

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

FABRICACIÓN DE UNIDAD DE PRUEBA PARA INYECTORES DE
MOTORES DE ALTA POTENCIA

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en MECÁNICA
INDUSTRIAL

Alumno:

Crhstopher Alfredo Sepúlveda Galdames
Leonardo Alberto Vera Morales

Profesor Guía:

Ing. José Tamayo Miño

Profesional Correferente:

Ing. Cristián Schälchli P.

2020

RESUMEN

KEYWORDS: UNIDAD DE PRUEBAS, INYECTORES, MOTOR DE ALTA POTENCIA.

El trabajo consiste en identificar componentes de un equipo de referencia y fabricar una **unidad de pruebas** para **inyectores de motores de alta potencia**, respondiendo a la necesidad de la empresa Promsen en tener un equipo de respaldo.

Debido al exhaustivo control de los equipos navieros, es necesario tener una **unidad de pruebas** para dichos elementos, la cual responda a las necesidades tanto de los componentes como las del operador.

La **unidad de pruebas**, es un equipo de inspección del funcionamiento de los inyectores de un motor de alta potencia.

Consiste en la medir la presión con la cual un **inyector** se abre y genera la pulverización del combustible.

Se busca fabricar una **unidad de pruebas**, que responda a las exigencias de la empresa, y que, al mismo tiempo, si esta presenta algún desperfecto sus repuestos se encuentren dentro del mercado nacional.

Los **motores de alta potencia** o motores marinos, aquellos que impulsan el movimiento de los grandes buques por nuestras costas, poseen un componente clave en su funcionamiento y este es el **inyector**. Por lo cual la **unidad de pruebas** es un elemento de importancia dentro del equipo de mantenimiento y control del motor.

Con la fabricación de esta **unidad de prueba**, sea tanto de forma práctica para la empresa (poseer un equipo de respaldo), como la aplicación de conceptos de neumática e hidráulica y de mecanizado en máquinas convencionales.

Donde el objetivo principal de fabricar el equipo, fue realizado con éxito, aunque la unidad no fue finalizada (puesta en marcha en conjunto), la fabricación individual de los elementos no comerciales (bomba N-H, accionador, etcétera). Dieron resultados óptimos en sus pruebas, donde no limita su utilización para el control y verificación del trabajo del inyector.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES Y CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE REFERENCIA

1. Marco teórico y problemática	3
1.1. ¿Qué es un motor?.....	3
1.2. ¿Qué es un inyector?	6
1.3. Problemática.....	10
1.4. Descripción y características del equipo de referencia.....	12
1.4.1. Descripción del equipo de referencia.....	13
1.4.2. Características y partes del equipo de Referencia	14
1.4.2.1. Partes Principales de la unidad de Pruebas (Equipo de Referencia).....	15

CAPÍTULO 2: REQUERIMIENTOS Y COMPONENTES DE LA UNIDAD A FABRICAR

2. Requerimientos de la unidad a fabricar.....	16
2.1. Componentes de la unidad a fabricar	18
2.1.1. Sección neumática de la unidad	18
2.1.2. Sección hidráulica de la unidad	23

CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN, ARMADO Y PUESTA EN MARCHA DE LA UNIDAD DE PRUEBAS

3. Equipos utilizados para la fabricación	29
3.1. Fabricación de la unidad de pruebas	31
3.1.1. Cuerpo de la Unidad.....	32
3.1.1.1. Material utilizado en la fabricación	32
3.1.1.2. Armado del cuerpo	32
3.1.1.3. Tiempo utilizado en la fabricación.	38
3.1.2. Bomba neumática-hidráulica	39
3.1.2.1. Material utilizado en la fabricación.	39
3.1.2.2. Armado de la bomba Neumática –hidráulica.	40
3.1.2.3. Tiempo utilizado en la fabricación.	49
3.1.3. Válvula 2/2 o accionador	49

3.1.3.1. Material utilizado en la fabricación.	50
3.1.3.2. Armado de la Válvula 2/2 o accionador.....	50
3.1.3.3. Tiempo utilizado en la fabricación.	54
3.1.4. Válvula limitadora de presión.	54
3.1.4.1. Material utilizado en la fabricación.	55
3.1.4.2. Armado de la Válvula limitadora de presión.	55
3.1.4.3. Tiempo utilizado en la fabricación.	56
3.2. Armado de la unidad de pruebas.....	57

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Motores eléctricos perteneciente a sala de bombas de buque.	3
Figura 1-2. Motor a gasolina.	4
Figura 1-3. Motor diésel.....	5
Figura 1-4. Sección (bloque) de un motor marino.....	6
Figura 1-5. Inyectores dentro del motor diésel.	6
Figura 1-6. Inyector Bobinado.	7
Figura 1-7. Inyector Piezoeléctrico.	7
Figura 1-8. Inyector del tipo Mecánico.....	8
Figura 1-9. Partes principales de un Inyector.	9
Figura 1-10. Toberas de orificios.	9
Figura 1-11. Tobera de Tetón.....	10
Figura 1-12. Logo de la Empresa.....	11
Figura 1-13. Unidad de pruebas para inyectores (equipo de referencia).....	11
Figura 1-14. Catálogo de manómetros de Vignola.	12
Figura 1-15. Unidad de Pruebas para Inyectores (Equipo de Referencia).	13
Figura 1-16. Unidad de Pruebas para Inyectores (Equipo de Referencia).	14
Figura 2-1. Boceto de la Unidad a Fabricar.....	16
Figura 2-2. Circuito neumático del equipo de referencia.	18
Figura 2-3. Parte posterior de la bomba (sección neumática).	19
Figura 2-4. Sistema Limitador de Carrera.	19
Figura 2-5. Circuito neumático de la unidad a fabricar.	20
Figura 2-6. Bomba Neumática-Hidráulica.....	21
Figura 2-7. Circuito Hidráulico del equipo de referencia.....	23
Figura 2-8. Bomba del Equipo de referencia.....	24
Figura 2-9. Bomba Neumática-Hidráulica.....	25
Figura 2-10. Accionador (Válvula 2/2).....	26
Figura 2-11. Válvula Limitadora de Presión.....	27
Figura 2-12. Circuito Hidráulico de la unidad a fabricar.....	27
Figura 3-1. Aplicaciones utilizadas para los cálculos de los parámetros.	31
Figura 3-2. Cuerpo de la unidad de pruebas.	32
Figura 3-3. Planchas dimensionadas del cuerpo de la unidad.	33
Figura 3-4. Estanque de la unidad de pruebas.	33
Figura 3-5. Cuerpo de la unidad de pruebas apernado.	34
Figura 3-6. Cuerpo de la unidad de pruebas luego del perforado, apernado y pintado. ..	34

Figura 3-7. Discos de montaje para los manómetros.....	35
Figura 3-8. Entrada para el estanque de la unidad de pruebas.	36
Figura 3-9. Conexiones de espiga para el estanque de la unidad de pruebas.....	37
Figura 3-10. Conexiones de entrada y salida del cuerpo de la unidad.	37
Figura 3-11. Placas de identificación del cuerpo de la unidad.	38
Figura 3-12. Bomba Neumatica-Hidraulica.....	39
Figura 3-13. Cilindro de la bomba N-H.....	42
Figura 3-14. Tapas de la bomba N-H en proceso de fresado.	42
Figura 3-15. Proceso de fabricación de las tapas de la bomba N-H.....	43
Figura 3-16. Cuerpo del limitador.....	44
Figura 3-17. Sistema limitador de carrera del émbolo de la bomba.....	45
Figura 3-18. Cuerpo de la bomba.....	46
Figura 3-19. Tuerca de la bomba y prisionero de la bomba.	46
Figura 3-20. Émbolo de la bomba N-H.....	47
Figura 3-21. Tensor de la bomba.	47
Figura 3-22. Tapón del cuerpo de la bomba.	48
Figura 3-23. Vástago de la bomba.	48
Figura 3-24. Válvula 2/2 o Accionador	49
Figura 3-25. Palanca del accionador.	50
Figura 3-26. Cuerpo del accionador.....	51
Figura 3-27. Bloque del accionador.....	52
Figura 3-28. Soporte del accionador.....	52
Figura 3-29. Sistema accionador.....	53
Figura 3-30. Cuerpo y soporte del accionador.....	53
Figura 3-31. Válvula limitadora de presión.	54
Figura 3-32. Válvula limitadora de presión.	55
Figura 3-33. Conjunto estanque 6 [I].	57
Figura 3-34. Manómetro alojado en el cuerpo del equipo.....	57
Figura 3-35. Cuerpo del equipo con el accionador montado.....	58
Figura 3-36. Bomba N-H con sus partes presentadas entre sí.	58
Figura 3-37. Bomba N-H finalizada con su sección neumática.	59
Figura 3-38. Partes del accionador.....	59
Figura 3-39. Accionador terminado.	60
Figura 3-40. Válvula limitadora de presión en desarme.....	60
Figura 3-41. Limitador de presión terminado.	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Características Principales del Equipo de Referencia.	14
Tabla 1-2. Componentes del equipo de Referencia.	15
Tabla 2-1. Cálculos referentes a la bomba del equipo de referencia.	17
Tabla 2-2. Datos del material de la Bocina.	20
Tabla 2-3. Cálculo del espesor mínimo de la pared de la bocina.	21
Tabla 2-4. Componentes de la sección neumática presentes en el mercado.	22
Tabla 2-5. Datos del material a utilizar para del cuerpo de la Bomba Hidráulica.	24
Tabla 2-6. Cálculo del espesor mínimo de la pared del cuerpo de Bomba.	25
Tabla 2-7. Datos del material a utilizar para el accionador.	26
Tabla 2-8. Componentes de la sección Hidráulica presentes en el mercado.	28
Tabla 3-1. Equipos utilizados en la fabricación (Torno).	29
Tabla 3-2. Equipos utilizados en la fabricación (Fresadora).	29
Tabla 3-3. Equipos utilizados en la fabricación (Taladro).	30
Tabla 3-4. Equipos utilizados en la fabricación (Taladro).	30
Tabla 3-5. Material utilizado en la fabricación del cuerpo de la unidad.	32
Tabla 3-6. Parámetro del mecanizado de la entrada del estanque (Technyl).	35
Tabla 3-7. Parámetros utilizados para el mecanizado del Acero SAE 1045.	36
Tabla 3-8. Acción realizada para la fabricación y tiempo utilizado en el cuerpo de la unidad.	38
Tabla 3-9. Materiales utilizados en la fabricación de la bomba neumática-hidráulica. ...	39
Tabla 3-10. Parámetros para el mecanizado de la plancha A-36 y acero SAE 1020.	40
Tabla 3-11. Parámetros para el mecanizado del Technyl y bronce.	41
Tabla 3-12. Parámetros para el mecanizado del acero SAE 1045.	41
Tabla 3-13. Acción realizada para la fabricación y tiempo utilizado en la bomba de la unidad.	49
Tabla 3-14. Material utilizado en la fabricación del accionador de la unidad.	50
Tabla 3-15. Acción realizada para la fabricación y tiempo utilizado en el accionador la de unidad.	54
Tabla 3-16. Material utilizado en la fabricación de la válvula limitadora de presión de la unidad.	55
Tabla 3-17. Acción realizada para la fabricación y tiempo utilizado para la válvula limitadora de presión.	56

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

CLP:	Peso Chileno.
EPP:	Equipo de Protección Personal.
HSS:	<i>High Speed Steel</i> (Acero de Alta Velocidad).
ISO:	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional de Estandarización).
N-H:	Neumático-Hidráulico.
NPT:	<i>National Pipe Thread</i> (Hilo Nacional de Tubería).
PLA:	Poliácido Láctico.
RAE:	Real Académica Española.
SAE:	<i>Society of Automotive Engineers</i> (Sociedad de Ingenieros Automotrices).

SIMBOLOGÍA

\$:	Peso Chileno.
A:	Amperes
cm ³ :	Centímetros Cúbicos.
h:	Horas.
kg:	Kilogramos.
kw:	Kilowatts.
l:	Litros.
m:	Metro.
mm:	Milímetros.
m ² :	Milímetros cuadrados.
m/min:	Metros por Minuto.
mm/min:	Milímetros por Minuto.
Mpa:	Mega Pascales.
mm/rev:	Milímetros por Revolución.
Ø:	Diámetro.
RPM:	Revoluciones por Minuto.
V:	Voltaje.

INTRODUCCIÓN

Bajo el contexto de la industria naviera, encargada del transporte de distintos productos como materias primas, equipos entre otros.

Uno de los puntos de mayor importancia es la reparación y control de los elementos mecánicos presentes dentro de las embarcaciones. Centrándose en el motor y especialmente en los inyectores, siendo uno de los componentes fundamentales para su buen funcionamiento; donde una falla o desperfecto conlleva al retraso de cualquier maniobra que la embarcación requiera hacer.

Respondiendo a la necesidad de tener estos inyectores en buenas condiciones, se utilizan equipos para comprobar su buen funcionamiento como también para sus reparaciones.

Anteriormente, los inyectores eran reparados y reacondicionados, pero en el presente, con las nuevas normativas ambientales sobre la emanación de gases, sus reparaciones son menos comunes y no tan frecuentes, realizándose en casos excepcionales.

Actualmente se utilizan los equipos de comprobación o diagnóstico para el reemplazo o mantenimiento de los inyectores.

La empresa Promsen, dedicada a la mantención de equipos diésel, posee equipos tanto de reparación como también de comprobación o diagnóstico (solo un equipo del ya mencionado).

Al no tener otro equipo de comprobación de respaldo, una falla que presente el actual, puede generar pérdidas tanto monetarias como de tiempo, retrasando consigo al equipo de la embarcación.

Como objetivo principal se busca la fabricación de una unidad de pruebas para inyectores de motores de la alta potencia, que posea características y componentes similares al equipo de referencia y que se encuentren dentro del mercado nacional.

OBJETIVO GENERAL

Fabricar y proponer implementación de una unidad de pruebas para inyectores de motores de alta potencia, utilizando componentes que posean características similares a un equipo de referencia y tenga disponibilidad en el mercado nacional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar componentes y características usando un equipo de referencia para generar cambios para la unidad a fabricar.
- Determinar características técnicas de la nueva unidad de pruebas adaptando las del equipo de referencia para responder a los requerimientos solicitados por la empresa Promsen.
- Fabricar unidad de pruebas utilizando las características técnicas determinadas para implementar el equipo en la empresa Promsen.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES Y CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE
REFERENCIA.

1. MARCO TEÓRICO Y PROBLEMÁTICA

A continuación, se definirán los conceptos de motor e inyector; dando a conocer algunas funciones y características, para posteriormente adentrarlos en la problemática en la que consiste el trabajo.

1.1. ¿QUÉ ES UN MOTOR?

Como lo define la R.A.E. “máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía”.

Bajo esta definición, el equipo representativo dentro del ámbito industrial es el motor eléctrico.

El motor eléctrico el cual transforma la energía eléctrica en energía mecánica a través de los campos magnéticos generados por las bobinas en su interior, los que provocan el movimiento del rotor, transmitiéndolo al eje, el que es utilizado para mover un sistema (motor-bomba, equipos industriales entre otros).

Las ventajas de estos motores es su tamaño y peso reducido, sin contar que sus parámetros son establecidos dando ventaja en su selección para procesos específicos. No emiten gases contaminantes y no tienen la necesidad de ventilación externa.



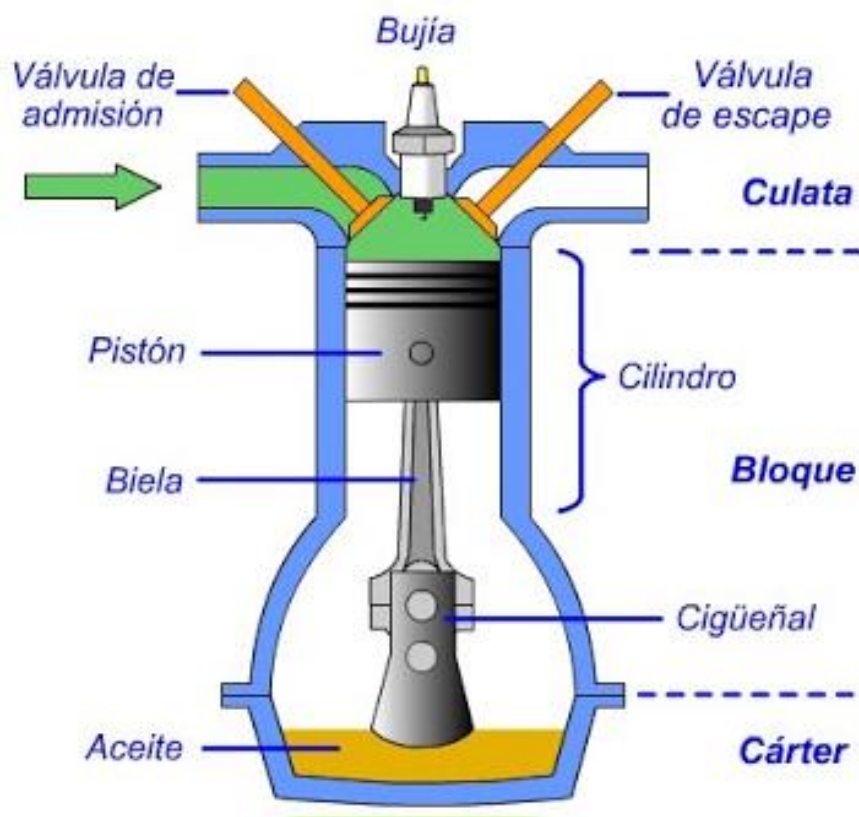
Fuente: Trabajos de mantenimiento en buque por la Empresa Promsen.

Figura 1-1. Motores eléctricos perteneciente a sala de bombas de buque.

El motor a gasolina, transforma la energía química a energía mecánica, la cual es producida por la ignición de la mezcla aire con combustible y una chispa suministrada por las bujías.

Estos motores son conocidos como Motores de cuatro tiempos de Otto, por su creador Nikolaus August Otto en 1876.

Los motores a gasolina tienen aplicaciones en motosierras, motocicletas, motores fuera de borda, automóviles entre otros.



Fuente: http://tecnologiariola.blogspot.com/2016/11/31-motores-termicos_28.html

Figura 1-2. Motor a gasolina.

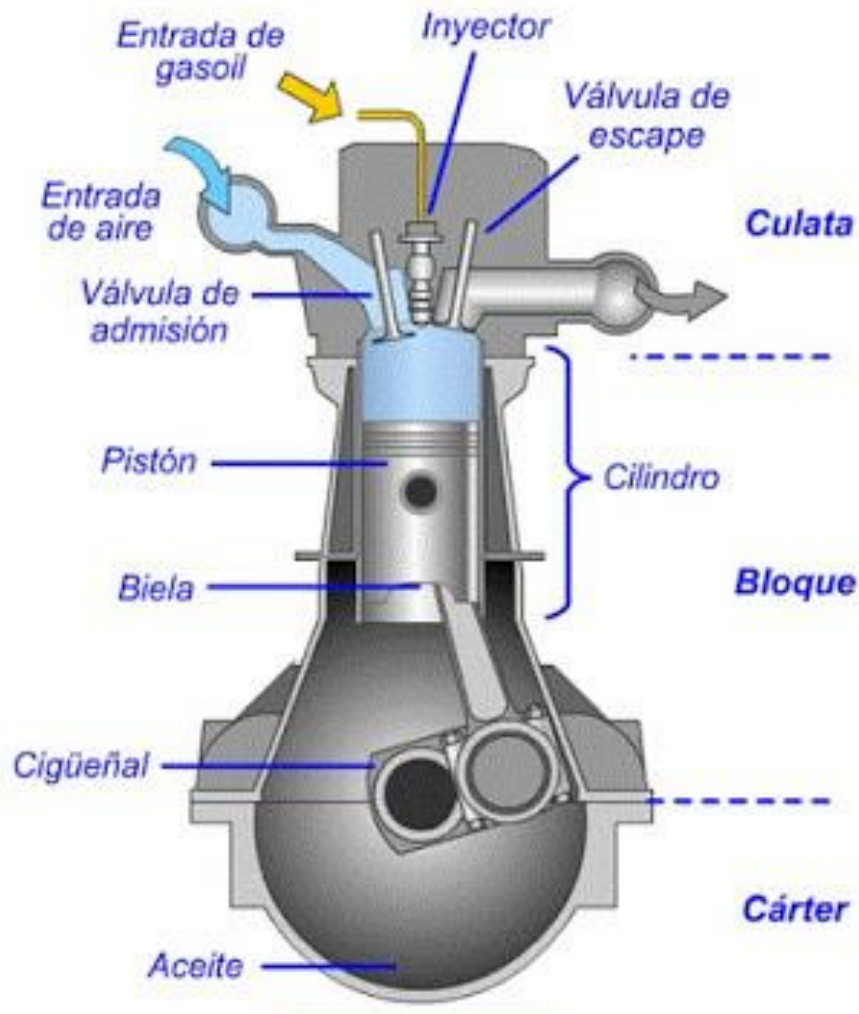
El motor diésel, el cual transforma la energía de la combustión producida por la mezcla de aire y combustible a energía mecánica.

Estos motores funcionan inyectando el combustible a presión dentro del cilindro y posteriormente comprimido por el pistón dejando de lado la necesidad de una chispa (bujía).

El ciclo diésel es nombrado de esta forma por su creador Rudolf Diésel en 1892.

Son utilizados en medios de transporte que requieran una dosis extra de potencia y pensados para una mayor carga diaria de trabajo, como por ejemplo vehículos industriales, de carga, maquinarias, medios aeronáuticos, etcétera.

Los motores diésel se dividen en dos tipos, los de dos tiempos y los de cuatro tiempos.



Fuente: http://tecnologiariola.blogspot.com/2016/11/31-motores-termicos_28.html

Figura 1-3. Motor diésel.

En el mundo del transporte marítimo, los motores diésel se hacen presente, tomando el nombre de motores marinos o motores de alta potencia, caracterizándose por tener potencias entre 1600 [Kw] a 68640 [Kw] (motor diésel marino MAN 12K98MC-C), con revoluciones que se encuentran entre las 60 [rpm] y las 100 [rpm], con altura 16 [m] o superiores.



Fuente: Trabajos de mantenimiento en buque por la Empresa Promsen.

Figura 1-4. Sección (bloque) de un motor marino.

1.2. ¿QUÉ ES UN INYECTOR?

Como lo define la R.A.E. “dispositivo mecánico utilizado para inyectar un fluido”.

El inyector, de cuerpo metálico, penetra dentro del motor hasta la cámara de compresión para suministrar el combustible de forma pulverizada donde posteriormente, será comprimido por la acción del pistón.

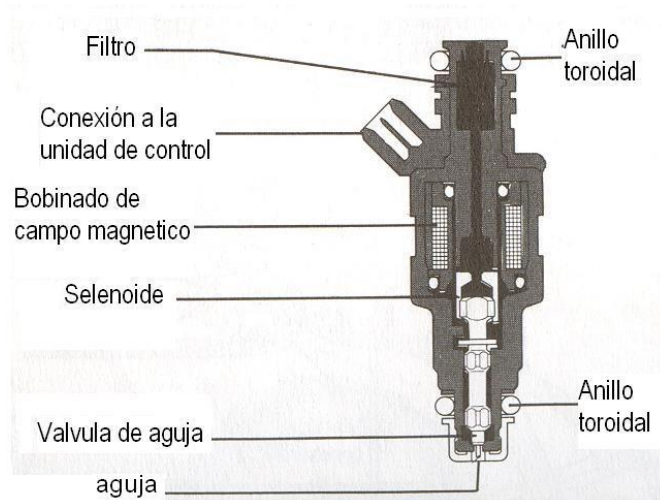


Fuente: <https://www.autonocion.com/mantenimiento-inyectores-funcionamiento/>

Figura 1-5. Inyectores dentro del motor diésel.

