	
F6	195,50	176,38	
F7	195,50	269,98	
F8	195,50	363,58	



Tolerancia: ±0,2				Peso: 10,74 kg		Material: AISI 1020	
Fecha: 02/10/2017		Nombre: Jaime Pilatagsi		Título: Placa de sujeción		Escala: 1:2.5	
Revisó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Número de lámina: Hoja 30 de 36		Registro:	
Aprobó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Sustitución:			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			

N7 Torneado

A
B
C
D
E

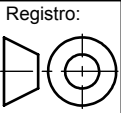


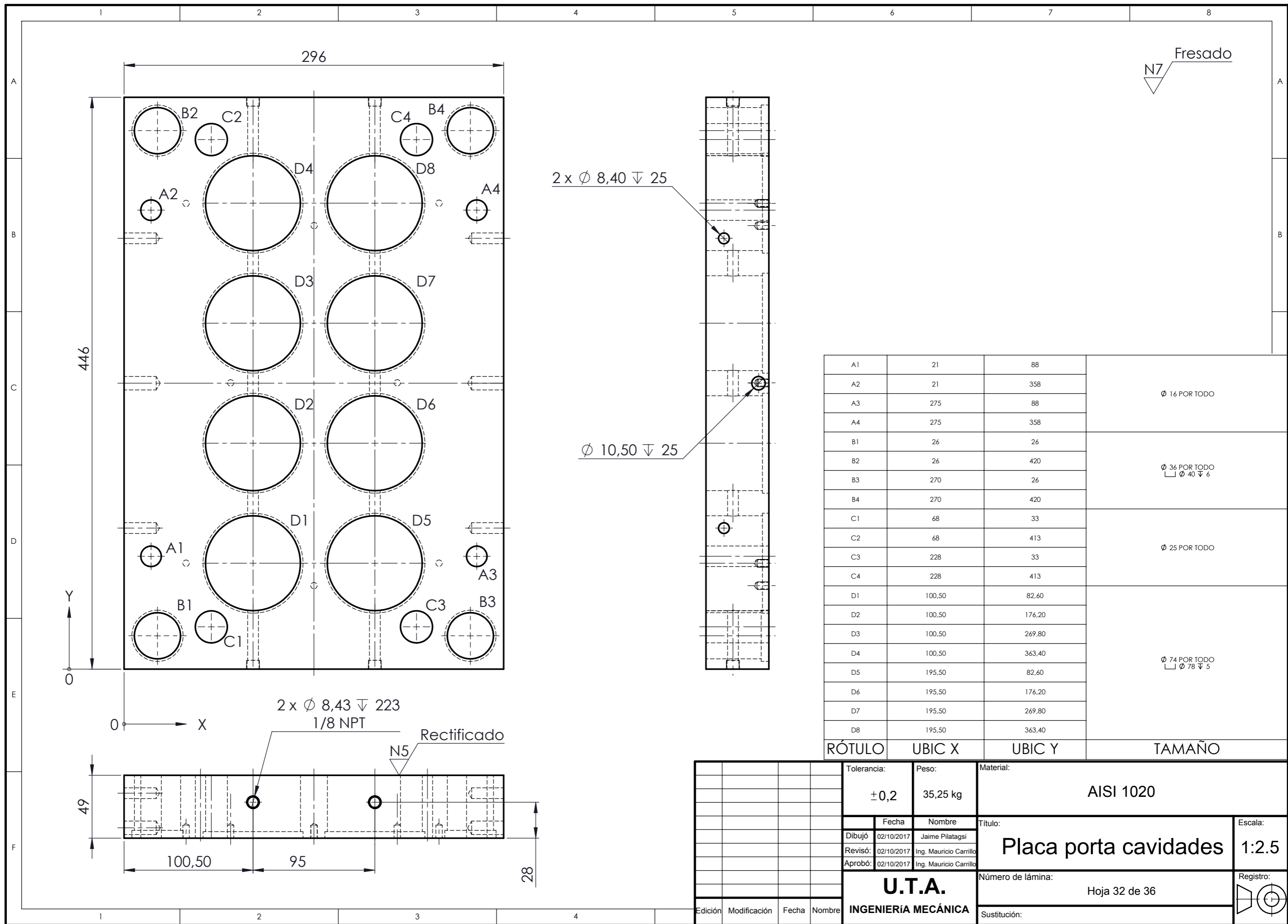
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				$\pm 0,2$	0,06 kg	AISI P20	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi		
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo	Número de lámina:	Registro:
				U.T.A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:	