Los inyectores se pueden clasificar en inyectores Eléctricos e inyectores Mecánicos.

Los inyectores del tipo eléctrico a su vez se clasifican en inyectores bobinados; son aquellos donde su abertura o movimiento de la aguja es controlado por una electroválvula.



Fuente: <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1596-inyectores-de-gasolina-funcionamiento>

Figura 1-6. Inyector Bobinado.

Los inyectores piezoeléctricos; como su nombre lo dice, poseen un elemento piezoeléctrico al cual se le aplica una tensión eléctrica y este sufre una deformación mecánica.



Fuente: <http://www.blogmecanicos.com/2015/10/como-funciona-un-inyector-piezoelctrico.html>

Figura 1-7. Inyector Piezoeléctrico.

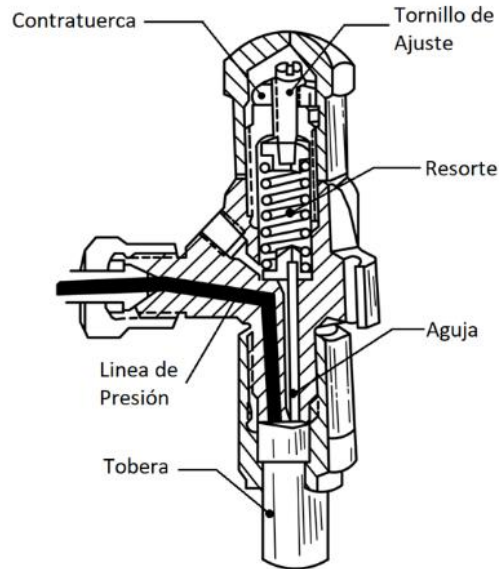
Los inyectores Mecánicos, el elemento donde se centra este trabajo, funciona de forma que, al ingresar el combustible a presión, viaja por dentro del cuerpo metálico hasta la punta de la aguja, donde con la suficiente presión vencerá al resorte que mantiene obstruida la salida del combustible, así repetidas veces creando una pulverización e inyección dentro del cilindro.



Fuente: Empresa Promsen.

Figura 1-8. Inyector del tipo Mecánico.

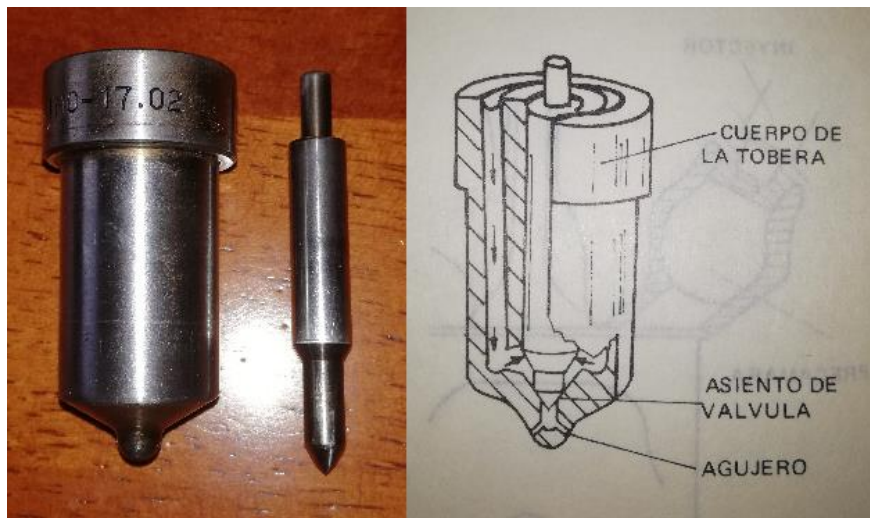
Entre las partes principales de un inyector se encuentra el tornillo de ajuste y la contratuerca, los cuales regulan o ajustan la presión con la que se va abrir el inyector independiente de la presión de la línea, comprimiendo o aliviando la tensión sobre el resorte que a su vez empuja la aguja dentro de la tobera.



Fuente: SARMIENTO, Pedro. Motores diésel funcionamiento y servicio. Valparaíso: ediciones universitarias de Valparaíso, 1979.

Figura 1-9. Partes principales de un Inyector.

En los inyectores las toberas se clasifican en tobera de orificio, los que poseen un cono de estanqueidad. Se realizan predominantemente con perforaciones múltiples, sin embargo, también las hay de un solo orificio.



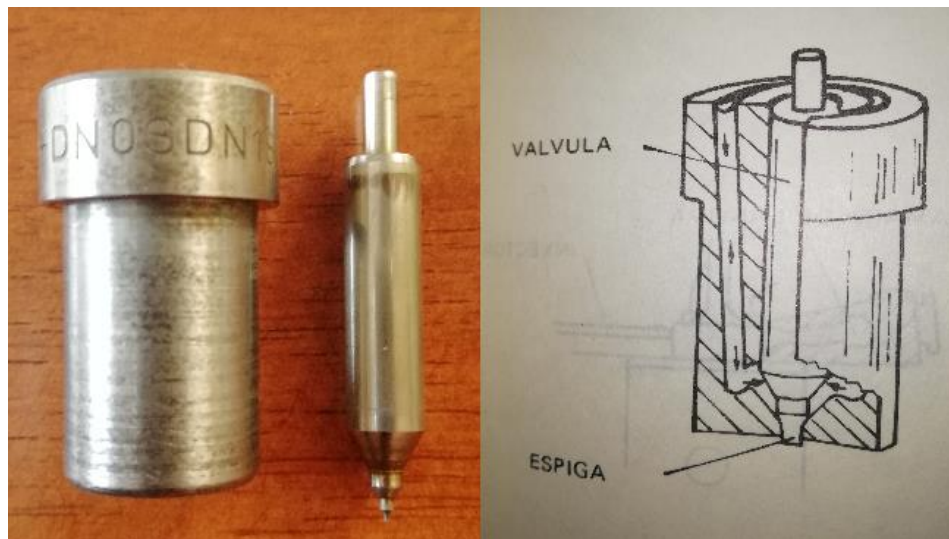
Fuente: Material de empresa Promsen y SARMIENTO, Pedro. Motores diésel funcionamiento y servicio. Valparaíso: ediciones universitarias de Valparaíso, 1979.

Figura 1-10. Toberas de orificios.

En función de las condiciones de la cámara de combustión, el orificio de inyección del inyector puede estar dispuesto central o lateralmente. En el caso de inyectores de varios orificios, estos pueden estar dispuestos simétrica o asimétricamente. La presión de apertura del inyector se encuentra por lo general entre 100 [bar] y 350 [bar] (10 [Mpa] y 35 [Mpa]).

El otro tipo de tobera es el de Espiga o Tetón, en este caso la apertura del inyector se encuentra generalmente entre los 110 [bar] y 170 [bar] (11[Mpa] y 17 [Mpa]).

La aguja del inyector de tetón, tiene un extremo un tetón de inyección con una forma perfectamente estudiada, que posibilita la formación de una preinyección. Al abrir el inyector, la aguja se levanta, se inyecta una cantidad muy pequeña de combustible que irá aumentando a medida que se levanta más la aguja del inyector (efecto estrangulador), llegando a la máxima inyección de combustible cuando la aguja se levanta a su máxima apertura.



Fuente: Material de empresa Promsen y SARMIENTO, Pedro. Motores diésel funcionamiento y servicio. Valparaíso: ediciones universitarias de Valparaíso, 1979.

Figura 1-11. Tobera de Tetón.

1.3. PROBLEMÁTICA

La empresa Promsen, Ingeniería y mantención Diésel LTDA: Situada en tercera sur N°585 Placilla, Valparaíso. Se encuentra equipada con maquinaria industrial (tornos, fresas, cepillos entre otros) principalmente con equipos de recuperación y diagnóstico de inyectores.



Fuente: <https://www.promsen.cl/>

Figura 1-12. Logo de la Empresa.

Promsen recibe Inyectores de múltiples embarcaciones, para su mantención y control, y ocasionalmente reparaciones de estos.

La problemática que se genera es debido a que la empresa solo posee un equipo para el diagnóstico de los inyectores (unidad de pruebas), por lo cual una falla que ocurra, puede causar un retraso en la entrega de los inyectores y todo lo que conlleva consigo.

Se presentó la idea de fabricar un equipo nuevo utilizado como referencia otro equipo que anteriormente poseían, dándole los requerimientos solicitados por la empresa y que sus componentes se encuentren en el mercado nacional.



Fuente: Empresa Promsen.

Figura 1-13. Unidad de pruebas para inyectores (equipo de referencia).

El equipo de referencia, fue desechado por la razón de que no cumplía su función ya que sus componentes no estaban en condiciones, presentando fugas y otros problemas.

Al tratar de reemplazar los componentes de este equipo, se presentó que sus repuestos no se encontraban dentro del mercado nacional, dando por ejemplo el manómetro de la presión de la bomba, el cual tiene por característica que su rango va entre los 0 [bar] a 1600 [bar] (0 [Mpa] a 160 [Mpa]).

Del manómetro ya mencionado, el sustituto que posee un rango cercano es de 0 [bar] a 1000 [bar] (0 [Mpa] a 100 [Mpa]) encontrado en la empresa Vignola.

Materiales:

- Caja: Acero inoxidable 304
- Conector: Acero inoxidable 316
- Visor: Vidrio 4mm
- Tubo Bourdo: Acero inoxidable 316

1.- Conexión abajo

Códigos		Rango	
		PSI	BAR
4000303	0409051	-30 a 0	-1 a 1
4000304	0409052	0 a 15	0 a 1
4000305	0409053	0 a 30	0 a 2
4000306	0409054	0 a 60	0 a 4
4000307	0409055	0 a 100	0 a 7
4000308	0409056	0 a 160	0 a 11
4000309	0409057	0 a 200	0 a 14
4000310	0409058	0 a 300	0 a 20
4000311	0409059	0 a 400	0 a 27
4000312	0409060	0 a 600	0 a 40
4000313	0409061	0 a 800	0 a 55
4000314	0409062	0 a 1000	0 a 70
4000315	0409063	0 a 1500	0 a 110
4000316	0409064	0 a 3000	0 a 200
4000317	0409065	0 a 4000	0 a 270
4000318	0409066	0 a 6000	0 a 400
4000319	0409068	0 a 9000	0 a 600
4000320	0409069	0 a 10000	0 a 680
4000321	0409070	0 a 14000	0 a 1000

Fuente: <http://www.vignola.cl/>

Figura 1-14. Catálogo de manómetros de Vignola.

1.4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE REFERENCIA.

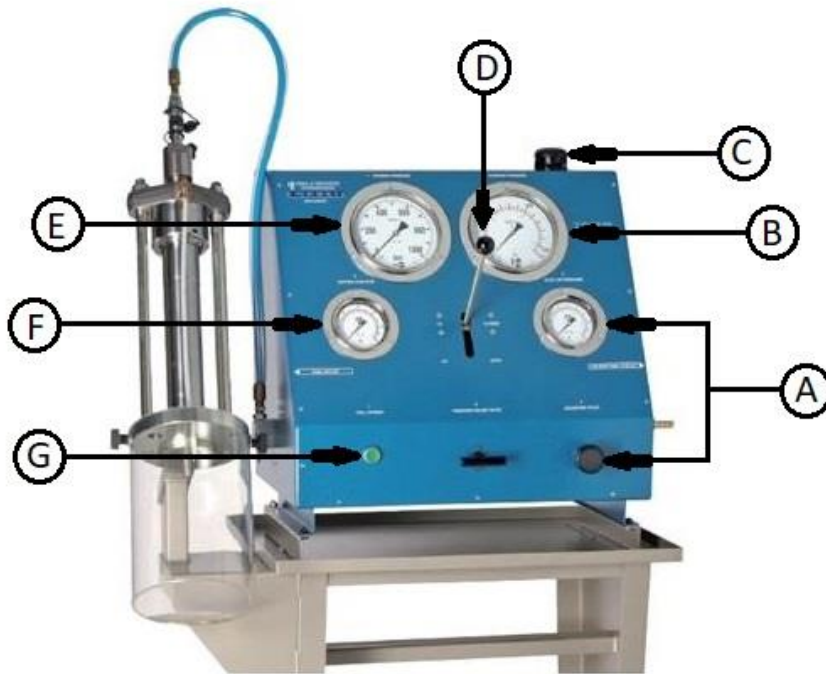
A continuación, se presentarán las partes principales del equipo de referencia, como también sus componentes y características técnicas.

1.4.1. Descripción del equipo de referencia.

La unidad de pruebas para inyectores de motores de alta potencia o *FUEL VALVE TEST PUMP UNIT*, el cual posee 4 manómetros alojados en su cuerpo como muestra la Figura 1-15. comenzando por la sección inferior derecha de la imagen (A), se encuentra el regulador de presión y el manómetro de la entrada de aire (*AIR PRESSURE*). Luego se encuentra el manómetro que indica la presión del sistema (B), generada por la bomba (*PUMP PRESSURE*).

En la sección superior izquierda de la imagen (E), se encuentra el manómetro que indica la presión de trabajo del inyector (*FUEL VALVE PRESSURE*), donde su función es registrar la presión con la que se da la apertura de la aguja para luego en el inyector regular esta con el tornillo regulador y la contratuerca.

El manómetro de la sección inferior izquierda de la imagen (F), registra la presión de retroceso o de circulación del inyector (*CIRCULATION VALVE PRESSURE*). En la imagen se puede distinguir (G) la válvula de alivio del sistema.



Fuente: <https://sateco.it/banco-prova-iniettori-vpud>

Figura 1-15. Unidad de Pruebas para Inyectores (Equipo de Referencia).

El equipo posee una válvula de abertura (D), la cual tiene dos posiciones; cerrado (*CLOSE*), donde el equipo solo esta almacenando la presión en el sistema, siendo indicada por el manómetro *PUMP PRESSURE* (B); y la posición de inyección (*INJECTION*), donde el sistema queda de forma abierta al inyector, tanto el manómetro *PUMP PRESSURE* y el *FUEL VALVE PRESSURE* marcarán la misma presión.

Por ultimo en la parte superior derecha de la imagen (E) se encuentra la entrada del estanque del equipo.

1.4.2. Características y partes del equipo de Referencia



Fuente: <https://sateco.it/banco-prova-iniettori-vpud>

Figura 1-16. Unidad de Pruebas para Inyectores (Equipo de Referencia).

Tabla 1-1. Características Principales del Equipo de Referencia.

Nombre del equipo	<i>Fuel Vavle Test Pump Unit</i>
Dimensiones	620 x 550 x 430 [mm]
Presión de Salida	Max. Del Equipo 1100 [bar] a 10 [bar] (110 [Mpa] a 1 [Mpa]) de entrada de Aire. Max. De Trabajo 800 [bar] a 7[bar] (80 [Mpa] a 0.7 [Mpa]) de entrada de Aire.
Capacidad del Estanque	6 [l]
Peso	90 [kg] Vacío.
Desplazamiento por Ciclo	20 [cm ³]

Fuente: Catalogo del Equipo de Referencia.

1.4.2.1. Partes Principales de la unidad de Pruebas (Equipo de Referencia)

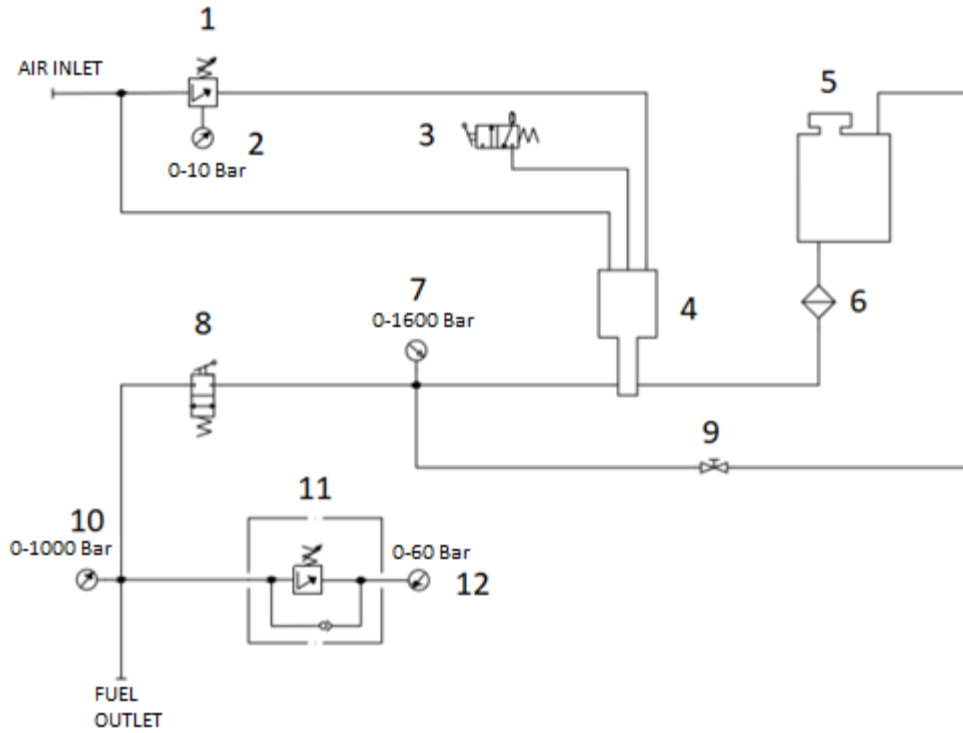


Tabla 1-2. Componentes del equipo de Referencia.

N°	Componente
1	Válvula reductora (Neumática)
2	Manómetro de 0 [bar] a 10 [bar] (0 [Mpa] a 1 [Mpa])
3	Válvula 3/2 Retorno por resorte con accionamiento con palanca con silenciador (Neumática)
4	Bomba Neumatica-Hidraulica
5	Estanque del equipo (Hidráulico)
6	Filtro (Hidráulico)
7	Manómetro de 0 [bar] a 1600 [bar] (0 [Mpa] a 160 [Mpa])
8	Válvula 2/2 Retorno por muelle con accionador por palanca (Hidráulica)
9	Válvula de parada (Hidráulica)
10	Manómetro de 0 [bar] a 1000 [bar] (0 [Mpa] a 100 [Mpa])
11	Válvula Reductora de presión (Hidráulica)
12	Manómetro de 0 [bar] a 60 [bar] (0 [Mpa] a 6 [Mpa])

Fuente: Catálogo del Equipo de Referencia.

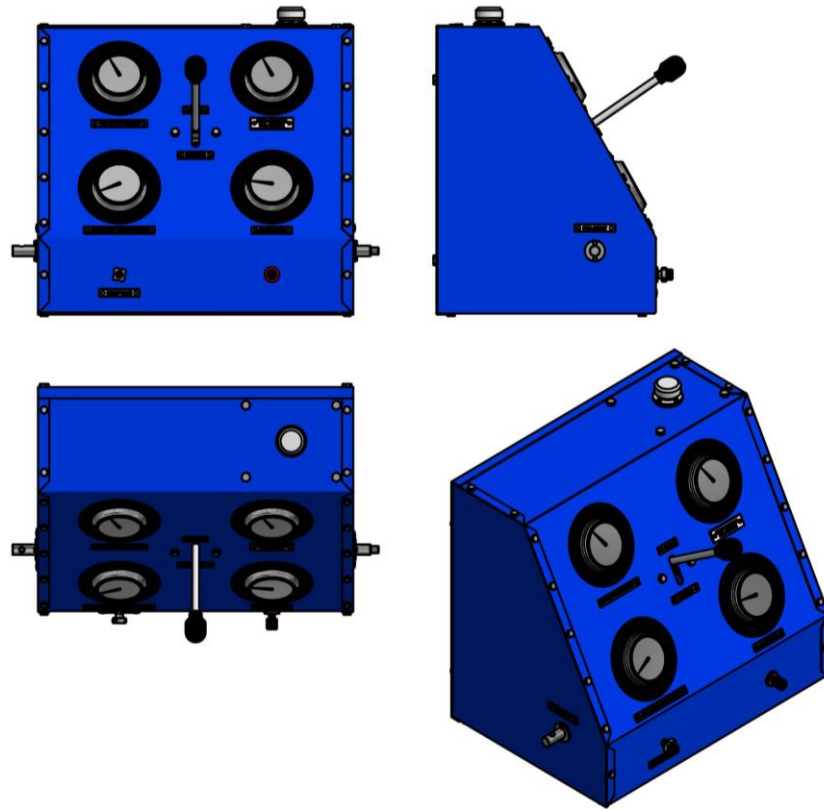
CAPÍTULO 2: REQUERIMIENTOS Y COMPONENTES DE LA UNIDAD A
FABRICAR

2. REQUERIMIENTOS DE LA UNIDAD A FABRICAR

La unidad a fabricar, debe tener características tales como una presión máxima de 600 [bar] (60 [Mpa]) y una presión de trabajo de 350 [bar] (35 [Mpa]).

Se restringe a esa presión de Trabajo, debido a que los inyectores recibidos en la empresa se encuentran en el rango de presiones mencionados en el capítulo anterior (Inyectores Mecánicos con tobera de orificio oscilan entre las presiones de 100 [bar] y 350 [bar]) (10 [Mpa] y 35 [Mpa]).

Se mantendrán las dimensiones del equipo de referencia (cuerpo del equipo y capacidad del Estanque) las cuales son de 620 x 550 x 430 [mm] y 6 [l].



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 2-1. Boceto de la Unidad a Fabricar.

A continuación, se presenta la relación entre los diámetros y presiones existentes dentro de la bomba del equipo de referencia:

Tabla 2-1. Cálculos referentes a la bomba del equipo de referencia.

Relación de presiones en las cámaras de la bomba			
<p>Diagrama de la bomba que muestra dos cámaras conectadas por un tubo. La cámara de la izquierda es más grande y contiene aire a una presión de 7 [bar] (0,7 [Mpa]). Su diámetro es de Ø150. La cámara de la derecha es más pequeña y contiene combustible a una presión de 800 [bar] (80 [Mpa]). Su diámetro es de Ø14.</p>			
Variables		Fórmula	
Pa	Presión de Aire	$P_a * A_a = P_c * A_c$ $P_c = P_a * \frac{A_a}{A_c}$	
Pc	Presión de Combustible		
Aa	Área de la cámara de aire		
Pa Ac	Área de la cámara de combustible		
Variables a ingresar		Diámetro[mm]	Área[mm²]
Aa	Área de la cámara de aire	150	17671,44
Ac	Área de la cámara de combustible	14	153,94
Pa	Presión de Aire	7 / 0,7	[bar] / [Mpa]
Pc	Presión de combustible	803,57 / 80,357	[bar] / [Mpa]

Fuente: Autores propios aplicando principio de Pascal.

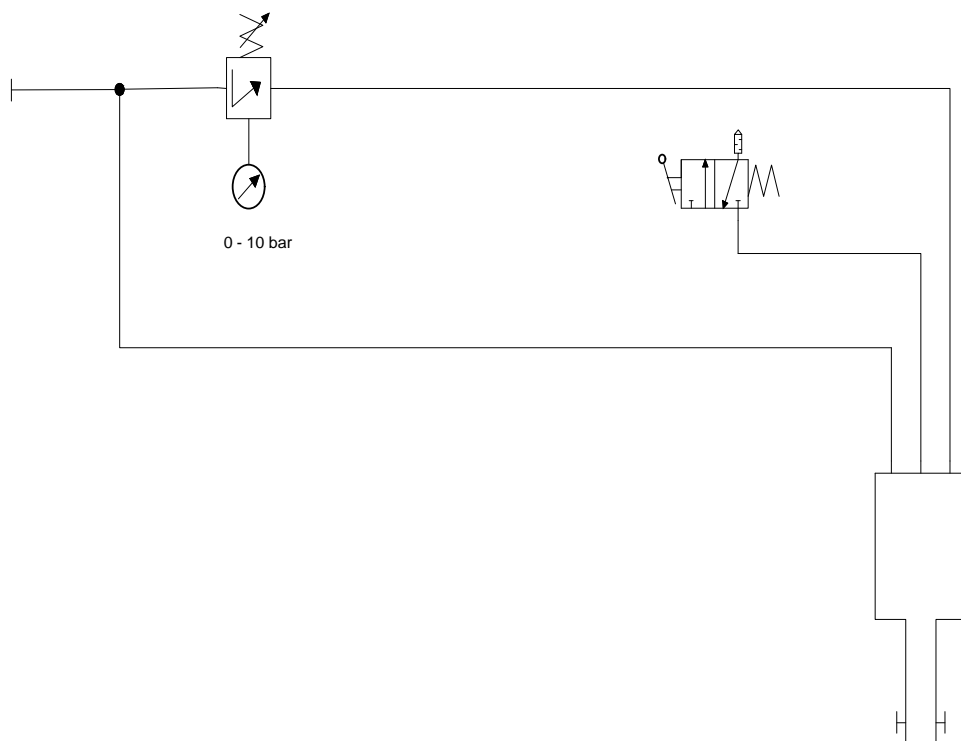
De acuerdo a la relación de los cálculos anteriores, para que el equipo llegue a una presión máxima de 600 [bar] (60 [Mpa]), se necesita una entrada de 5,2 [bar] (0,52 [Mpa]) de aire (en el caso de la presión de trabajo de 350 [bar] (35 [Mpa]) se necesitan 3,1 [bar] (0,31 [Mpa]) de presión de aire).

2.1. COMPONENTES DE LA UNIDAD A FABRICAR

La unidad a fabricar se dividirá en dos secciones (neumática e hidráulica) presentando las modificaciones de los componentes que no se encuentren en el mercado (fabricación de estos respetando las dimensiones del equipo de referencia) y la nueva disposición de estos con los componentes presentes en el mercado.

2.1.1. Sección neumática de la unidad

El equipo de referencia presenta la siguiente configuración neumática:



Fuente: Catálogo del equipo de referencia.

Figura 2-2. Circuito neumático del equipo de referencia.

El componente de la sección neumática a modificar (fabricar) es la bomba, la cual se compone de dos secciones (las mismas presentadas en este capítulo).

En la sección neumática de la bomba, el funcionamiento es asemejado a un cilindro de doble efecto (donde posteriormente su vástago es utilizado para impulsar un líquido).

El equipo de referencia, la bomba posee los pilotajes (los que realizan el vaivén del émbolo) fabricados dentro del cuerpo de las tapas del cilindro.

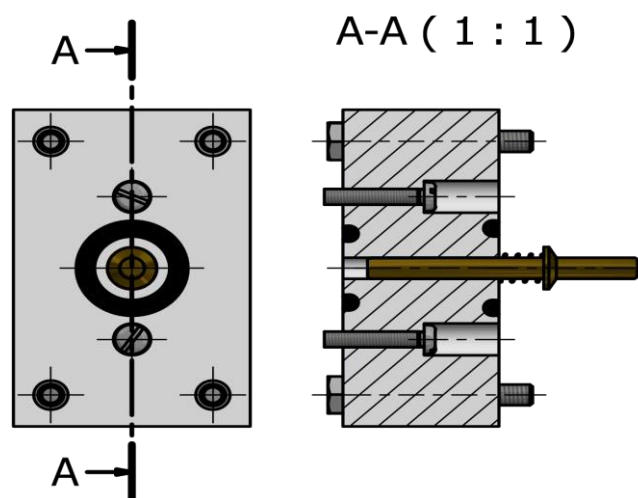
Por otra parte, las dimensiones del cilindro no se encuentran dentro de la norma ISO 6431 (referente a los cilindros neumáticos) por lo cual no se tiene una alternativa comercial.



Fuente: Empresa Promsen.

Figura 2-3. Parte posterior de la bomba (sección neumática).

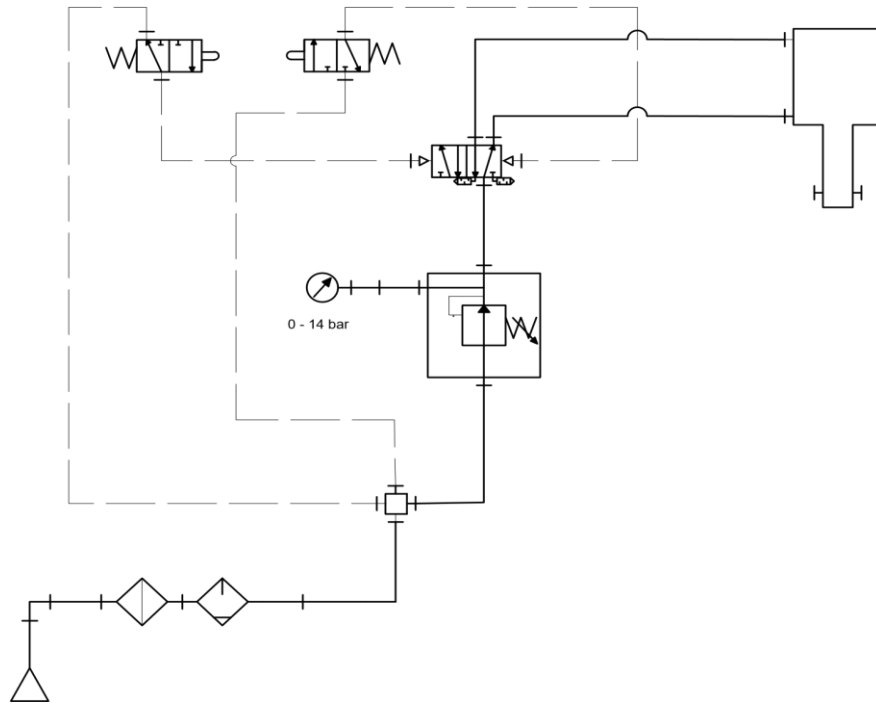
Como solución, se utilizarán válvulas limitadoras de carrera del tipo mecánicas y se montarán a través de un adaptador (el cual también se debe fabricar) permitiendo el cambio de la válvula limitadora de carrera si esta presenta algún desperfecto.



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 2-4. Sistema Limitador de Carrera.

Como mejora, se agregan al circuito neumático un filtro y un lubricador en la entrada de aire.



Fuente: Autores propios apoyados en AutoCAD.

Figura 2-5. Circuito neumático de la unidad a fabricar.

Las dimensiones del cilindro de la unidad a fabricar son respectivas al equipo de referencia, debido a esto, para mayor seguridad se demostrará la validez de la dimensión a través del cálculo del espesor mínimo de la pared de la bocina que se encuentra a continuación:

Tabla 2-2. Datos del material de la Bocina.

Nombre Técnico	Poliamida 6 (PA6)
Esfuerzo a la Tracción (Fluencia)	44 [Mpa]
Esfuerzo a la Tracción (Rotura)	-

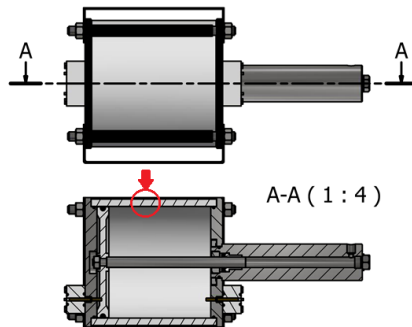
Fuente: <https://www.plastec.cl/site/index.php/plasticos-tecnicos/technyl>

Tabla 2-3. Cálculo del espesor mínimo de la pared de la bocina.

Calculo de espesor mínimo de pared para recipientes sometidos a presión			
Variables		Fórmula	
P	Presión de diseño o máxima de trabajo	$t = \frac{P \cdot R}{SE - 0,6 \cdot P}$	
S	Valor de esfuerzo de material		
E	Eficiencia de la junta		
R	Radio interior		
D	Diámetro interior		
t	Espesor de la pared		
Variables		Resultados	
P	Presión de diseño o presión máxima de trabajo	bar / Mpa	psi o lb/pulg ²
		7 / 0,7	103
S	Valor de esfuerzo del material	Mpa	psi o lb/pulg ²
		44	6380
E	Eficiencia de la junta	0,45	
D	Diámetro interior	mm	pulg
		150	5,906
R	Radio interior	mm	pulg
		75	2,953
t	Espesor de la pared	mm	pulg
		2,75	0,108

Fuente: Autores propios apoyados en fórmulas de MEGYESY, Eugene F. Manual de recipientes a presión. México: Limusa, 1992.

El espesor de la bocina del equipo de referencia poseía una dimensión de 5 [mm] de pared, donde en el peor de los casos se necesita una pared mínima de 2,75 [mm]. Por comodidad en la compra del material, la pared a fabricar será de 10 [mm] de espesor.



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 2-6. Bomba Neumática-Hidráulica.

Continuando con la sección neumática, se presentan todos los elementos que se encuentran dentro del mercado (los componentes presentados son referentes a las necesidades de la unidad de pruebas a fabricar y no a las del equipo de referencia):

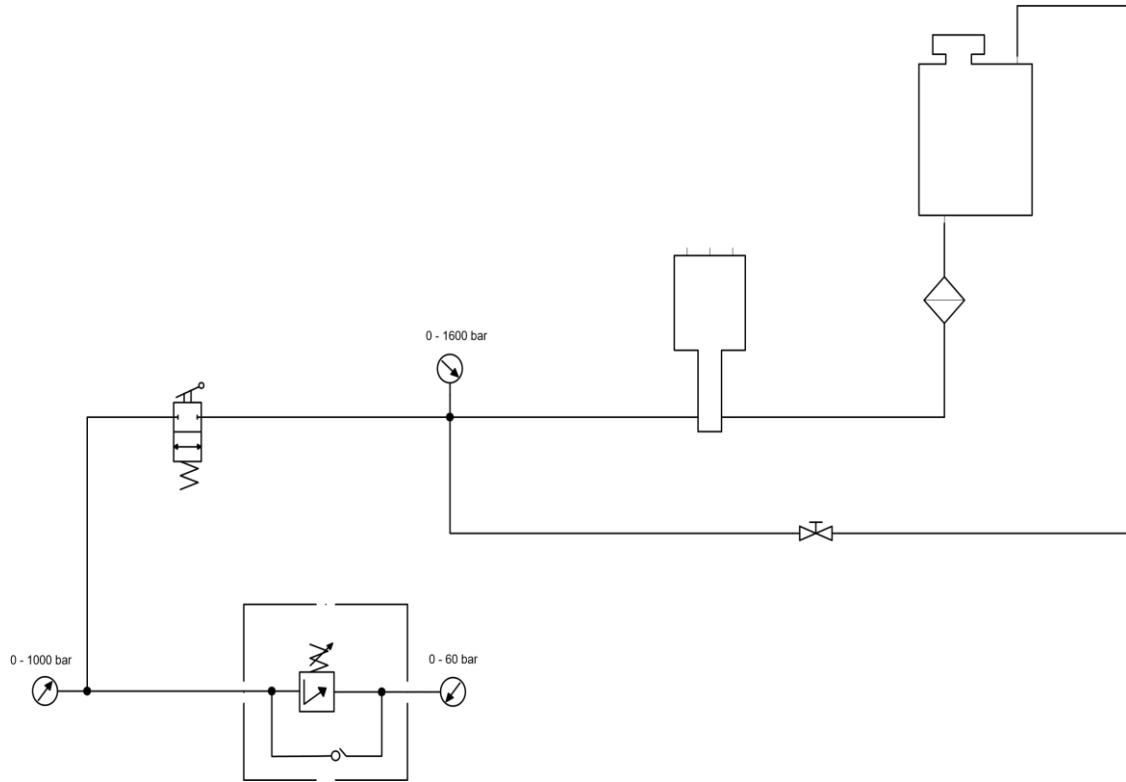
Tabla 2-4. Componentes de la sección neumática presentes en el mercado.

Componente	Cantidad
Unión macho/macho ¼ NPT bronce	2
Filtro de aire conex. ¼ NPT	1
Lubricador de aire conex. ¼ NPT	1
Codo 90° macho/hembra conex. ¼ NPT bronce	1
Conector recto tubo 10 [mm] rosca macho conex. ¼ NPT	6
Unión cruz hembra conex.¼ NPT bronce	1
Conector recto tubo 4 [mm] rosca macho conex. ¼ NPT	3
Regulador de presión de aire conex. 3/4 NPT	1
Manómetro 100 [mm] de 0 [psi] a 200 [psi] (0 [Mpa] a 1 [Mpa]) conex. ½ NPT	1
Válvula direccional piloto 5V2P conex. ¼ NPT piloto neumático	1
Silenciadores 2onex. 1/8 NPT	2
Válvula 3/2 limitadora de carrera	2
Conector recto tubo 4 [mm] rosca macho conex. 1/8 NPT	7
Tubo neumático 10 [mm]	2 [m]
Tubo neumático 4 [mm]	2 [m]
Conector recto tubo 10 [mm] rosca macho conex. ¾ NPT	4

Fuente: Catálogos Vignola, Flexibles Covarrubias y SMC Chile.

2.1.2. Sección hidráulica de la unidad

El equipo de referencia presenta la siguiente configuración Hidráulica:



Fuente: Catálogo del equipo de referencia.

Figura 2-7. Circuito Hidráulico del equipo de referencia.

Debido a la particularidad de algunos elementos del equipo de referencia (Bomba Hidráulica, Válvula 2/2 y limitadora de presión) para que se mantenga la forma original del equipo de referencia estos se deben de fabricar.



Fuente: Empresa Promsen.

Figura 2-8. Bomba del Equipo de referencia.

Comenzando por la bomba (del tipo de Desplazamiento positivo Reciproca), donde sus dimensiones como en el caso anterior respetarán las del equipo de referencia, se respaldarán con el cálculo del espesor mínimo de pared que se encuentra a continuación:

Tabla 2-5. Datos del material a utilizar para del cuerpo de la Bomba Hidráulica.

Nombre técnico	SAE 1020
Esfuerzo a la tracción (fluencia)	265 (Mpa)
Esfuerzo a la tracción (ruptura)	392-441 (Mpa)

Fuente: http://www.acerosotero.cl/acero_carbono_sae_1020.html

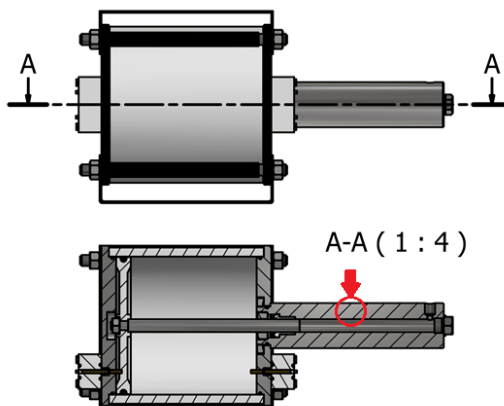
Tabla 2-6. Cálculo del espesor mínimo de la pared del cuerpo de Bomba.

Calculo de espesor mínimo de pared para recipientes sometidos a presión			
Variables		Fórmula	
P	Presión de diseño o máxima de trabajo	$t = \frac{P \cdot R}{SE - 0,6 \cdot P}$	
S	Valor de esfuerzo de material		
E	Eficiencia de la junta		
R	Radio interior		
D	Diámetro interior		
t	Espesor de la pared		
Variables		Resultados	
P	Presión de diseño o presión máxima de trabajo	bar / Mpa	psi o lb/pulg ²
		800 / 80	11760
S	Valor de esfuerzo del material	Mpa	psi o lb/pulg ²
		265	38425
E	Eficiencia de la junta	0,45	
D	Diámetro interior	mm	pulg
		14	0,551
R	Radio interior	mm	pulg
		7	0,276
t	Espesor de la pared	mm	pulg
		8,04	0,317

Fuente: Autores propios apoyados en fórmulas de MEGYESY, Eugene F. Manual de recipientes a presión.

México: Limusa, 1992.

Como resultado el espesor mínimo en el peor de los casos es de 8,04 [mm], donde comparándolo con el del equipo de referencia, este posee una pared de 17,5 [mm].

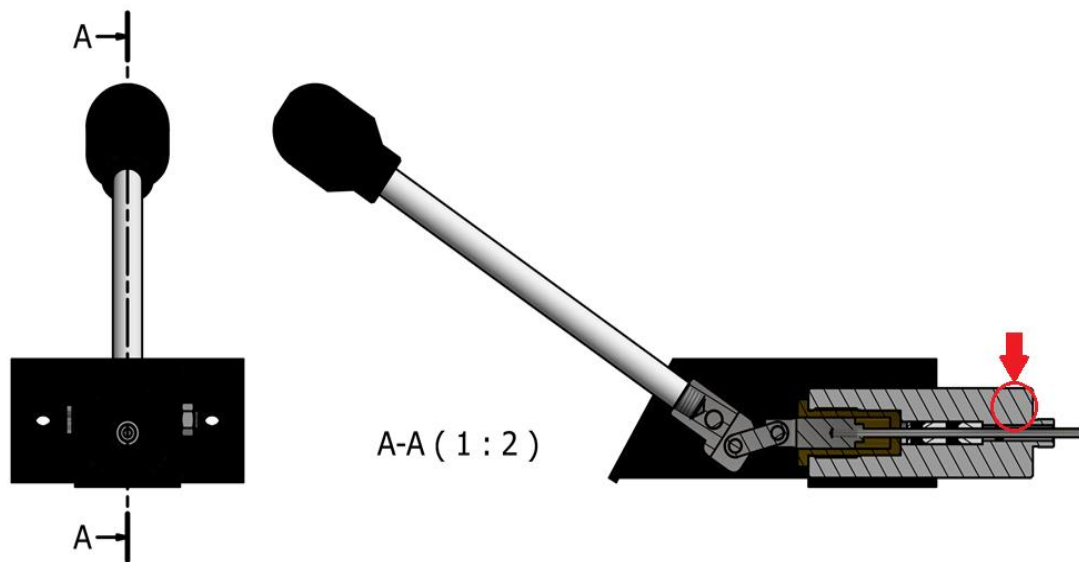


Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 2-9. Bomba Neumática-Hidráulica

Para que no sea tedioso y repetitivo el tema del cálculo del espesor mínimo de la pared, se mencionará solo el resultado del método anteriormente utilizado.

Por otra parte, otro componente a fabricar es la válvula 2/2 o accionador del equipo, el cual posee una cavidad donde reguardamos sus dimensiones.



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 2-10. Accionador (Válvula 2/2).

Tabla 2-7. Datos del material a utilizar para el accionador.

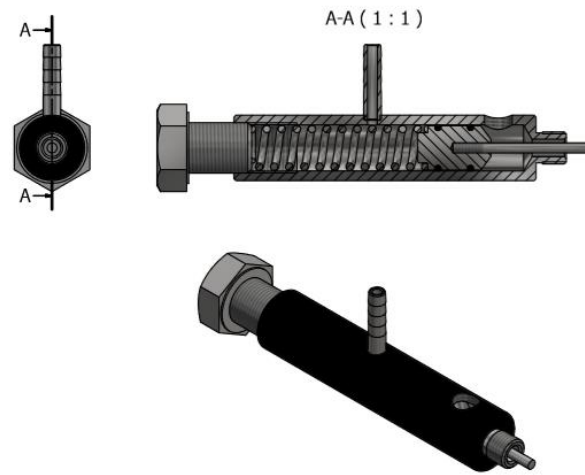
Nombre técnico	SAE 1045
Esfuerzo a la tracción (fluencia)	392 (Mpa)
Esfuerzo a la tracción (ruptura)	618-716 (Mpa)

Fuente: http://www.acerosotero.cl/acero_carbono_sae_1045.html

En el caso del equipo de referencia la dimensión de la pared de este es de 16.5 [mm], siendo mucho mayor que la arrojada por el cálculo, la cual respectivamente es de 2,22[mm].

En el caso de la válvula limitadora de presión, debido que, en el equipo de referencia, si esta presentaba algún desperfecto, influía en el manómetro filtrando el líquido por el frente causando la avería del mismo, a causa de esto, se fabricara una válvula la cual posea

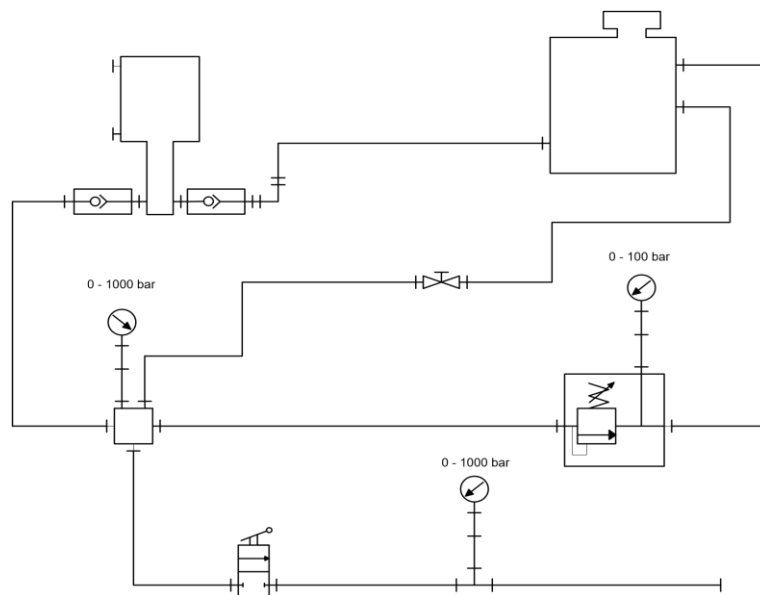
una descarga directa al estanque. Si el funcionamiento interno de esta válvula presenta alguna falla, el líquido se dirija al estanque evitando algún daño mayor al manómetro.



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 2-11. Válvula Limitadora de Presión.

La forma final del circuito hidráulico será la siguiente:



Fuente: Autores propios apoyados en AutoCAD.

Figura 2-12. Circuito Hidráulico de la unidad a fabricar.

Continuando con la sección Hidráulica, se presentan todos los elementos que se encuentran dentro del mercado:

Tabla 2-8. Componentes de la sección Hidráulica presentes en el mercado.