Buje inyección

2:1

U.T.A.
INGENIERÍA MECÁNICA





N7 Fresado

2 x Ø 8,40 ∇ 25

Ø 10,50 ∇ 25

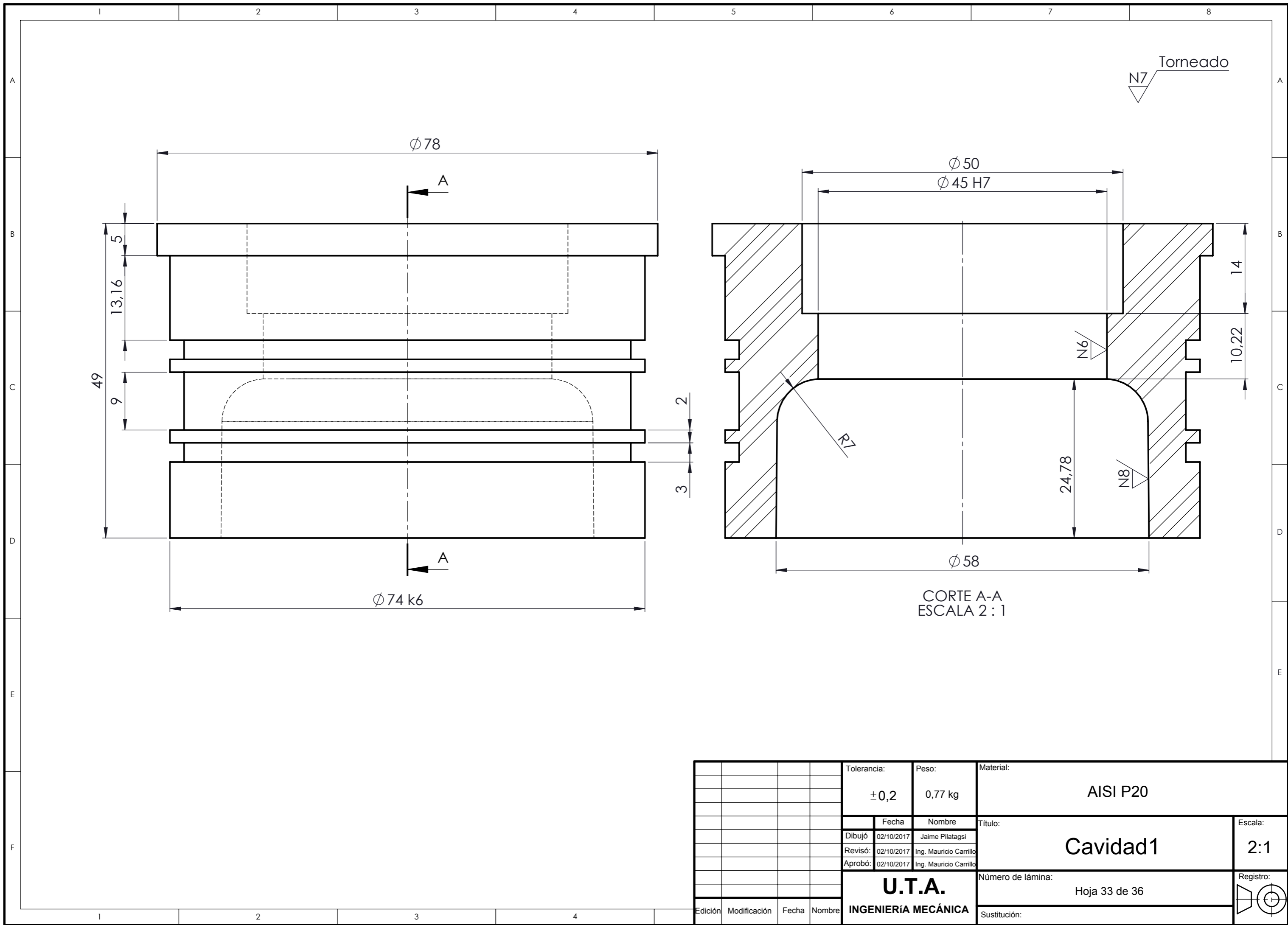
2 x Ø 8,43 ∇ 223
1/8 NPT

Rectificado

N5

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	21	88	Ø 16 POR TODO
A2	21	358	
A3	275	88	
A4	275	358	
B1	26	26	Ø 36 POR TODO └┬┘ Ø 40 ∇ 6
B2	26	420	
B3	270	26	
B4	270	420	Ø 74 POR TODO └┬┘ Ø 78 ∇ 5
C1	68	33	
C2	68	413	
C3	228	33	
C4	228	413	
D1	100,50	82,60	
D2	100,50	176,20	
D3	100,50	269,80	
D4	100,50	363,40	
D5	195,50	82,60	
D6	195,50	176,20	
D7	195,50	269,80	
D8	195,50	363,40	

Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0,2		35,25 kg		AISI 1020	
Fecha		Nombre		Título:	
02/10/2017		Jaime Pilatagsi		Placa porta cavidades	
Revisó:		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		1:2.5	
Aprobó:		Ing. Mauricio Carrillo		Número de lámina:	
02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Hoja 32 de 36	
Edición				Sustitución:	
Modificación				Registro:	
Fecha					
Nombre				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA	



Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0,2		0,77 kg		AISI P20	
Fecha		Nombre		Título:	
Dibujó: 02/10/2017		Jaime Pilatagsi		Cavidad 1	
Revisó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
Aprobó: 02/10/2017		Ing. Mauricio Carrillo		2:1	
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				Número de lámina:	
				Hoja 33 de 36	
Edición		Modificación		Fecha	
Nombre		Registro:		Sustitución:	

1

2

3

4

N7 Torneado

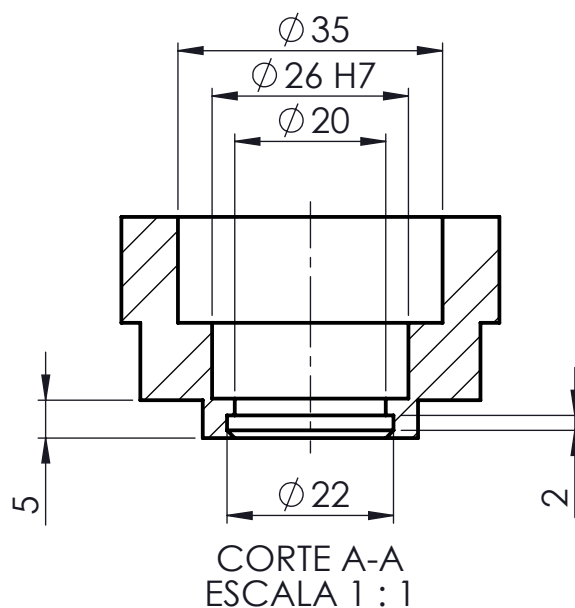
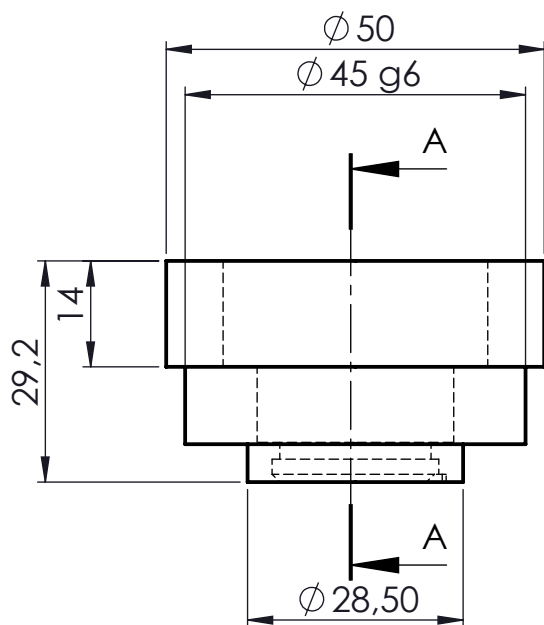
A

B

C

D

E



				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,2 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título: parte 1	Escala: 1:1
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi		
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Número de lámina: Hoja 34 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