Componente	Cantidad
Macho espiga conex. ¼ NPT	2
Hembra espiga conex. ¼ NPT	1
Codo 90° macho/macho conex. ¼ NPT	1
Válvula de retención check (tipo cono) conex. ¼ NPT	4
Unión macho/macho conex. ¼ NPT	4
UMA 6 x conex. ¼ NPT	16
Válvula de aguja conex. ¼ NPT	1
Manómetro 100 [mm] de 0 [psi] a 15000 [psi] (0 [Mpa] a 100 [Mpa]) conex. ½ NPT	2
Tee hembra conex. ¼ NPT	1
Manguera hidráulica 04R1T ¼	2 [m]
Tubo Hidráulico 6 [mm]	2 [m]
Manómetro 100 [mm] de 0 [psi] a 1500 [psi] (0 [Mpa] a 10 [Mpa]) conex. ½ NPT	1


Fuente: Catálogos Vignola, Flexibles Covarrubias y Utecsa.

CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN, ARMADO Y PUESTA EN MARCHA DE LA
UNIDAD DE PRUEBAS

3. EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA FABRICACIÓN


Se presentan los equipos utilizados para la fabricación de los componentes de la unidad de pruebas:

Tabla 3-1. Equipos utilizados en la fabricación (Torno).

Equipo	Características	
Torno Graziano Tortona SAG 14	RPM máx.	RPM min.
	1500	40
	Avance máx. [mm/rev]	Avance min. [mm/rev]
	0,30	0,0195
	Distancia entre Centros [m]	
	1,5	


Fuente: <https://www.machinio.com/listings/21091035-centre-lathe-graziano-sag-14-in-dagmersellen-switzerland>

Tabla 3-2. Equipos utilizados en la fabricación (Fresadora).

Equipo	Características	
	Velocidad del Husillo máx.[RPM]	Velocidad del Husillo min. [RPM]
	1750	115
	Avance máx. [mm/min]	Avance min. [mm/min]
	720	24
	Dimensiones de la mesa [mm]	
800 x 240		

Fuente: <http://www.comercialip.cl/index.php/es/productos/maquinarias-metalmeccanica/fresadoras/item/28-toptech-mt50>

Tabla 3-3. Equipos utilizados en la fabricación (Taladro).

Equipo	Características	
Taladro Fresador WMT ZAY7045FG	Velocidad del Husillo máx.[RPM]	Velocidad del Husillo min. [RPM]
	1250	80
	Carrera de la mesa (adelante y atrás) [mm]	Carrera de la mesa (Derecha e Izquierda) [mm]
	175	500-400
	Dimensiones de la mesa [mm]	
	800 x 240	

Fuente: <http://www.comercialip.cl/index.php/es/productos/maquinarias-metalmeccanica/fresadoras/item/36-fresadora-wmt-zay7045fg>

Tabla 3-4. Equipos utilizados en la fabricación (Taladro).

Equipo	Características	
Soldadora ArcTig 160 HF Indura	Rango de corriente de Soldadura máx. (A)	Rango de corriente de Soldadura min. (A)
	160	20
	Tensión de trabajo (V)	
	26,4	
	Tensión en vacío (V)	
	78	
	Tensión de suministro (V)	
220		

Fuente: Catalogo de equipos indura.

3.1. FABRICACIÓN DE LA UNIDAD DE PRUEBAS

Como aclaración, debido a la importante cantidad de secciones (cambios de diámetros, perforaciones externas e internas, entre otros), solo se mencionarán los parámetros de mayor relevancia en la fabricación dependiendo de las condiciones y seguridad de los operadores.

También cabe mencionar, que los cálculos relacionados con los parámetros del mecanizado fueron realizados con una aplicación de teléfono móvil con el fin de agilizar la fabricación.

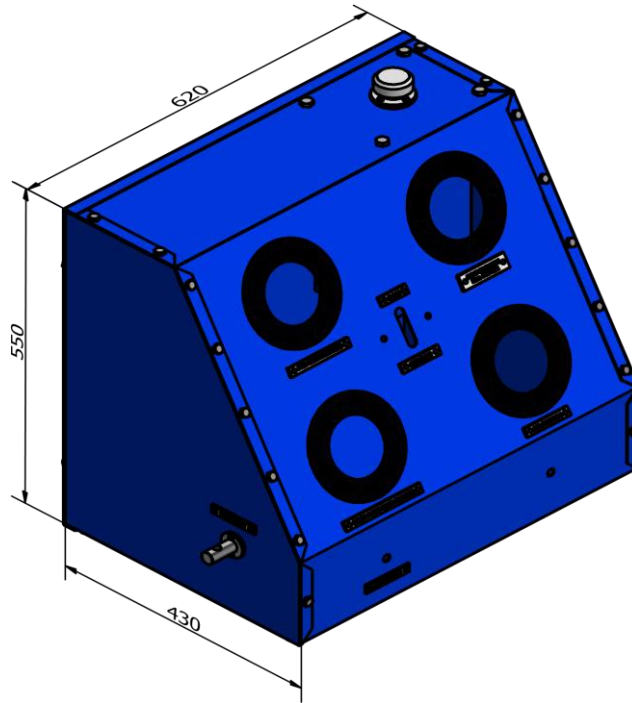


Fuente: <https://play.google.com/store/apps/details?id=taciotsoftware.com.calculosdatornearia>

Figura 3-1. Aplicaciones utilizadas para los cálculos de los parámetros.

A continuación, se presentan todo lo pertinente a la fabricación de los componentes y cuerpo de la unidad de prueba.

3.1.1. Cuerpo de la Unidad



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 3-2. Cuerpo de la unidad de pruebas.

3.1.1.1. Material utilizado en la fabricación

Para la fabricación del cuerpo se utilizaron los siguientes materiales:

Tabla 3-5. Material utilizado en la fabricación del cuerpo de la unidad.

Material	Dimensiones
Plancha de acero laminada en caliente calidad A-36	1 x 3 x 2 [m]
Acero SAE 1045	Barra $\varnothing 45$ x 150 [mm] Barra hexagonal 19 x 180 [mm]
Technyl	Barra $\varnothing 60$ x 100 [mm]

Fuente: Autores propios apoyados con dimensiones del equipo de referencia.

3.1.1.2. Armado del cuerpo

Comenzado con la fabricación del cuerpo y estanque de la unidad, el trazado dentro de la plancha de acero y posterior corte de los elementos que los componen.

Los cortes fueron efectuados a mano ayudados con un esmeril angular con su respectivo disco de corte y equipo de seguridad personal (EPP).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-3. Planchas dimensionadas del cuerpo de la unidad.

Posterior a los cortes, las planchas dimensionadas fueron plegadas para luego realizar una presentación de todas las partes que componen el cuerpo.

Por otra parte, luego del plegado del cuerpo y estanque, se comenzó la soldadura del estanque. La soldadura fue realizada con la maquina indura ArcTig 160 HF, con un electrodo 7018 de 3/32" (2,4 [mm]) entre 60 y 70 [A] y utilizando el método de punteo.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-4. Estanque de la unidad de pruebas.

Terminada la soldadura, se comenzó el marcaje y perforado de las planchas plegadas para luego ser apernadas (20 pernos con sus respectivas tuercas M8x16).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-5. Cuerpo de la unidad de pruebas apernado.

Después de la correcta realización de las perforaciones y presentación del cuerpo armado, este fue desmontado para su Pintado y armado final.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-6. Cuerpo de la unidad de pruebas luego del perforado, apernado y pintado.

Se realizaron 4 discos, los cuales van montados sobre el cuerpo de la unidades, que cumplen la función de fijar los manómetros en el cuerpo.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-7. Discos de montaje para los manómetros.

Para la entrada del estanque de la unidad, esta fue torneada bajo los siguientes parámetros de mecanizado:

Tabla 3-6. Parámetro del mecanizado de la entrada del estanque (Technyl).

Parámetro	Valor
Profundidad de corte (desbaste) [mm]	2,5
Profundidad de corte (afino) [mm]	0,5
Velocidad de corte [m/min]	150
Avance desbaste (mm/rev)	0,125
Avance Afino [mm/rev]	0,05
RPM (desbaste y afino)	800
RPM del roscado	150
Profundad de corte al roscar [mm]	0,2

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación apoyados con aplicación de teléfono móvil.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-8. Entrada para el estanque de la unidad de pruebas.

Para el mecanizado de las piezas de acero SAE 1045, se utilizó una herramienta de corte de carburo metálico (inserto) de la marca Stellram, con radio de punta 0,8 [mm] y 0,4 [mm] y una velocidad de corte de 100 [m/min] (TNMG160408E-4t). También se utilizaron herramientas de acero rápido HSS (parámetros obtenidos de LARBURU, Nicolás. Maquinas Prontuario. 13^a ed. Madrid: Paraninfo, 2005).

Para el mecanizado de las conexiones de entrada/salida y las conexiones de espiga del estanque se utilizaron los siguientes parámetros:

Tabla 3-7. Parámetros utilizados para el mecanizado del Acero SAE 1045.

Parámetro	Valor
Profundidad de corte (desbaste) [mm]	1
Profundidad de corte (afino) [mm]	0,5
Velocidad de corte [m/min]	100
Avance desbaste (mm/rev)	0,125
Avance Afino [mm/rev]	0,05
RPM (desbaste y afino)	800
RPM del roscado	80
Profundidad de corte al roscar [mm]	0,2

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación apoyados con aplicación de teléfono móvil.

Se fabricaron de la barra hexagonal 3 conexiones tipo espiga para el estanque.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-9. Conexiones de espiga para el estanque de la unidad de pruebas.

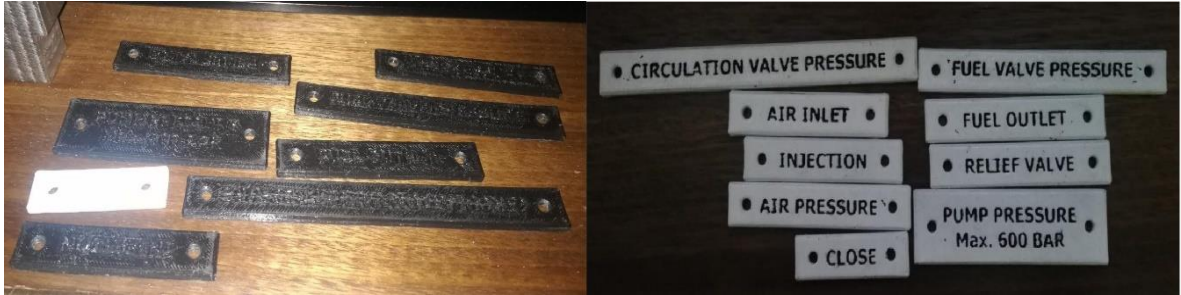
Con la barra de acero $\varnothing 45$ [mm], se fabricaron las conexiones de entrada y salida (aire y petróleo) correspondientes al cuerpo de la unidad.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-10. Conexiones de entrada y salida del cuerpo de la unidad.

Por otra parte, para identificar las partes del equipo (*AIR INLET*, *FUEL OUT*, entre otros) se hicieron placas de identificación en impresión 3d con plástico PLA.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-11. Placas de identificación del cuerpo de la unidad.

3.1.1.3. Tiempo utilizado en la fabricación.

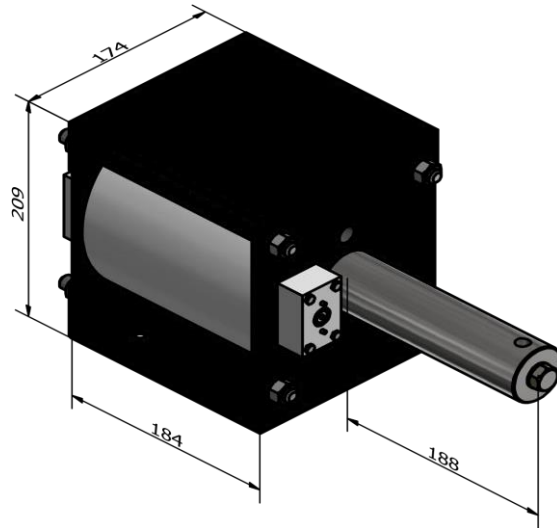
Se presenta el tiempo empleado para fabricar los componentes de cuerpo de la unidad:

Tabla 3-8. Acción realizada para la fabricación y tiempo utilizado en el cuerpo de la unidad.

Acciones	Tiempo [h]
Trazado y corte del cuerpo de la unidad	2
Plegado de las partes del cuerpo	1
Soldadura del estanque y limpieza	2
Perforado apernado y pintado del cuerpo	5
Impresión y pintado de las placas de identificación	6
Conexiones de entrada y salida	6
Conexiones del estanque	2
Discos de montaje de los manómetros	2
Total	26

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

3.1.2. Bomba neumática-hidráulica



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 3-12. Bomba Neumatica-Hidraulica.

3.1.2.1. Material utilizado en la fabricación.

Para la fabricación de la bomba Neumatica-Hidraulica se utilizaron los siguientes materiales:

Tabla 3-9. Materiales utilizados en la fabricación de la bomba neumática-hidráulica.

Material	Dimensiones
Plancha de acero calidad A-36	180 x 180 x 18 [mm]
Acero SAE 1045	Barra Ø45 x 150 [mm] Barra hexagonal 19 x 100 [mm] Barra Ø63 x 210 [mm]
Acero SAE 1020	Barra Ø50 x 250 [mm]
Technyl	Bocina Ø180 x 120 x 200 [mm] Barra Ø50 x 125 [mm] Plancha 160 x 160 x 20 [mm]
Bronce laminado	Barra Ø12 x 100 [mm]
Barra Cromada	Barra Ø14 x 1000 [mm]

Fuente: Autores propios apoyados con dimensiones del equipo de referencia.

3.1.2.2. Armado de la bomba Neumática –hidráulica.

Los parámetros de mecanizados a continuación son aquellos que dieron buen resultado en el proceso (buen acabado y seguridad en el operador).

Tabla 3-10. Parámetros para el mecanizado de la plancha A-36 y acero SAE 1020.

Material		Plancha de acero calidad A-36 y Acero SAE 1020				
Torneado			Fresado			
Profundidad de corte (desbaste) [mm]		1		Profundidad de pasada (desbaste)[mm]	2	
Profundidad de corte (afino) [mm]		0,2		Profundidad de pasada (Afino)[mm]	0,5	
Velocidad de corte [m/min]		100 (inserto)	25 (HSS)	Velocidad de corte [m/min]	100	
Avance desbaste (mm/rev)		0,125		Avance de la mesa desbaste (mm/min)	100	
Avance Afino [mm/rev]		0,0225		Avance de la mesa Afino [mm/min]	24	
RPM	Desbaste	280	200	RPM	Desbaste	230
	Afino	400	280		Afino	360
RPM del roscado		150				
Profundad de corte al roscar [mm]		0,2				

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación apoyados con aplicación de teléfono móvil.

Tabla 3-11. Parámetros para el mecanizado del Technyl y bronce.

Material		Technyl y bronce				
		Torneado		Fresado		
Profundidad de corte (desbaste) [mm]		2,5		Profundidad de pasada (desbaste)[mm]	3	
Profundidad de corte (afino) [mm]		1		Profundidad de pasada (Afino)[mm]	0,5	
Velocidad de corte [m/min]		150		Velocidad de corte [m/min]	180	
Avance desbaste (mm/rev)		0,125		Avance de la mesa desbaste (mm/min)	185	
Avance Afino [mm/rev]		0,05		Avance de la mesa Afino [mm/min]	65	
RPM	Desbaste	280		RPM	Desbaste	580
	Afino	400			Afino	720

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación apoyados con aplicación de teléfono móvil.

Tabla 3-12. Parámetros para el mecanizado del acero SAE 1045.

Acero SAE 1045	
Parámetro	Valor
Profundidad de corte (desbaste) [mm]	1
Profundidad de corte (afino) [mm]	0,5
Velocidad de corte [m/min]	100
Avance desbaste (mm/rev)	0,125
Avance Afino [mm/rev]	0,05
RPM (desbaste y afino)	800
RPM del roscado	80
Profundad de corte al roscar [mm]	0,2

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación apoyados con aplicación de teléfono móvil.

Comenzando con la fabricación de la bocina o cilindro de la bomba N-H, la cual tiene dimensiones comerciales de 180 x 120 [mm], se inicia con el torneado interno de la bocina (montaje en plato autocentrante de 3 perros) dando como dimensión final un diámetro de 150 [mm].

Para finalizar, se torneo el exterior de la bocina (apoyados con la contrapunta para mayor seguridad) llevando el diámetro a la dimensión de 174 [mm] y posteriormente tronzando el material a un largo de 169 [mm] (las caras laterales fueron refrentadas).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-13. Cilindro de la bomba N-H.

Posterior a la fabricación de la bocina o cilindro, se comenzó el trabajo de las tapas de la bomba. Las cuales fueron fresadas a las dimensiones de 174 x 174 [mm] (con todo lo que conlleva su montaje y alineación).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-14. Tapas de la bomba N-H en proceso de fresado.

Luego del fresado se realizó el montaje de las placas en el torno, seguido con una refrentada al total de la pieza para luego cilindrar el alojamiento de la bocina en las tapas (sus dimensiones son de un diámetro de 149,5 x 8 [mm]).

Bajo la referencia del catálogo *PARKER* de O-ring, se realizó el alojamiento para el O-ring de 3 [mm].

En el caso de la tapa donde se aloja l cuerpo de la bomba, se realiza una perforación en su centro donde el diámetro final es de 43 [mm] (donde realiza el contacto el O-ring del cuerpo) y otro diámetro mayor de 62 x 8 [mm] el que será el alojamiento de la tuerca de la bomba.

Al terminar el proceso de torneado se realizaron las perforaciones donde se alojarán los tensores y las respectivas conexiones de entradas de aire (3/4 NPT).



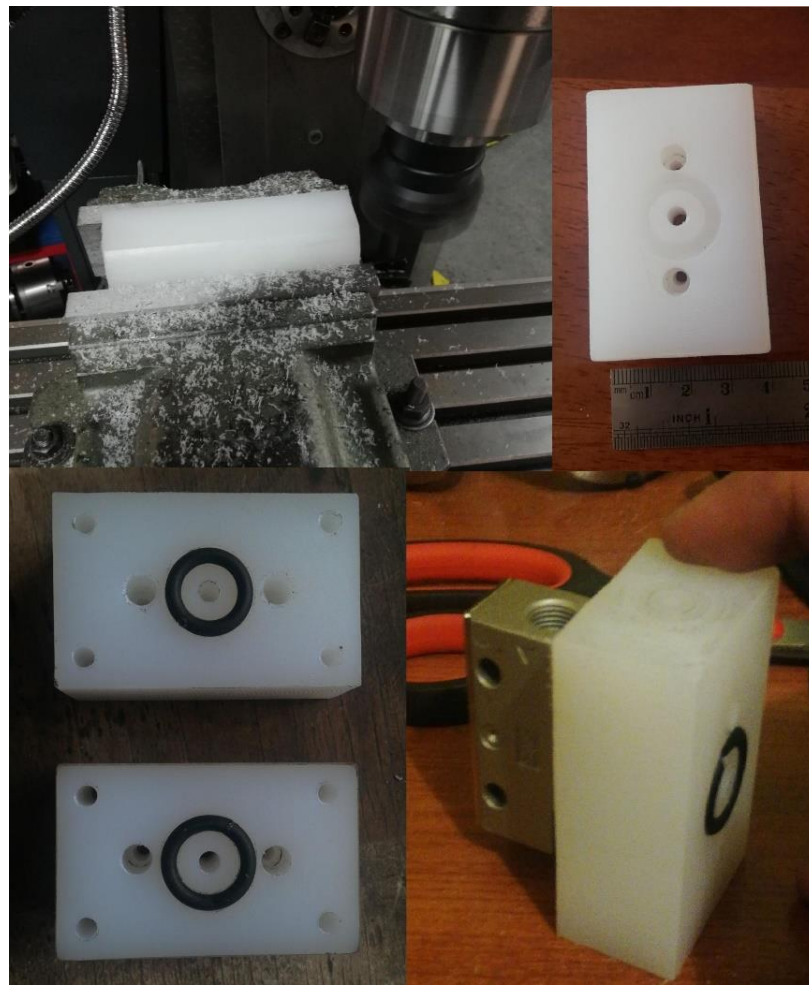
Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-15. Proceso de fabricación de las tapas de la bomba N-H.

Por otra parte, en el material de Technyl, se realizaron los cuerpos del sistema limitador de carrera. Estos fueron fresados a las dimensiones de 25 x 38 x 60 [mm].

Se montaron en el torno, donde se realizaron las perforaciones donde desliza el eje accionador y los correspondientes alojamientos de los O-ring.

Estos se realizaron en este material debido a que, si la válvula limitadora presenta algún desperfecto y no se encuentre el mismo modelo, el soporte sea modificado a la nueva válvula a utilizar.

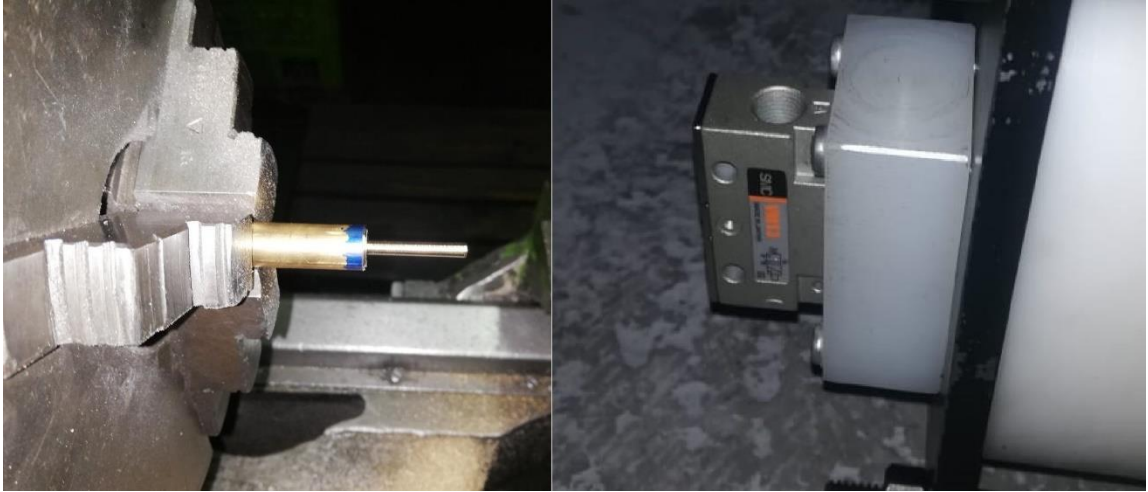


Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-16. Cuerpo del limitador

Se fabricaron los ejes del sistema accionador de bronce, de un largo de 43,3 [mm] y un diámetro mayor de 8 [mm].

Terminado estos, se procedieron montar en las tapas de la bomba N-H (montaje realizado con cuatro pernos hexagonales M4 x 30 [mm]).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-17. Sistema limitador de carrera del émbolo de la bomba.

El cuerpo de la bomba fue fabricado en acero SAE 1020, comenzado con montaje y centrado del material en el torno, donde se realizó un refrentada y una perforación en el centro del material en todo su largo.

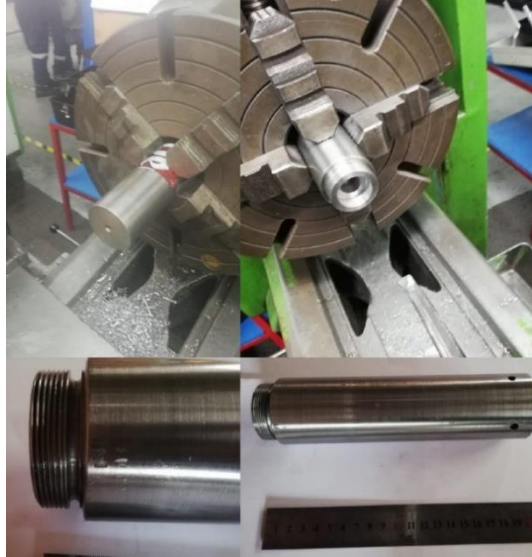
En un montaje entre centros, se llevó el material a un diámetro exterior de 49 [mm].

Luego se comenzó el trabajo del escalonado internó del cilindro, terminando con la realización de la rosca interna M20 x 1,5.

En el exterior del cilindro se realizó el cilindrado de la sección donde se encuentra el alojamiento del O-ring y la rosca M42 x 1,5.

Al terminar la pieza, al extremo contrario del escalonado, se realiza un roscado con un macho M16 x 1,5 correspondiente al tapón de la bomba.

Finalizando el cuerpo de la bomba, se realizaron dos perforaciones a 90° respectivamente para realizar el roscado utilizado para las conexiones hidráulicas (conector macho/macho de ¼ NPT).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-18. Cuerpo de la bomba.

Con el restante del material empleado para la bomba, se realizó el prisionero de la bomba, el cual es correspondiente a la rosca interior de la bomba (M30 x 1).

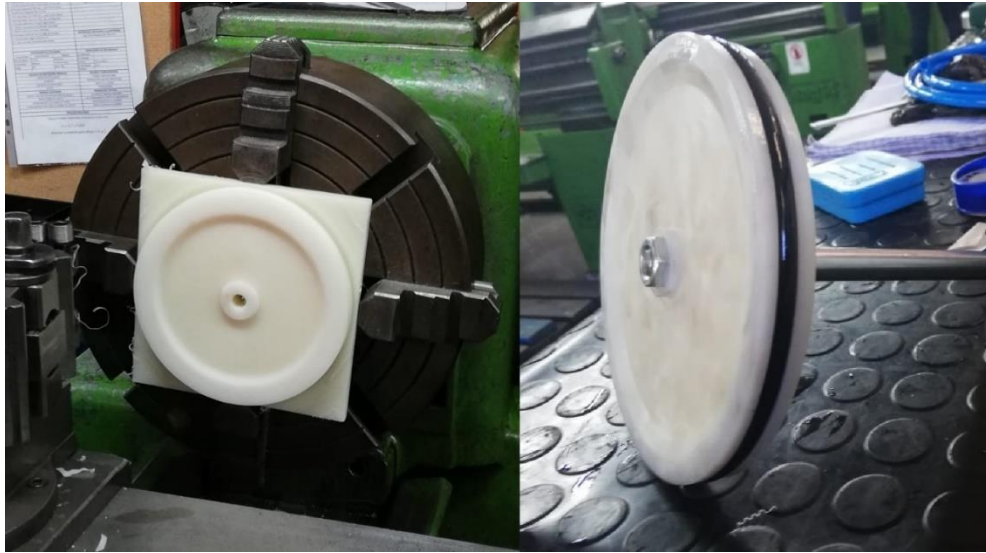
Para el cuerpo de la bomba, se realizó una tuerca de diámetro 60 [mm] y un espesor de 7,5 [mm]. Esta posee un roscado M42 x 1,5.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-19. Tuerca de la bomba y prisionero de la bomba.

El émbolo fue realizado en la placa de Technyl de 160 x 160 x 20 [mm], la cual fue torneada a un diámetro exterior de 149 [mm] y a un espesor de 16 [mm]. A esta se le realizó el alojamiento para un O-ring de 6,5 [mm].



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-20. Émbolo de la bomba N-H.

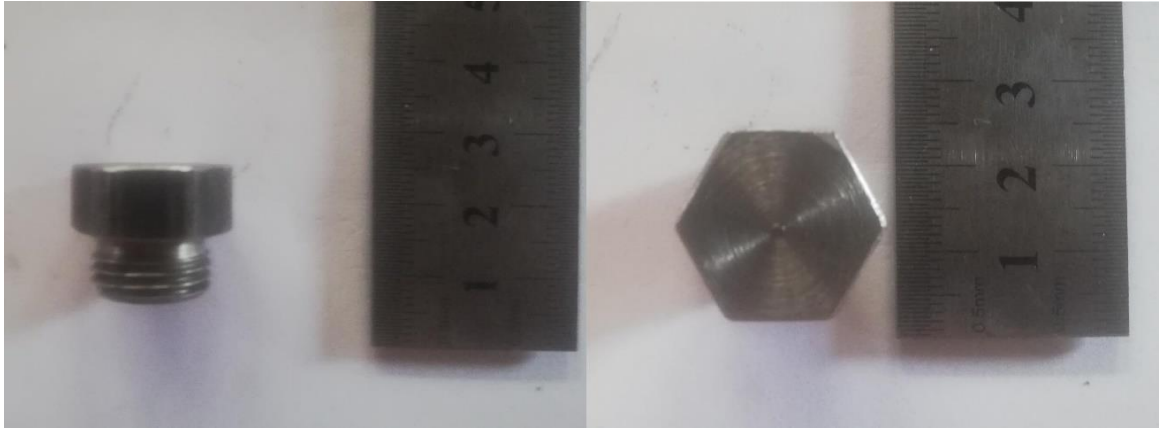
Los tensores fueron fabricados de Acero SAE 1045 los cuales se llevaron a una dimensión de 15 [mm] de diámetro por un largo de 226 [mm], con rosado M12 x 1,75 en ambos extremos con un largo de 31 [mm] (el material en bruto utilizado era de 16 [mm] de diámetro).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-21. Tensor de la bomba.

El tapón de la bomba, realizado en un hexagonal de 19 [mm], se cilindró el diámetro y posteriormente se rosco a las dimensiones M16 x 1.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-22. Tapón del cuerpo de la bomba.

El vástago cromado, fue cortado al largo de 206 [mm], donde en uno de sus extremos se realizó una rosca M10 x 1,5.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-23. Vástago de la bomba.

3.1.2.3. Tiempo utilizado en la fabricación.

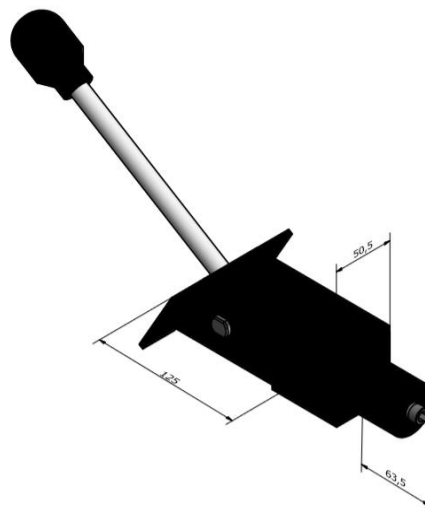
Se presenta el tiempo empleado para fabricar los componentes de la bomba N-H de la unidad:

Tabla 3-13. Acción realizada para la fabricación y tiempo utilizado en la bomba de la unidad.

Acciones	Tiempo [h]
Torneado de la bocina	3
Fabricación de las tapas de la bomba N-H	32
Fabricación sistema limitador (soporte y eje)	4
Fabricación Cuerpo de la bomba	9
Fabricación del prisionero	1
Fabricación de la tuerca de la bomba N-H	2
Fabricación del émbolo	4
Fabricación de los Tensores	4
Roscado del Vástago	1
Total	60

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

3.1.3. Válvula 2/2 o accionador



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 3-24. Válvula 2/2 o Accionador

3.1.3.1. Material utilizado en la fabricación.

Para la fabricación del accionador se utilizaron los siguientes materiales:

Tabla 3-14. Material utilizado en la fabricación del accionador de la unidad.

Material	Dimensiones
Acero SAE 1045	Pletina 40 x 12 x 10 [mm]
	Pletina 50 x 45 x 1500 [mm]
	Barra \varnothing 16 x 1000 [mm]
	Barra \varnothing 44 x 200 [mm]
Bronce	Barra \varnothing 38 x 80 [mm]
Acero plata	Barra \varnothing 4 x 1000 [mm]

Fuente: Autores propios apoyados con dimensiones del equipo de referencia.

3.1.3.2. Armado de la Válvula 2/2 o accionador

Los parámetros de torneado y fresado son los mismos que fueron mencionados en la sección anterior.

Se comenzó con la fabricación de la palanca del accionador, la que consta de una barra de Acero SAE 1045 de diámetro 14 [mm] y un largo de 200 [mm] y donde en uno de sus extremos posee una bola de plástico para poder sujetarla.



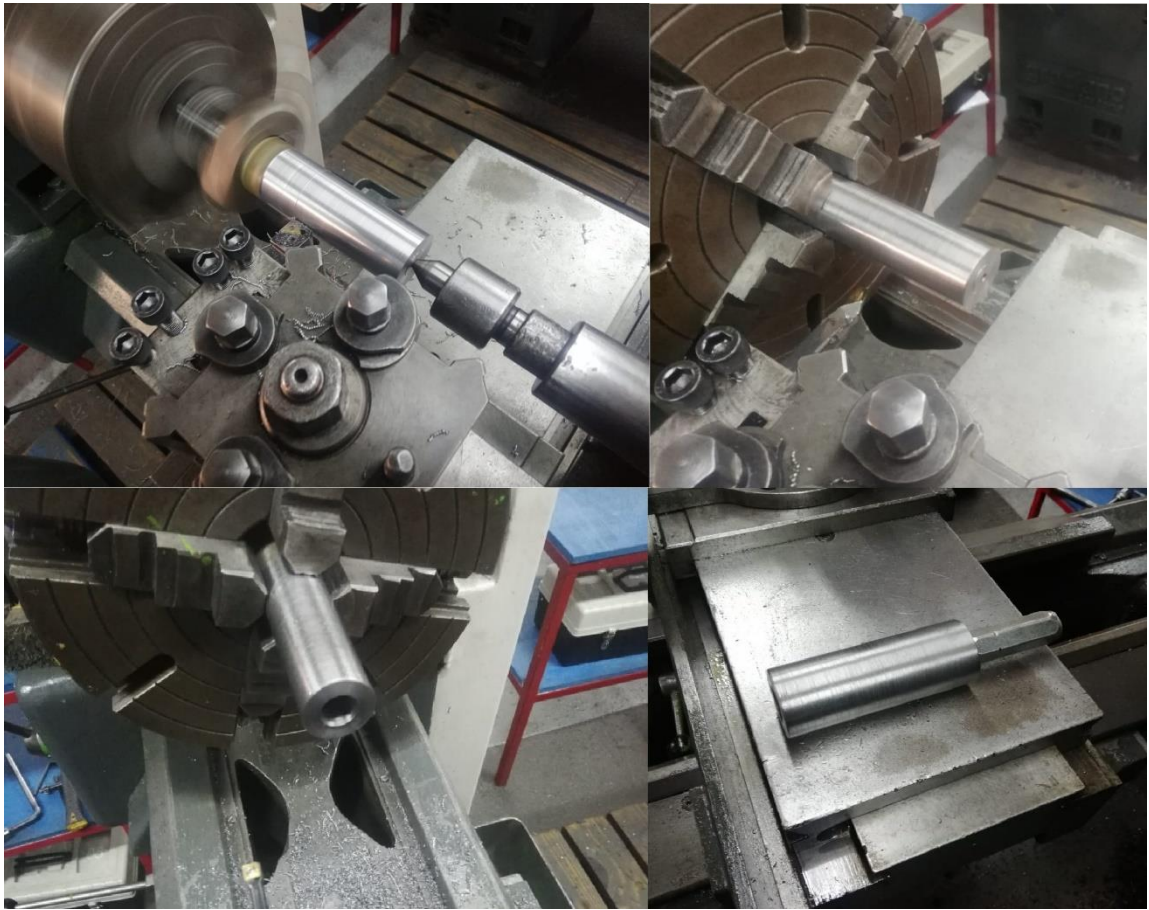
Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-25. Palanca del accionador.

El torneado de cuerpo comenzó con el montaje entre centros de la pieza, realizando un rebaje al diámetro hasta 40 [mm], donde luego, la pieza fue montada en el plato de 4 mordazas (con su respectivo centrado) y se realizó el trabajo de torneado en su interior.

Se realizó una perforación y un torneado de un diámetro de 16[mm] (alojamiento para los sellos), donde luego se incrementó a un diámetro de 20 [mm] y se finalizó con un roscado interior M22 x1,5.

Por el otro extremo del material se realizó una perforación de diámetro 7 [mm] y un roscado de 1/4 NPT (para la conexión de válvula check).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-26. Cuerpo del accionador.

El fresado del bloque accionador, comenzó con el dimensionado de la pieza de 25 x 42 x 20 [mm] (sobrante de la plancha A-36), realizándose una canal de 6 [mm] por una profundidad de 15 [mm] (donde se aloja la barra conectora) siendo terminada con las respectivas perforaciones para los pernos pivotes.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-27. Bloque del accionador.

Para el soporte del accionador, se cortó el material a las dimensiones deseadas (sobredimensionadas), las que luego fueron fresadas. Estas fueron soldadas con un electrodo 7018 de 3/32" (2,4 [mm]) entre 70 y 90 [A] y donde las piezas se posicionaron a tope entre ellas.

El soporte al finalizarlo posee unas dimensiones de 50,5 x 57 x 156 [mm].



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-28. Soporte del accionador.

El fresado de la barra conectora entre el bloque accionador y la guía de la aguja, la cual posee unas dimensiones finales de 31 x 10 x 6 [mm] (el material utilizado fue el mismo que para el soporte).

Al finalizarlos se procedió a presentar el sistema accionador (bloque accionador, pivotes y barra conectora).

La guía del vástago o aguja del accionador, consta de un roscado interno M4 x 0,7 de 15 [mm] de largo y en el otro extremo posee una ranura fresada de 6 [mm] por un largo de 12 [mm].



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-29. Sistema accionador.

Al tornearse el bronce, se realizaron los espaciadores y el tapón guía de la aguja, al cual se le realizó un fresado de un hexágono en uno de los extremos de 32 [mm].



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-30. Cuerpo y soporte del accionador.

3.1.3.3. Tiempo utilizado en la fabricación.

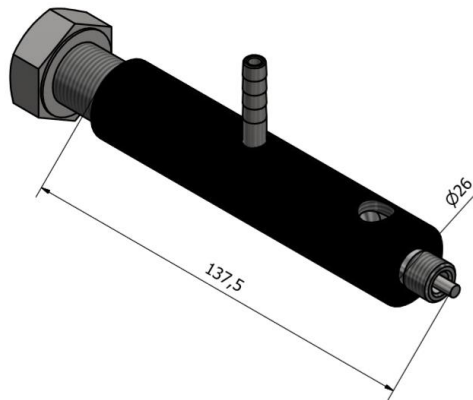
Se presenta el tiempo empleado para fabricar los componentes del accionador la unidad:

Tabla 3-15. Acción realizada para la fabricación y tiempo utilizado en el accionador la de unidad.

Acciones	Tiempo [h]
Torneado de la palanca del accionador	1
Torneado del cuerpo del accionador	6
Fresado del bloque accionador	5
Fresado de las placas y soldado del soporte del accionador	5
Fresado barra conectora	1
Torneado de pernos pivotes	3
Torneado de espaciadores de bronce	1
Torneado del tapón guía de la aguja	3
Torneado y fresado de la guía del vástago	4
Roscado de la aguja	0,25
Total	30

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

3.1.4. Válvula limitadora de presión.



Fuente: Autores propios apoyados en Autodesk Inventor.

Figura 3-31. Válvula limitadora de presión.

3.1.4.1. Material utilizado en la fabricación.

Para la fabricación del accionador se utilizaron los siguientes materiales:

Tabla 3-16. Material utilizado en la fabricación de la válvula limitadora de presión de la unidad.

Material	Dimensiones
Acero SAE 1045	Barra Ø28 x 200 [mm]

Fuente: Autores propios apoyados con dimensiones del equipo de referencia.

3.1.4.2. Armado de la Válvula limitadora de presión.

Los parámetros de torneado y fresado son los mismos que fueron mencionados en la sección anterior.

La fabricación de la válvula limitadora comenzó con el torneado del eje, el cual posee dos alojamientos para O-ring de 2,5 [mm] y un roscado M4 x 0,7 por un largo de 15 [mm] en el interior del eje, donde luego se rosco el vástago del limitador. Luego se realizó el torneado de la conexión de espiga (diámetro 7 x 25 [mm]).

Se finalizó la válvula con el torneado del cuerpo, realizando el vaciado y roscado interior, y las respectivas perforaciones para sus conexiones.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-32. Válvula limitadora de presión.

El cuerpo de la válvula limitadora se comenzó por una perforación de un diámetro 17 x 115 [mm], posterior a esto, se torneó el interior a un diámetro 18 [mm] (se trabajó la superficie con tela esmeril para mejorar el deslizamiento de los O-ring).

Al finalizar la parte interna, al extremo se le realizó un roscado M20 x 1,5, por un largo de 25 [mm].

Siguiendo con el torneado, al otro extremo se realizó un roscado de 1/4 NPT para montar la válvula check.

Se realizaron dos perforaciones, una de 4 [mm] de diámetro una pequeña guía sobre esta donde se aloja la espiga. La otra perforación correspondiente al diámetro para realizar un roscado de 1/4 NPT (diámetro interior de 11, 2 [mm]).

3.1.4.3. Tiempo utilizado en la fabricación.

Se presenta el tiempo empleado para fabricar los componentes de la válvula limitadora de presión:

Tabla 3-17. Acción realizada para la fabricación y tiempo utilizado para la válvula limitadora de presión.

Acciones	Tiempo [h]
Torneado de espiga y eje de la válvula	3
Torneado y perforado del cuerpo de la válvula	3
Total	6

Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

3.2. ARMADO DE LA UNIDAD DE PRUEBAS

En el caso del cuerpo de la unidad, luego del armado se presento el conjunto del estanque de 6 [l] en su interior.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-33. Conjunto estanque 6 [l].

Por otra parte se presento uno de los manómetros en el cuerpo del equipo.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-34. Manómetro alojado en el cuerpo del equipo.

Para finalizar el cuerpo se presento en el el accionador de la unidad.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.}

Figura 3-35. Cuerpo del equipo con el accionador montado.

En el caso de la bomba, al finalizar la fabricación, se realizó una presentación general de sus partes, donde posteriormente, se hizo un ensayo de presión, donde dentro del cilindro de ingreso una presión de 7 [bar] (0.7 [Mpa]), confirmando el buen sellado de los O-ring (tapas, cuerpo de la bomba, limitadores de carrera y embolo).



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-36. Bomba N-H con sus partes presentadas entre sí.

Al finalizar se armó la sección neumática de la bomba y se hizo funcionar.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-37. Bomba N-H finalizada con su sección neumática.

En el caso del accionador, al finalizar la fabricación, se realizó una presentación general de sus partes, donde posteriormente, se hizo un ensayo de presión, donde el accionador, resistiendo una presión de 600 [bar] (60 [Mpa]) la cual luego libero sin ningún problema.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-38. Partes del accionador

Luego de las pruebas, el accionador fue limpiado y pintado.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-39. Accionador terminado.

En el caso del limitador de presión, al finalizar la fabricación, se realizó una presentación general de sus partes, donde posteriormente se hizo un ensayo de presión.

El limitador en primeras instancias, no funciono, debido a que el resorte de su interior era demasiado rígido para la presión de cierre deseada (50 [bar] o 5 [Mpa]).

Luego de ensayos y errores, se llegó a que un resorte de 17 [mm] de diámetro exterior, 2 [mm] de diámetro de alambre, 70 [mm] de largo y 6 [mm] de paso.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-40. Válvula limitadora de presión en desarme.

Al finalizar los ensayos de presión, se limpió la válvula, para soldar la espiga al cuerpo (soldada con equipo oxiacetilénico y plata) terminando con el pintado de la válvula.



Fuente: Autores propios en el proceso de fabricación.

Figura 3-41. Limitador de presión terminado.

La puesta en marcha de la unidad, no fue realizada quedándose inconcluso el armado final y la implementación de este dentro de las labores de la maestranza. Esto fue debido a problemas de adquisición de repuestos por temas nacionales y prioridades dadas por la empresa.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Durante el transcurso de este trabajo, se abordaron diferentes temas como los inyectores, su funcionamiento y el equipo de pruebas.

El equipo de pruebas a fabricar, se basa en la necesidad de tener un equipo de respaldo para la empresa, la cual dio como objetivo, construir una nueva unidad con componentes de fácil adquisición en el mercado nacional.

Los objetivos específicos desarrollados en la identificación de componentes y características del equipo de referencia, dio la base para establecer los nuevos requerimientos (establecidos bajo la necesidad de la empresa), dando tanto componentes comerciales como componentes específicos (los fabricados).

Finalizando, se evaluó los objetivos propuestos para este trabajo y se concluye que fueron logrados con éxito, aunque, el equipo no fue finalizado (puesta en marcha en conjunto), la fabricación individual de los elementos no comerciales (bomba N-H, accionador, etcétera). Dieron resultados óptimos en sus pruebas.