1

2

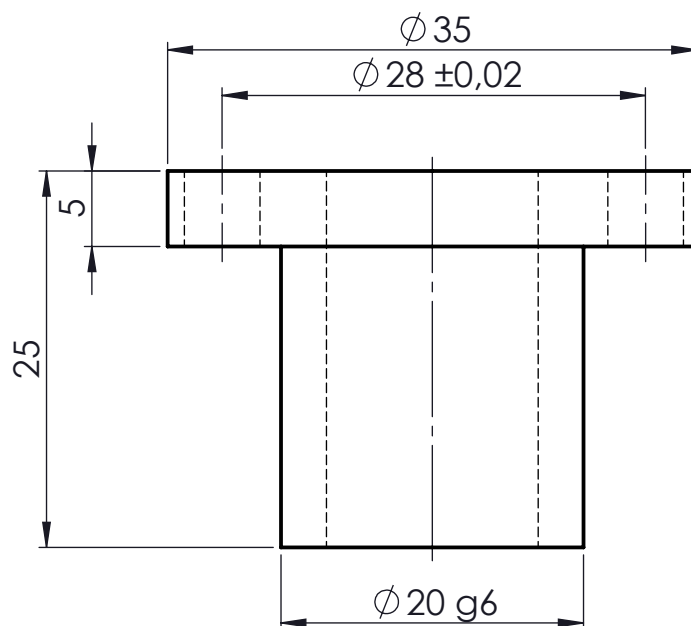
3

4

A

N7 Torneado

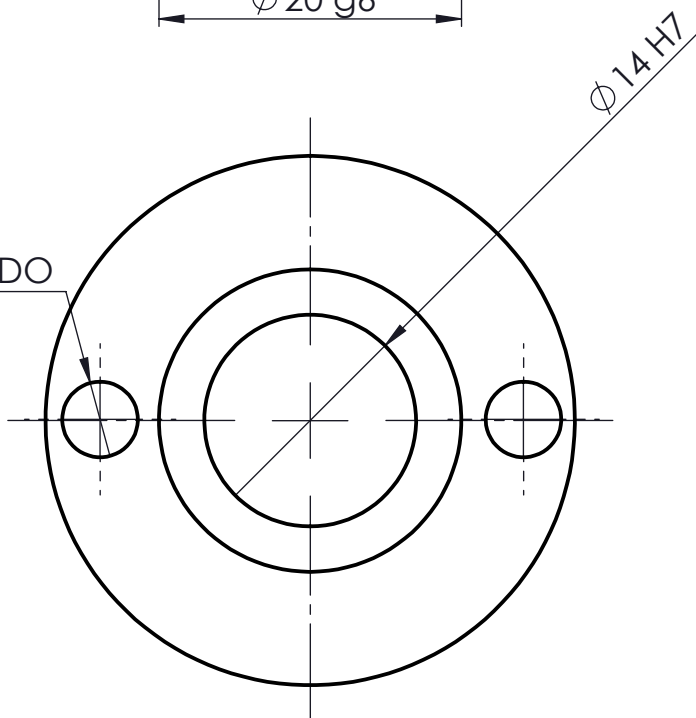
B



C

D

2 x ϕ 5 POR TODO



E

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,05 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título: parte2	Escala: 2:1
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi		
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo	Número de lámina: Hoja 35 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:	

1


2

3

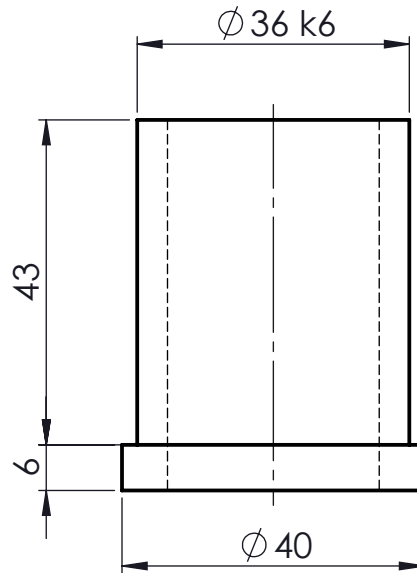
4

A

N7 Torneado

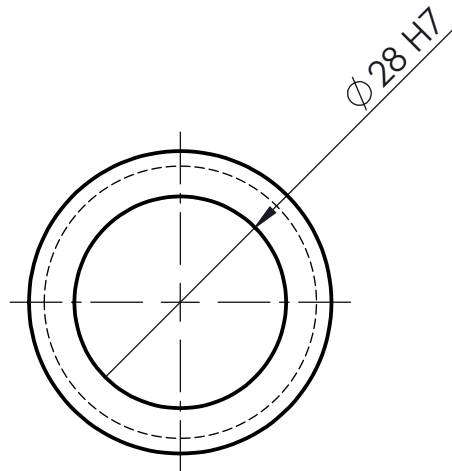


B

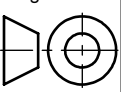


C

D



E

				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 0,16 kg	Material: AISI 01	
				Fecha	Nombre	Título: Buje guía PLCD	Escala: 1:1
				Dibujó: 02/10/2017	Jaime Pilatagsi	Número de lámina: Hoja 36 de 36	Registro: 
				Revisó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
				Aprobó: 02/10/2017	Ing. Mauricio Carrillo		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:	