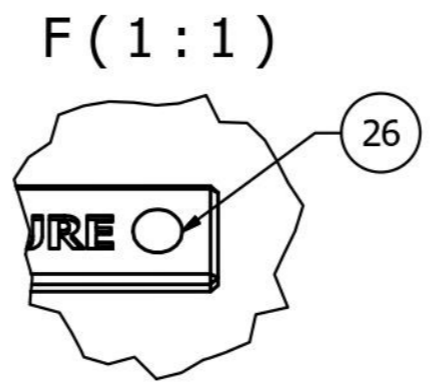
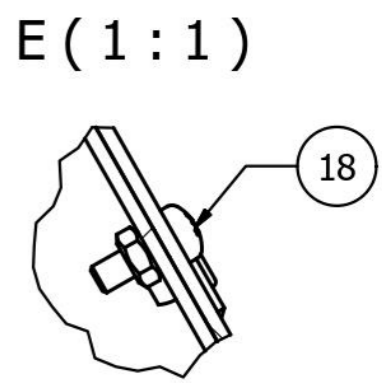
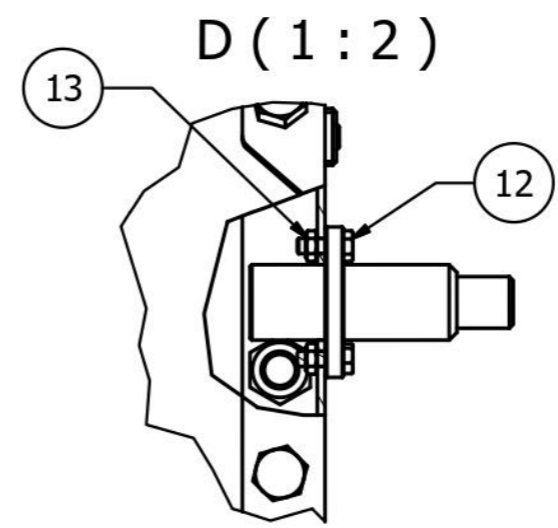
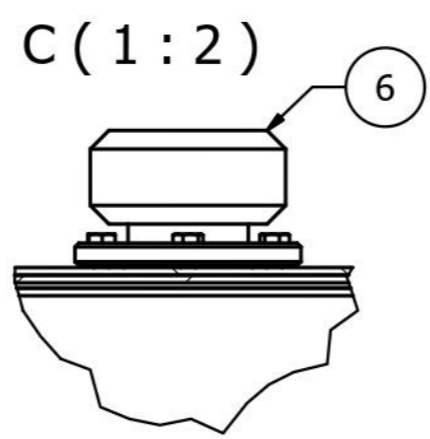
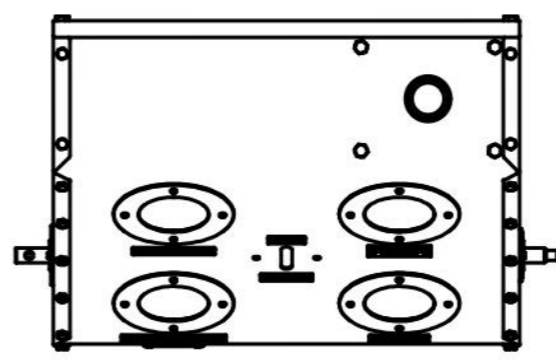
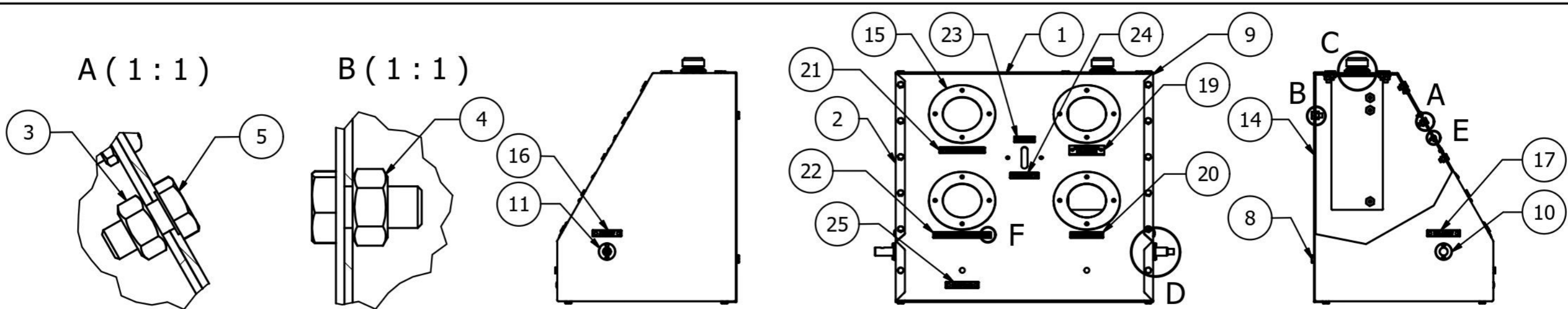
Como en el caso de la bomba, la cual levanto la presión deseada en los cálculos (3,5 [bar] (0,35 [Mpa]) de aire por 350 [bar] (35 [Mpa]) de petróleo).

El hecho que no se lograra la prueba en conjunto (el equipo finalizado) a la fecha, por temas de la empresa y actualidad del país, no limita que en un futuro se busque dar termino a la fabricación e implementación de este.

BIBLIOGRAFÍA

- RAE.ES Real Academia Española [en línea]< <http://dle.rae.es/?id=PwbtdE5>> [consulta: 8 de mayo 2018]]
- VIGNOLA. Vignola [en línea] < <http://www.vignola.cl/productos.html>> [consulta: 22 septiembre 2019].
- ATI Stellram. Turning Stellram Cutting Tool Products. USA: 2013.
- DANUS. Danus Conexiones. Santiago: Danus.
- LARBURU, Nicolás. Maquinas Prontuario.13ª ed. Madrid: Paraninfo,2005.
- MEGYESY, Eugene F. Manual de recipientes a presión. México: Limusa,1992.
- SARMIENTO, Pedro. Motores diésel funcionamiento y servicio. Valparaíso: ediciones universitarias de Valparaíso, 1979.
- SERRANO, Nicolás. Neumática Practica. Madrid: Paraninfo, 2009.
- PARKER Hanifin. O-Ring. Buenos Aires: Parker.

ANEXO A: PLANOS CUERPO DE LA UNIDAD

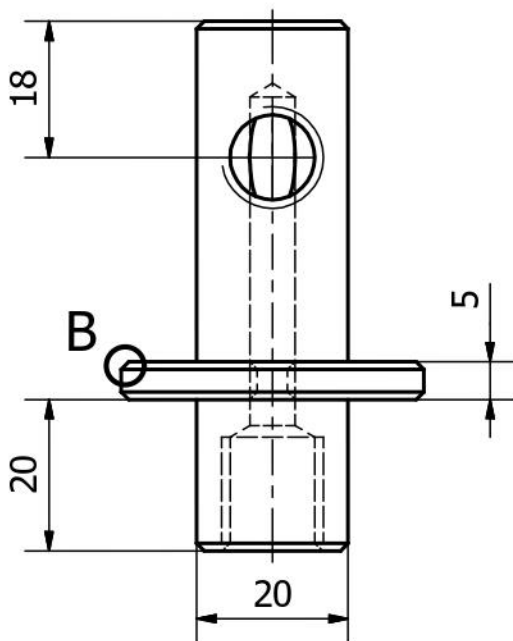
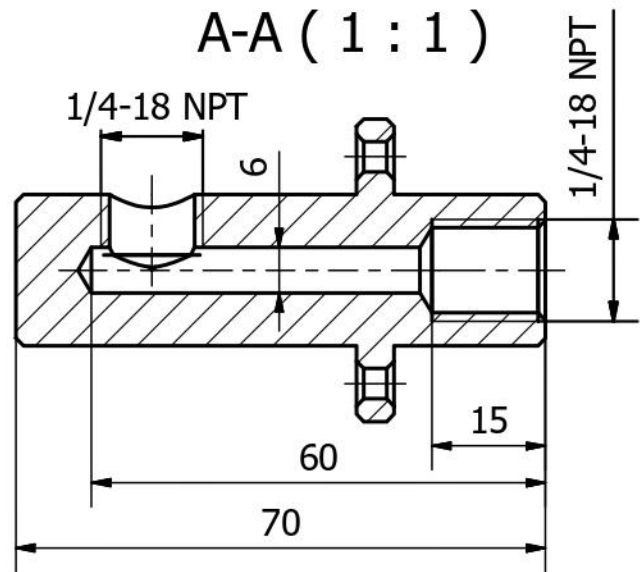
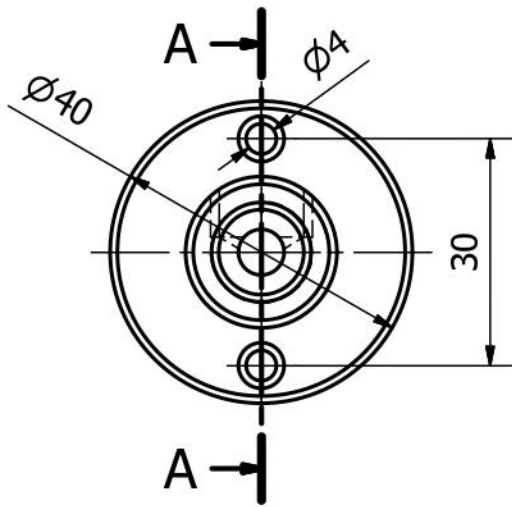


LISTA DE PIEZAS

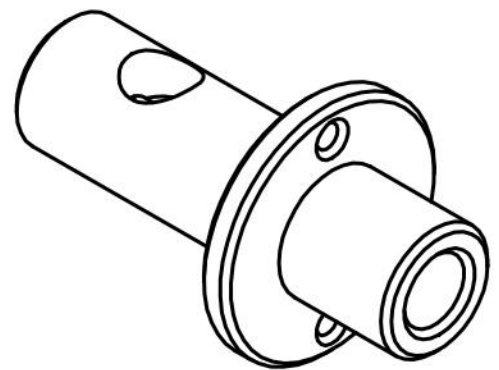
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Cuerpo
2	1	Tapa B
3	20	ISO 4032 - M8
4	8	ISO 4032 - M10
5	20	ISO 4017 - M8 x 16
6	1	Conjunto Entrada de Estanque
7	1	Conjunto Estanque 6 litros
8	8	ISO 4017 - M10 x 20
9	1	Tapa A
10	1	CONEX.SALIDA
11	1	CONEX.ENTRADA
12	4	ISO 4017 - M4 x 12
13	20	ISO 4032 - M4
14	1	Tapa del cuerpo
15	4	Disco de Sujeción de los Manómetros
16	1	AIR INLET
17	1	FUEL OUTLET
18	16	ISO 7045 - M4 x 12 - 4.8 - Z
19	1	PUMP PRESSURE Max. 600 BAR
20	1	AIR PRESSURE
21	1	FUEL VALVE PRESSURE
22	1	CIRCULATION VALVE PRESSURE
23	1	CLOSE
24	1	INJECTION
25	1	RELIEF VALVE
26	18	DIN 7337 - A3 x 8

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A3	mm	1 : 10	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA		UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA			HOJA	
		Cuerpo de la Unidad			1 de 11	


Torneado
N7

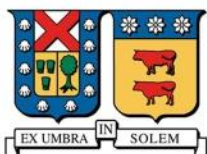


1 X 45°
B (2 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano plicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

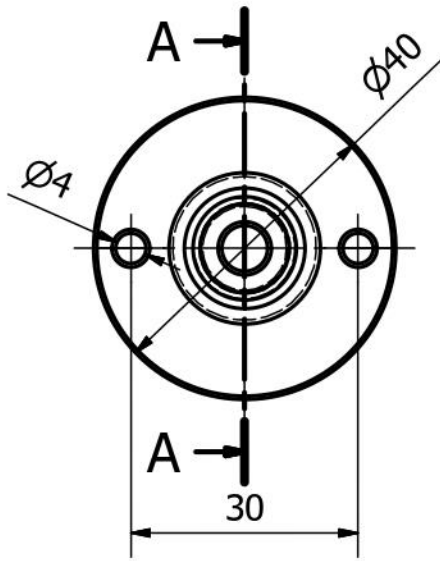
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Conexión Salida
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

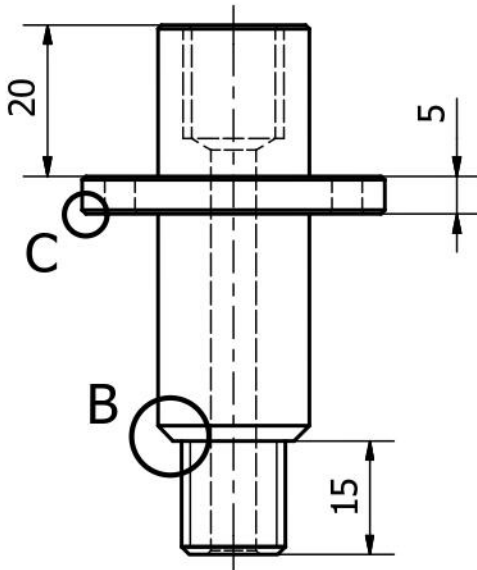
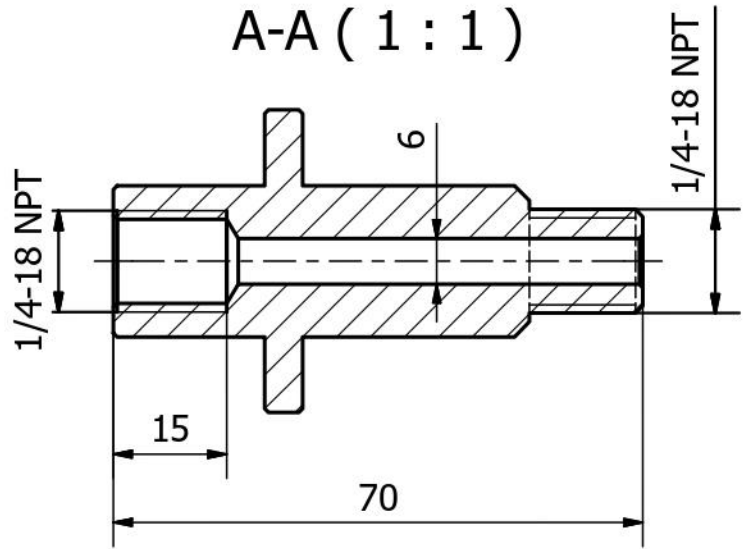
HOJA

2 de 11

Torneado
N7

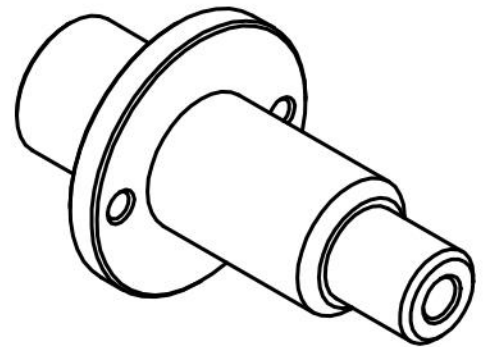
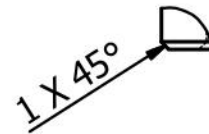
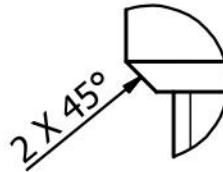


A-A (1:1)

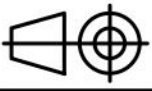


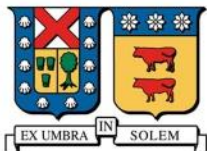
B (2:1)

C (2:1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano plicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1:1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Conexión Entrada
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

3 de 11

⊕ AIR INLET ⊕

⊕ AIR PRESSURE ⊕

⊕ CIRCULATION VALVE PRESSURE ⊕

⊕ CLOSE ⊕

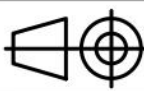
⊕ FUEL VALVE PRESSURE ⊕

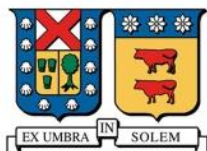
⊕ PUMP PRESSURE ⊕
Max. 600 BAR

⊕ INJECTION ⊕

⊕ RELIEF VALVE ⊕

⊕ FUEL OUTLET ⊕

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	ISO 5456-2
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

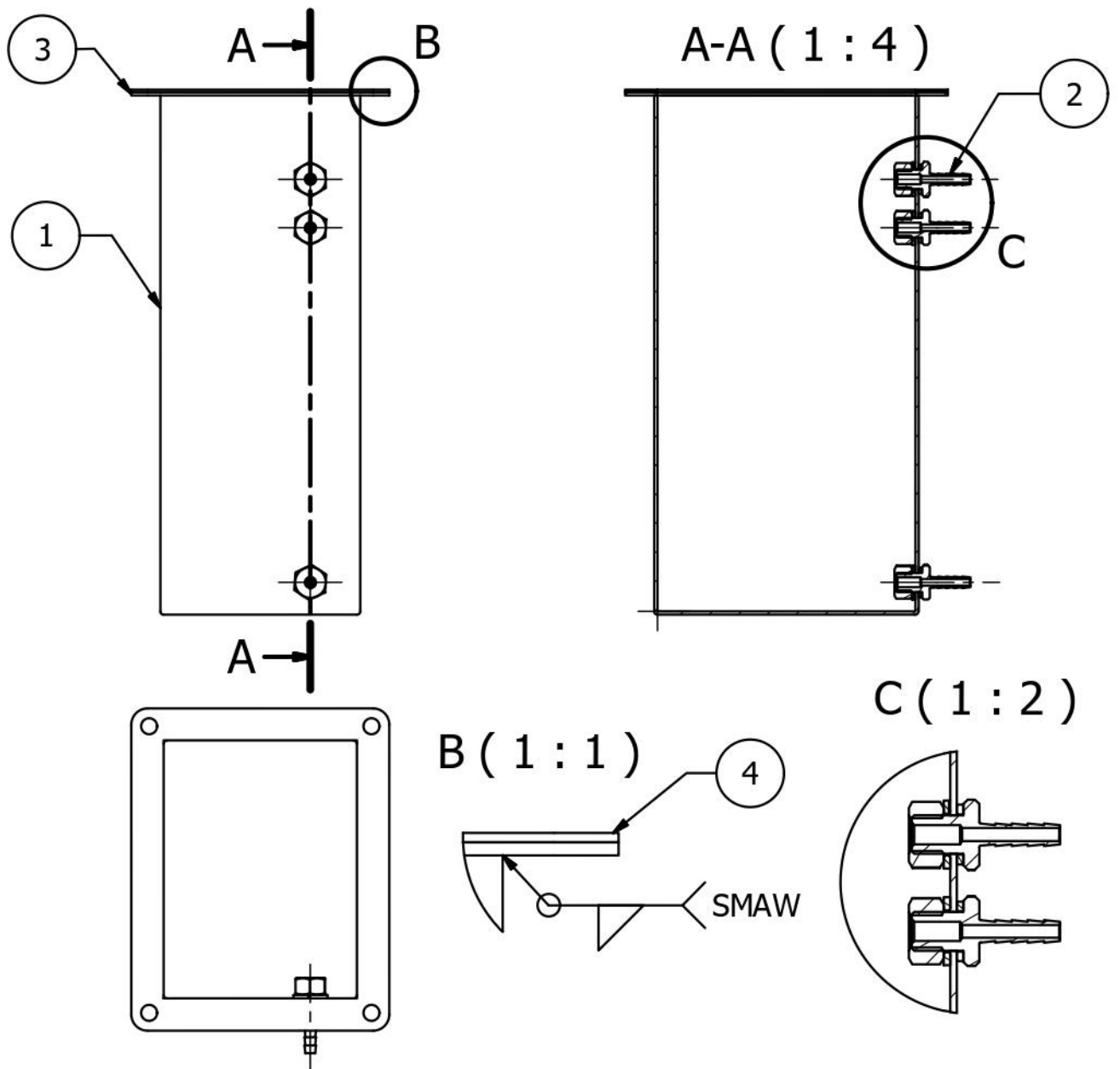
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Placas de identificación

Material: PLA

HOJA

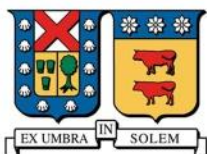
4 de 11



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Cuerpo del Estanque
2	3	Conjunto Conexión de entrada y salida del Estanque (DIN 128-A12/ISO 4032-M12/Sello de goma 12,5 x 2,5 mm)
3	1	Conexión del Estanque al Cuerpo del Equipo
4	1	Sello del Estanque

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 4	 ISO 5456-2
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



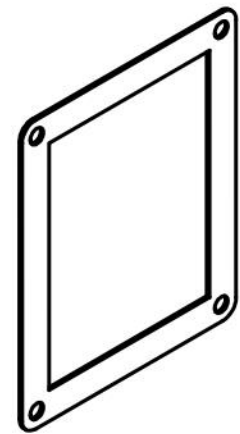
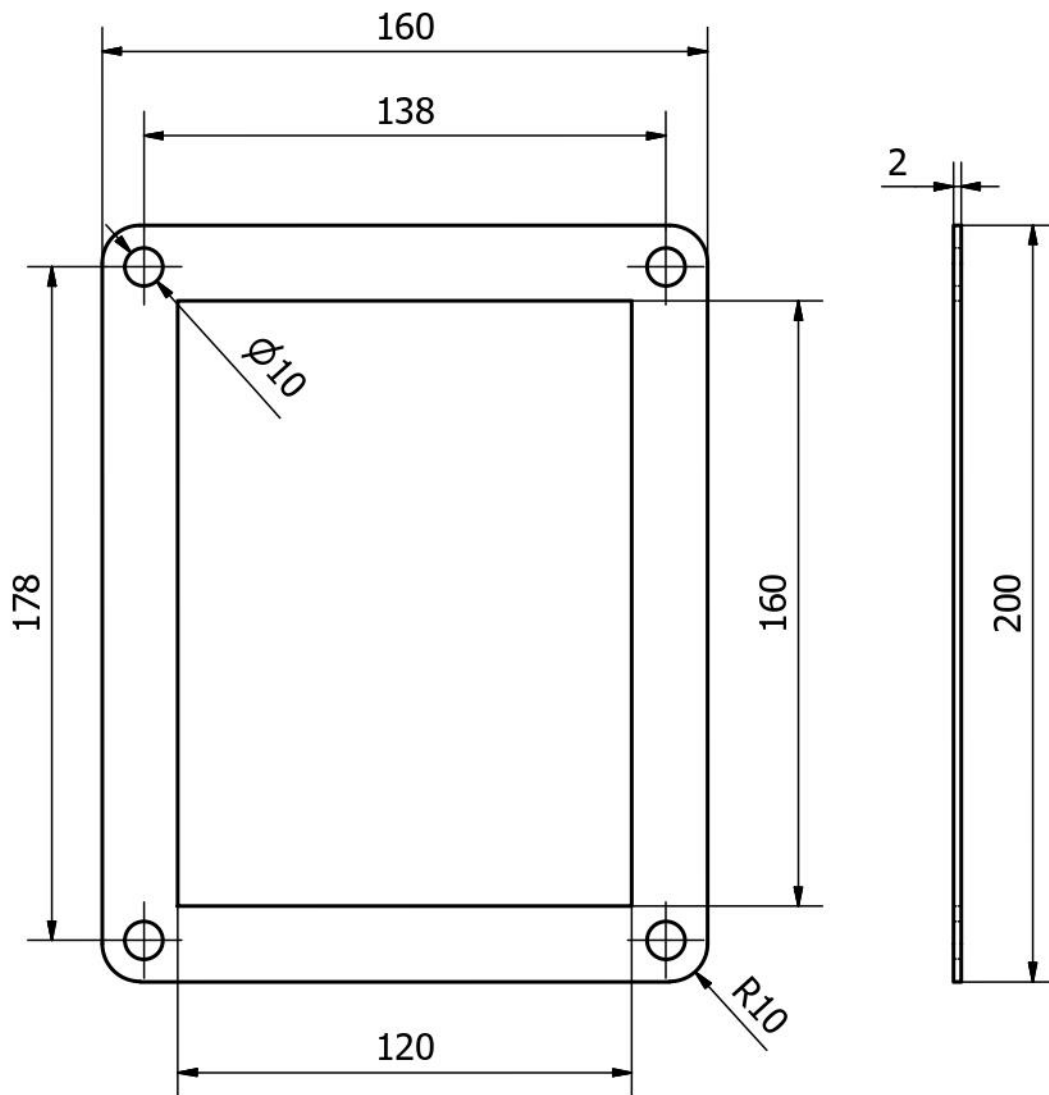
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

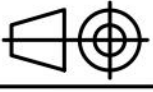
Estanque 6 litros

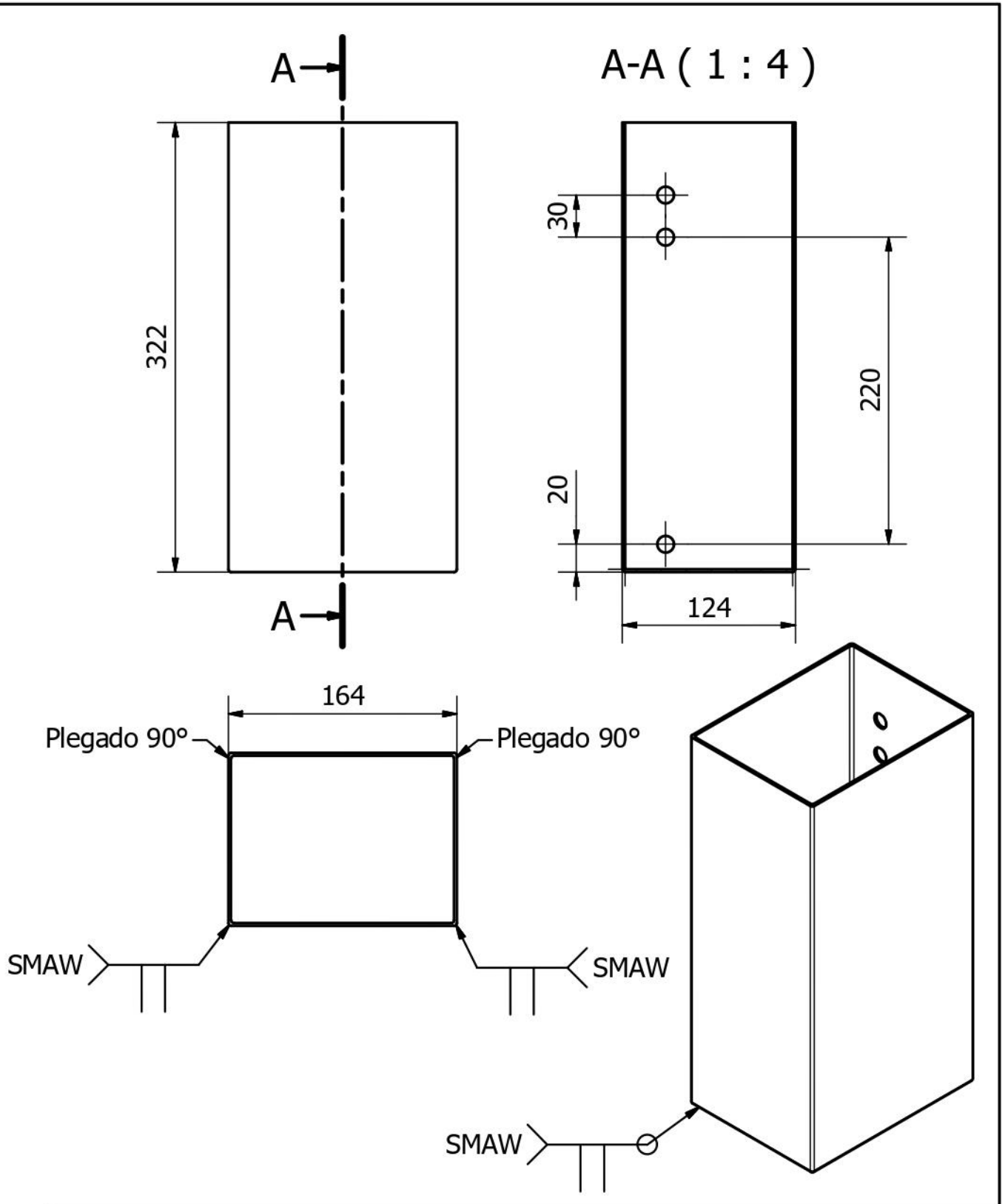
HOJA

5 de 11




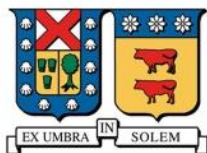
Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-m

Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-m						
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 2	ISO 5456-2
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA			UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA			
			Conexión del Estanque al Cuerpo del Equipo Material: Plancha de Acero 2 [mm]			



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-m

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 4	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



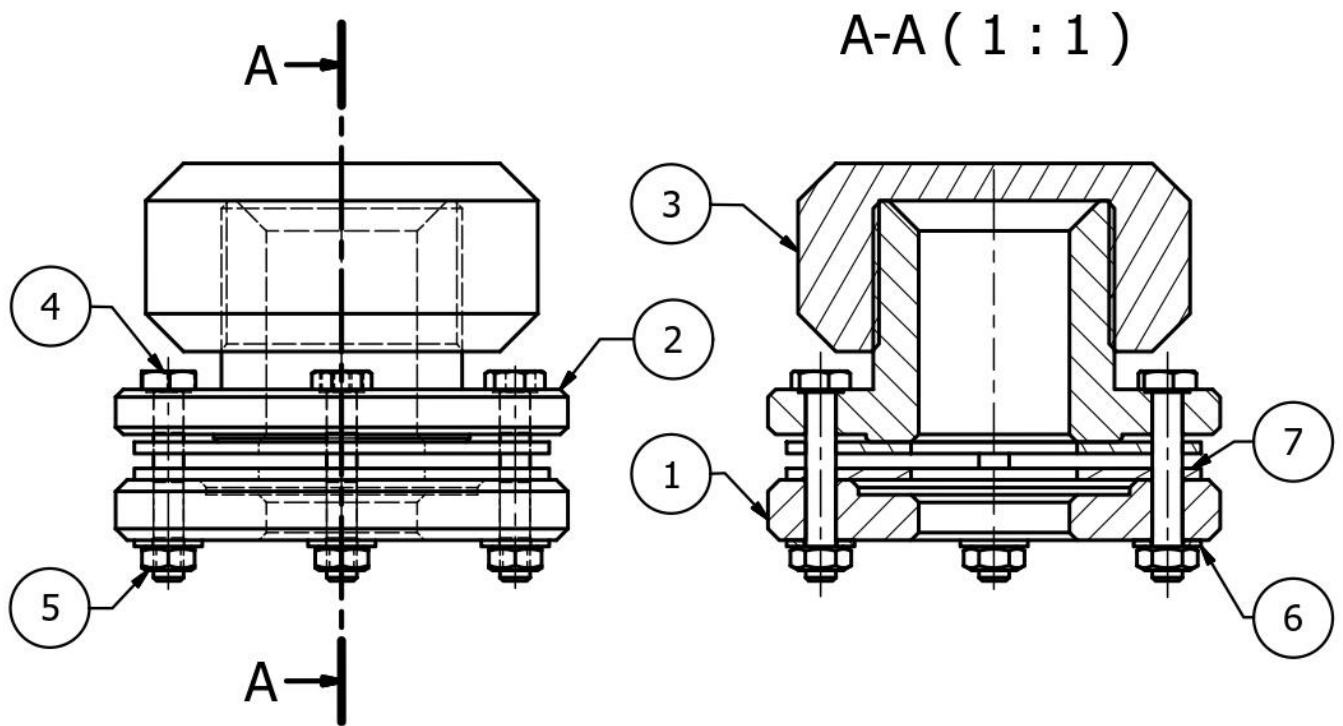
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Cuerpo del Estanque
Material: Plancha de Acero 2 [mm]

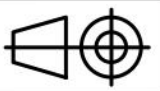
HOJA

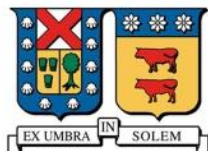
7 de 11



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Sujeción de la Entrada del Estanque
2	1	Cuello de la Entrada del Estanque
3	1	Tapa del Estanque
4	4	ISO 4017 - M4 x 25
5	4	ISO 4032 - M4
6	4	ISO 7089 - 4
7	2	Sello de Goma 22 x 1.5 mm

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



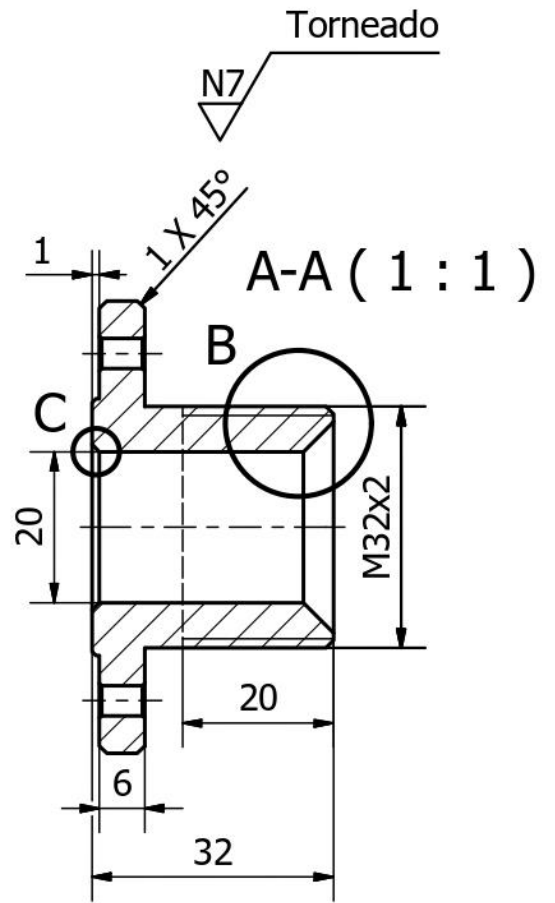
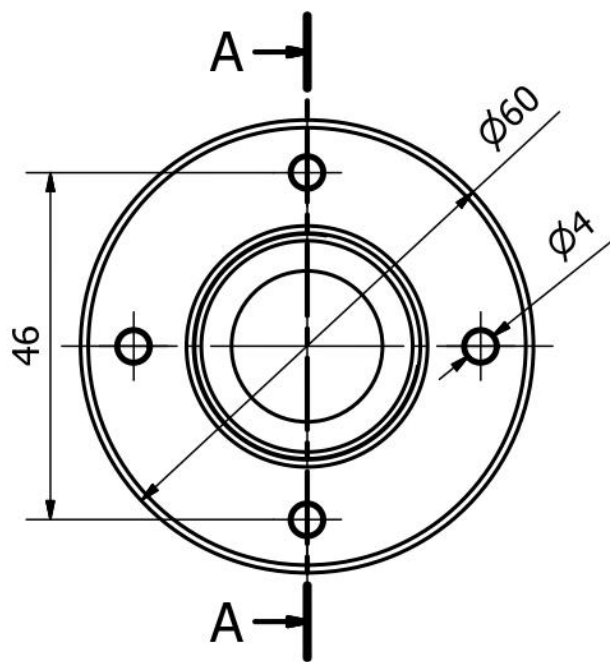
**UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA**

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

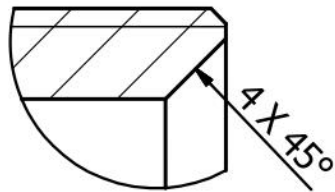
Conjunto Entrada de Estanque

HOJA

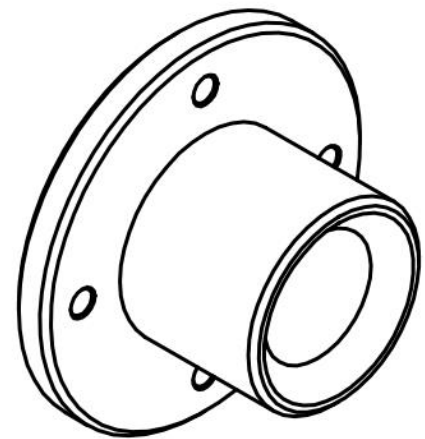
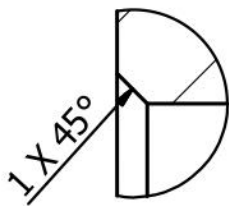
8 de 11



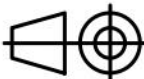
B (2 : 1)

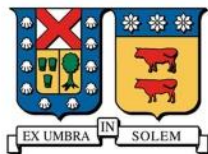


C (4 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano plicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



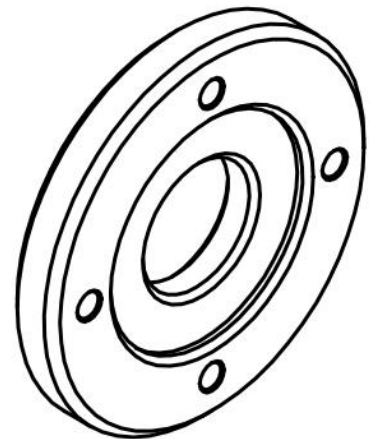
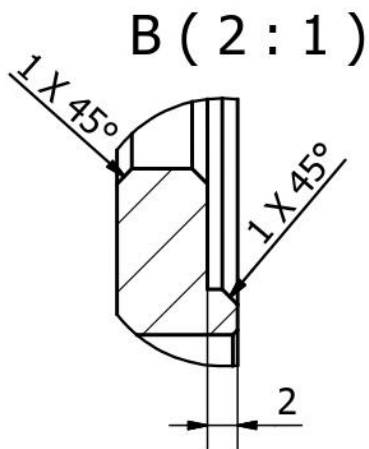
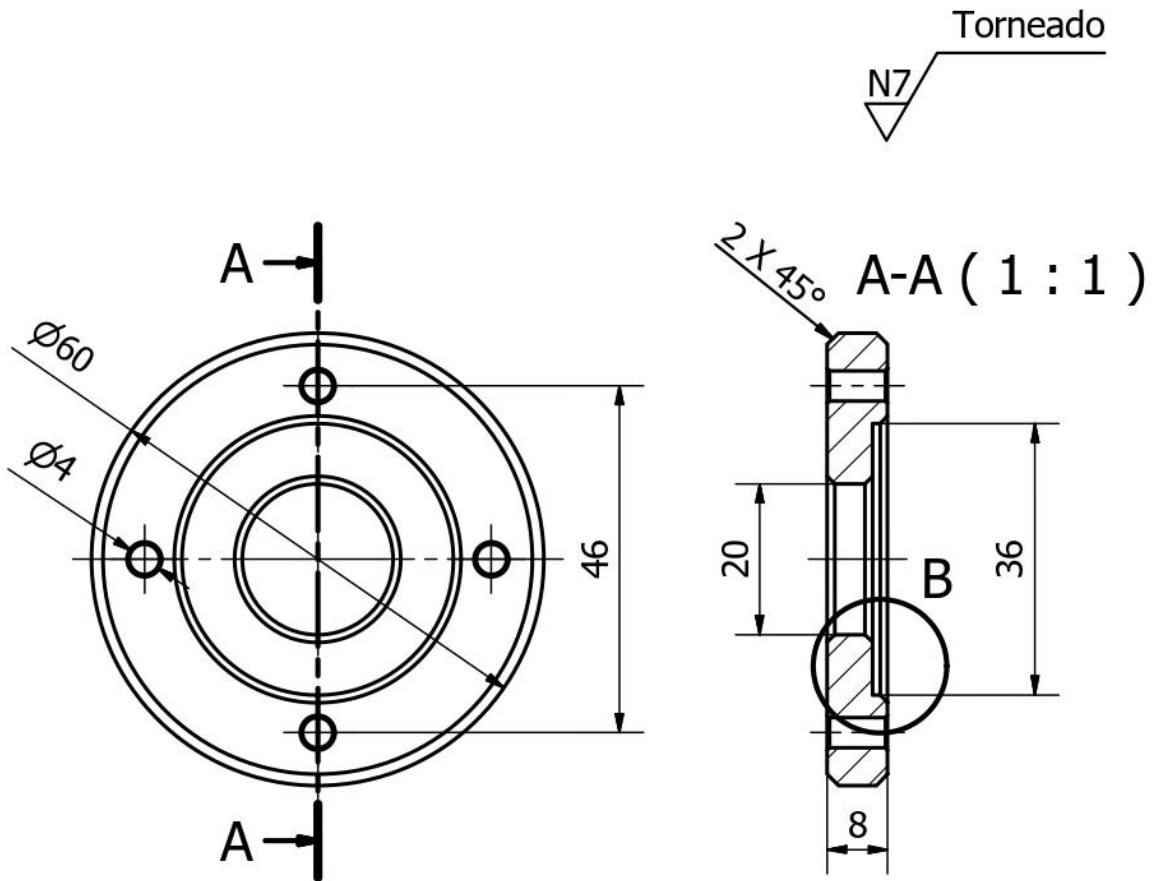
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Cuello de la Entrada del Estanque
Material: Technyl
Calidad Superficial: ISO 1302

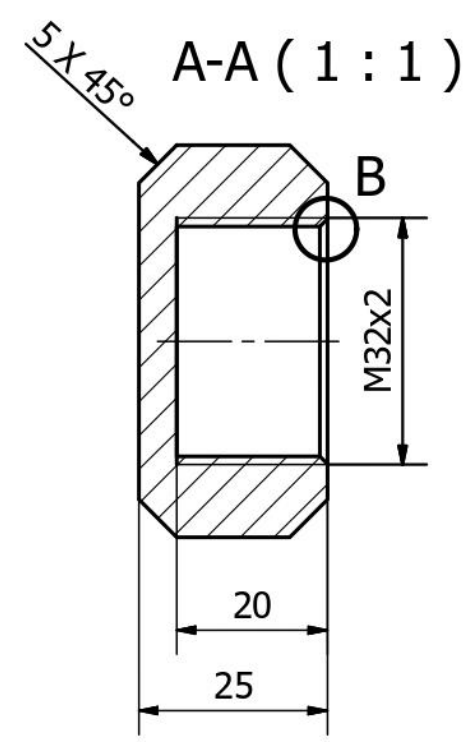
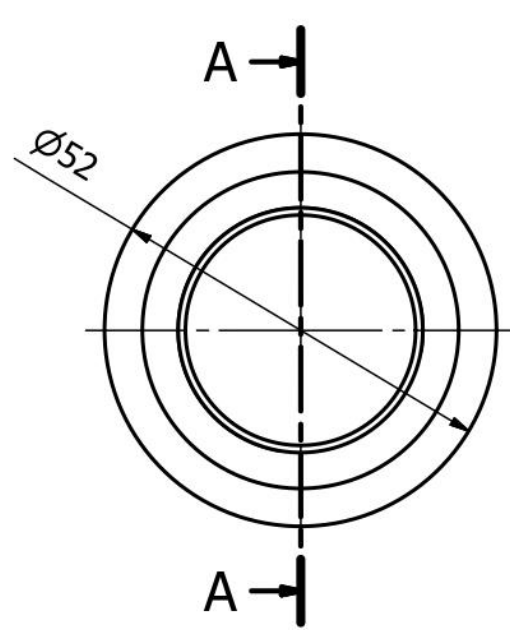
HOJA

9 de 11

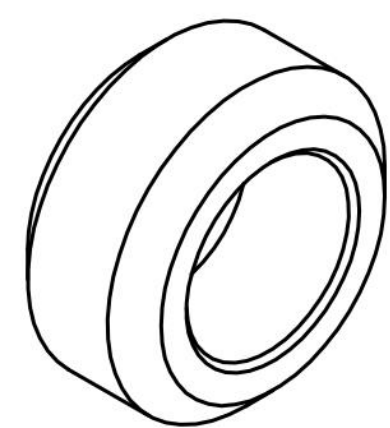
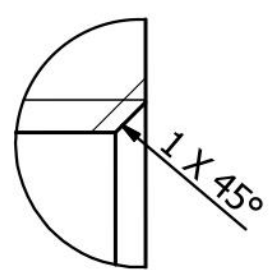


Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f						
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	ISO 2768-f
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA			UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA			HOJA
			Sujeción de la Entrada del Estanque Material: Technyl Calidad Superficial: ISO 1302			10 de 11

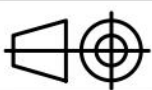
Torneado
N7

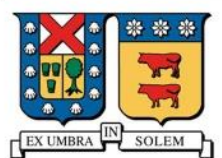


B (4 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 2768-f
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



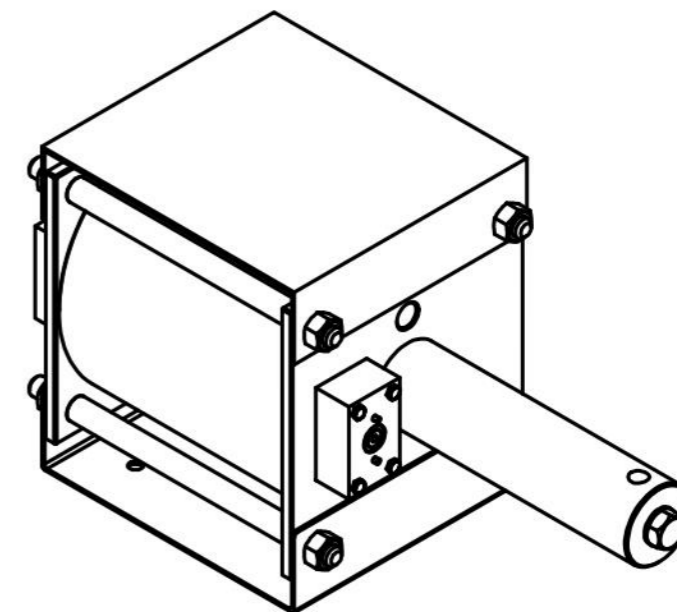
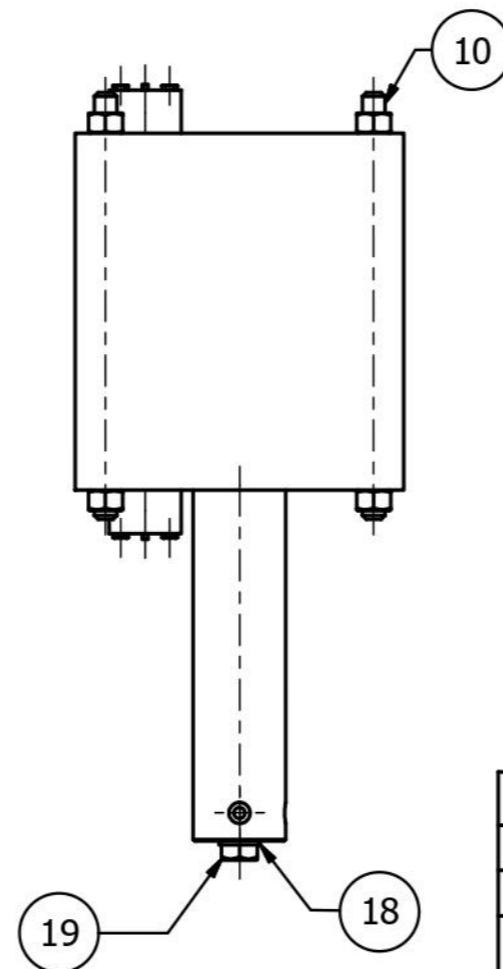
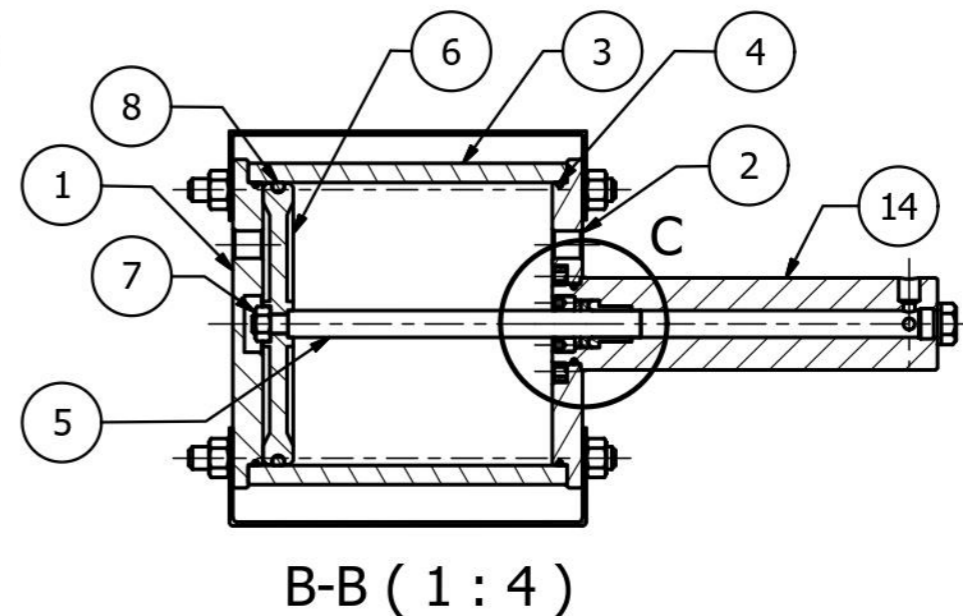
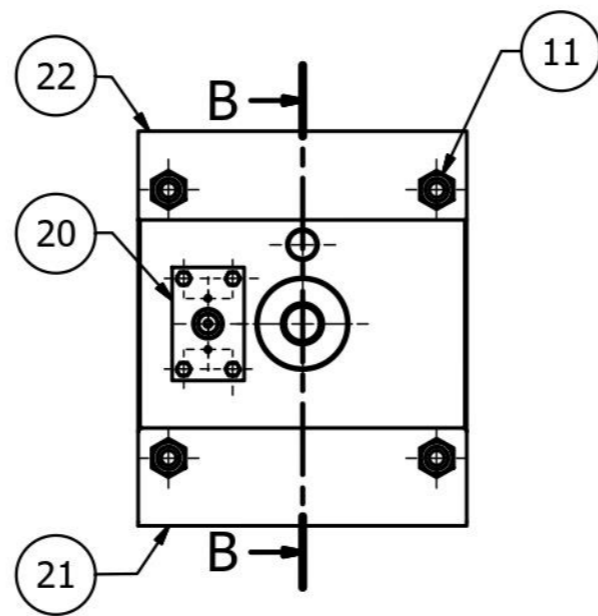
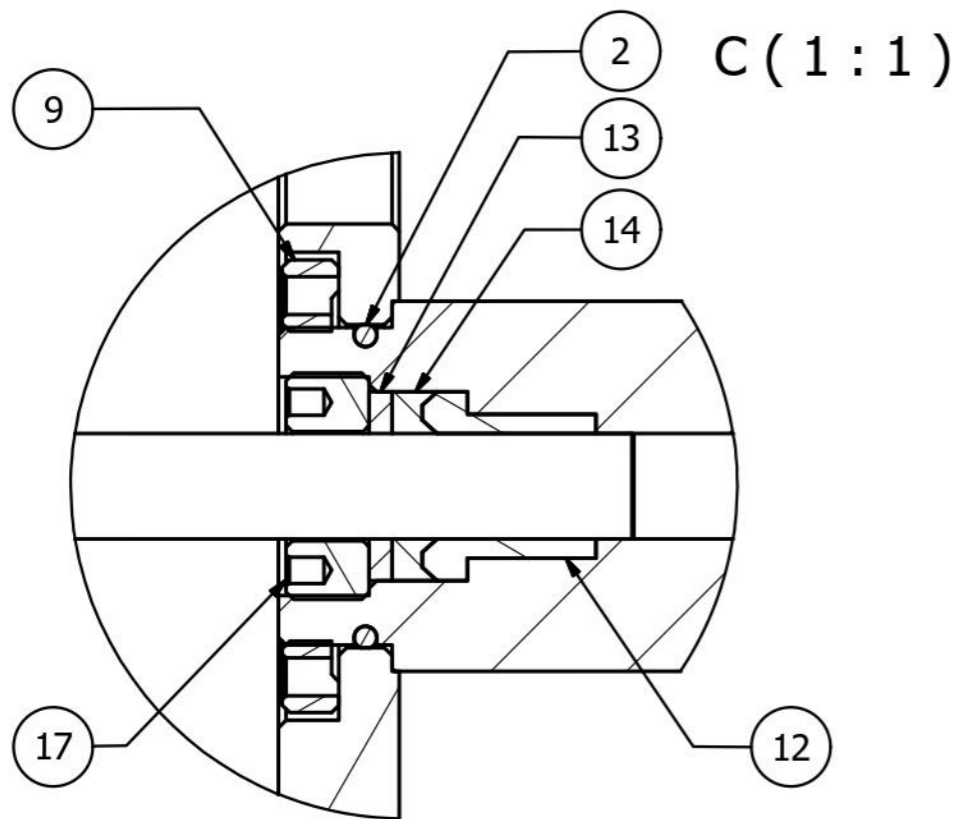
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

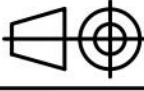

Tapa del Estanque
Material: Technyl
Calidad Superficial: ISO 1302

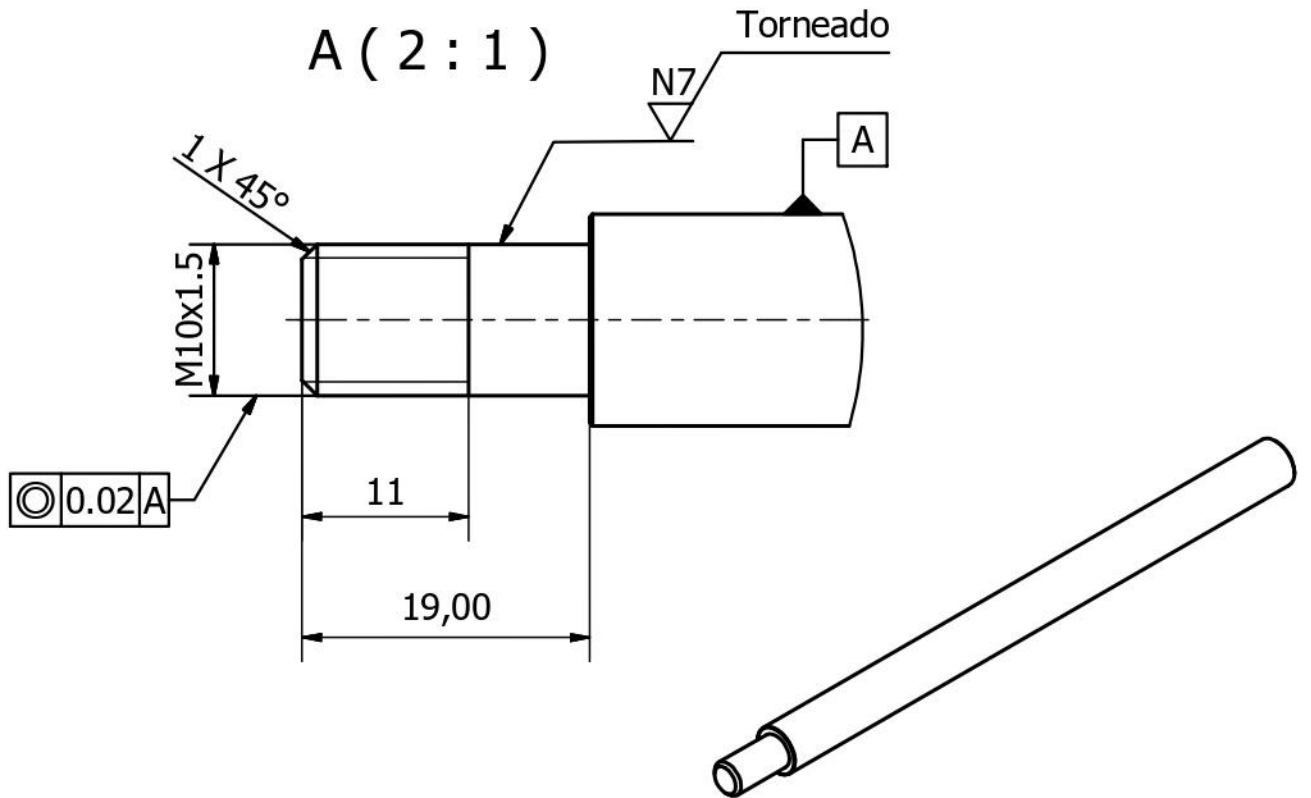
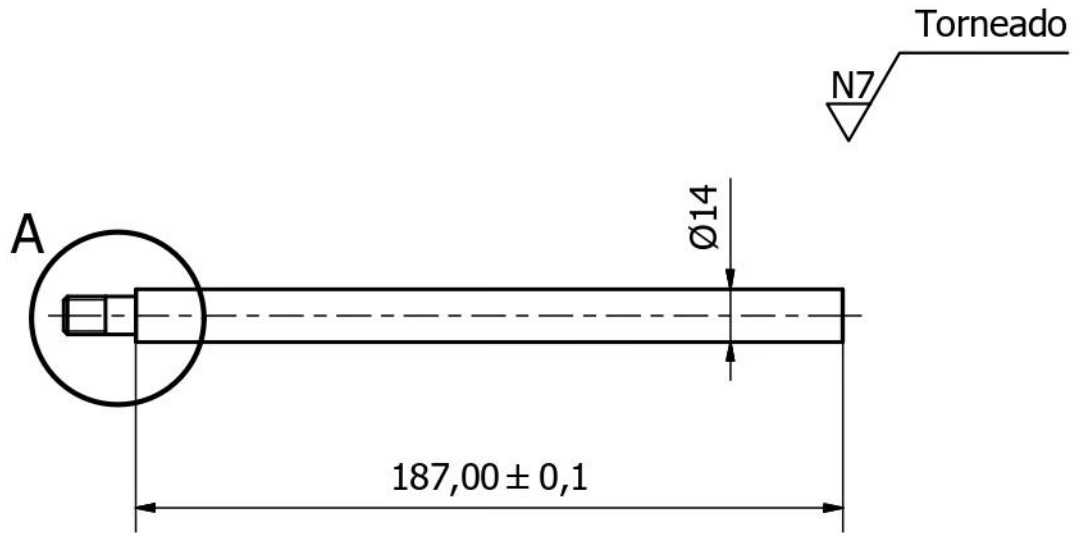
HOJA
11 de 11

ANEXO B: PLANOS BOMBA NAUMÁTICA-HIDRÁULICA

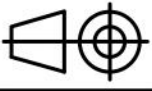


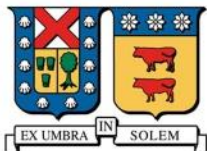
LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Tapa Posterior
2	1	Tapa Principal
3	1	Bocina
4	2	O-ring Tapas 144.6 x 3 mm
5	1	Vástago
6	1	Émbolo
7	1	ISO 4032 - M10
8	1	O-ring Émbolo 139 x 6.5 mm
9	1	Tuerca de la Bomba
10	4	Tensor
11	8	ISO 4032 - M12
12	1	Anillo Frontal del sello
13	1	Anillo posterior del sello
14	1	Cuerpo de la Bomba
15	1	Monosello
16	1	O-ring Cuerpo de la bomba 18.5 x 3 mm
17	1	Pricionero
18	1	Arandela de Cobre
19	1	Tapón de la Bomba
20	2	Conjunto Sistema Limitador de Carrera
21	1	Soporte Bomba
22	1	Soporte Válvula

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A3	mm	1 : 4	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA		UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA			HOJA	
		Bomba Neumática-Hidráulica			1 de 14	



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 2	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

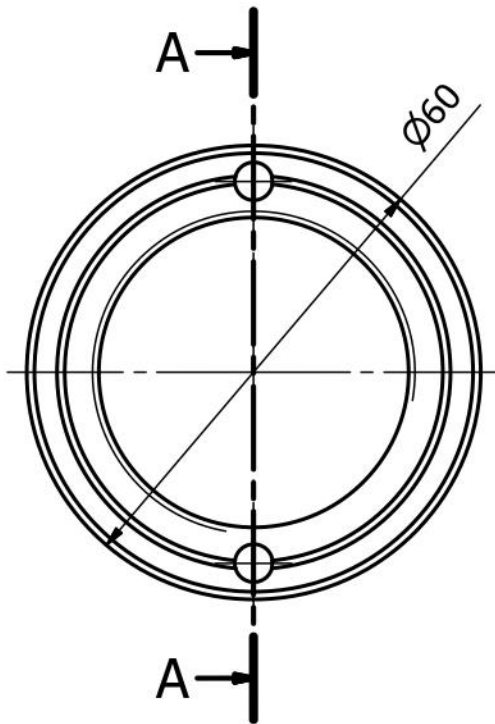
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Vástago
Material: Acero Cromado
Calidad Superficial: ISO 1302

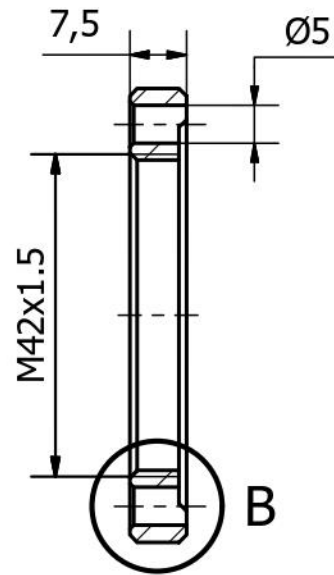
HOJA

2 de 14

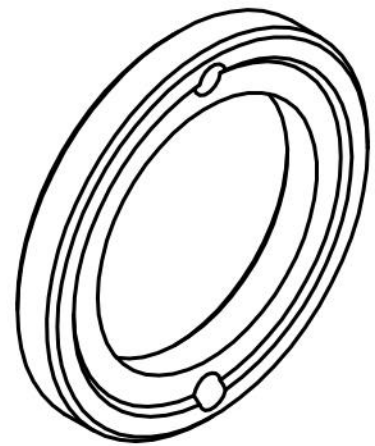
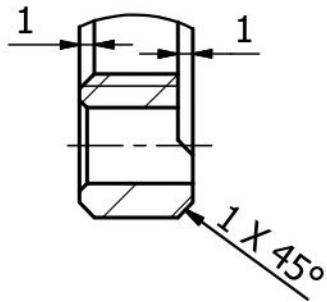
Torneado
N8



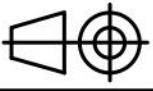
A-A (1 : 1)

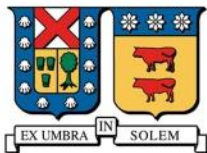


B (2 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



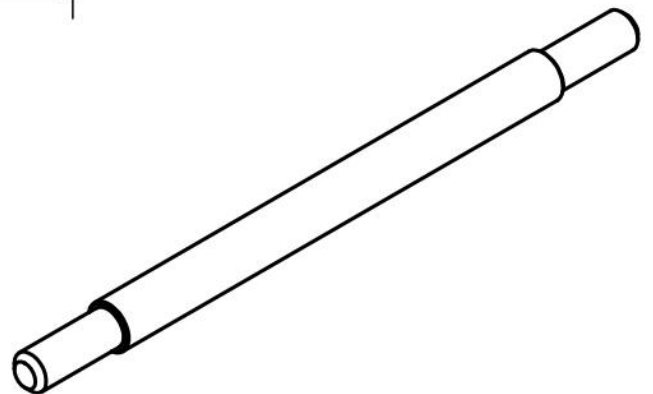
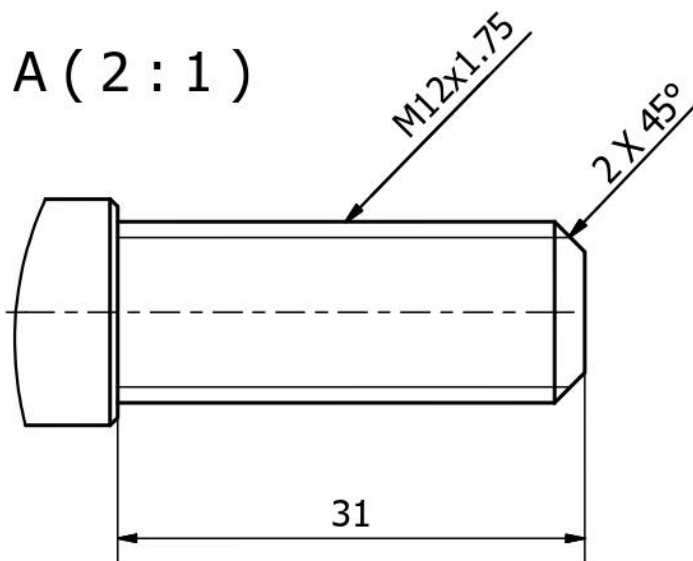
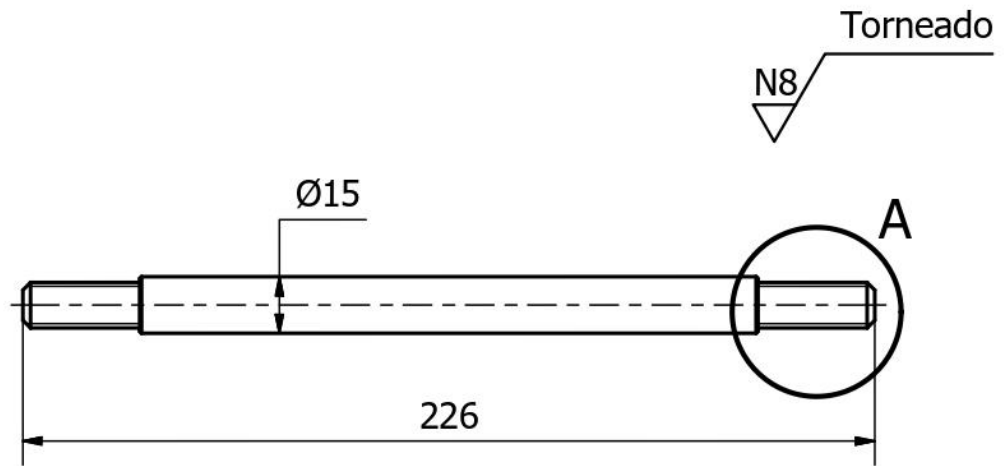
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Tuerca de la Bomba
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

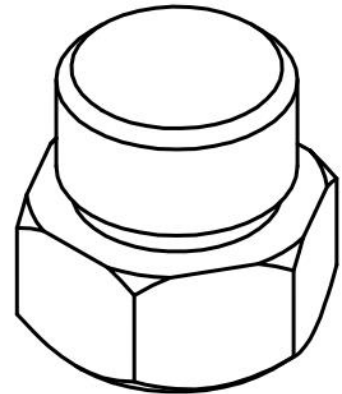
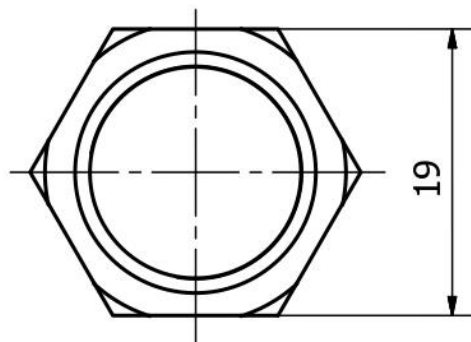
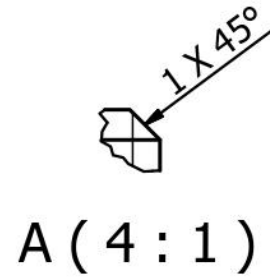
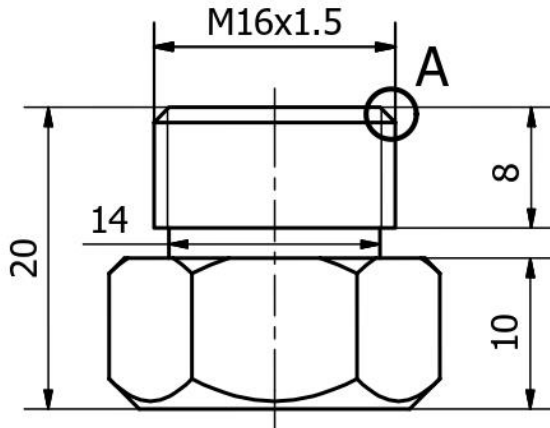
3 de 14



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

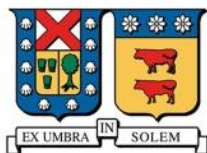
Nombres		Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 2	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/06/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA		UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA				
		Tensor Material: Acero SAE 1045 Calidad Superficial: ISO 1302				HOJA 4 de 14

Torneado
N8



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



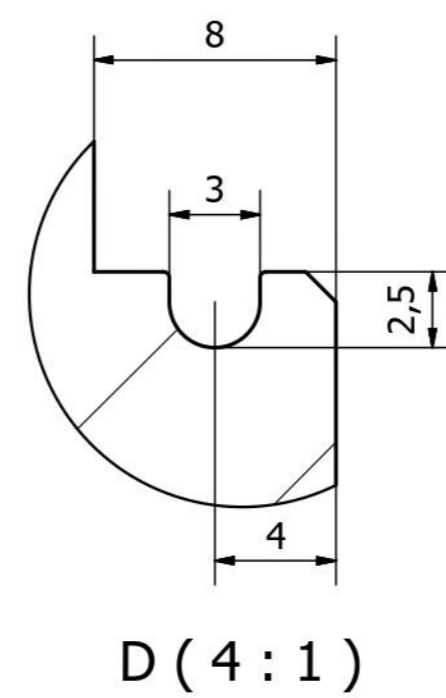
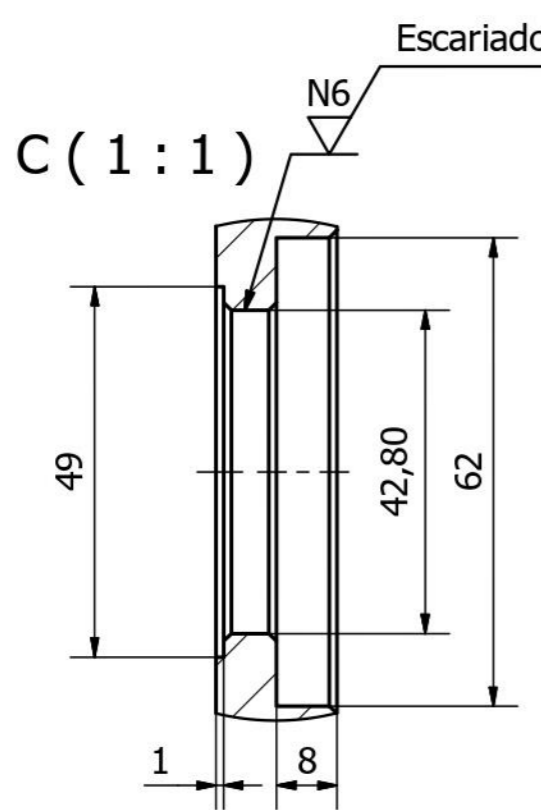
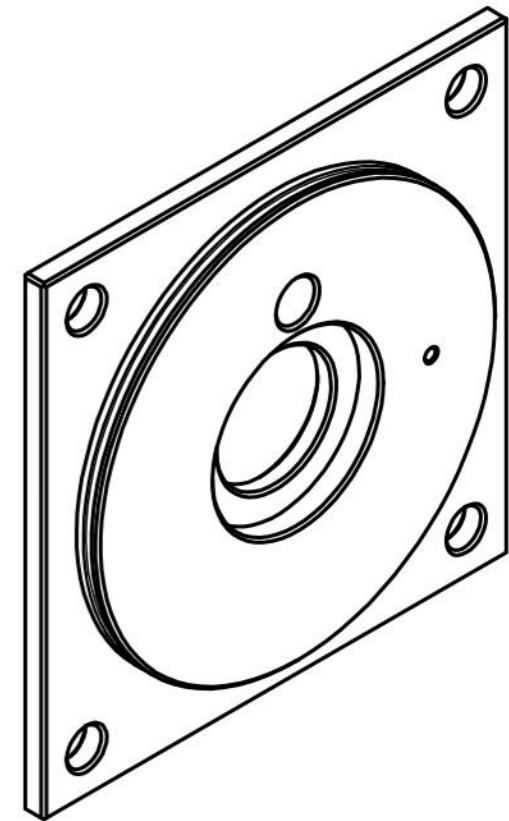
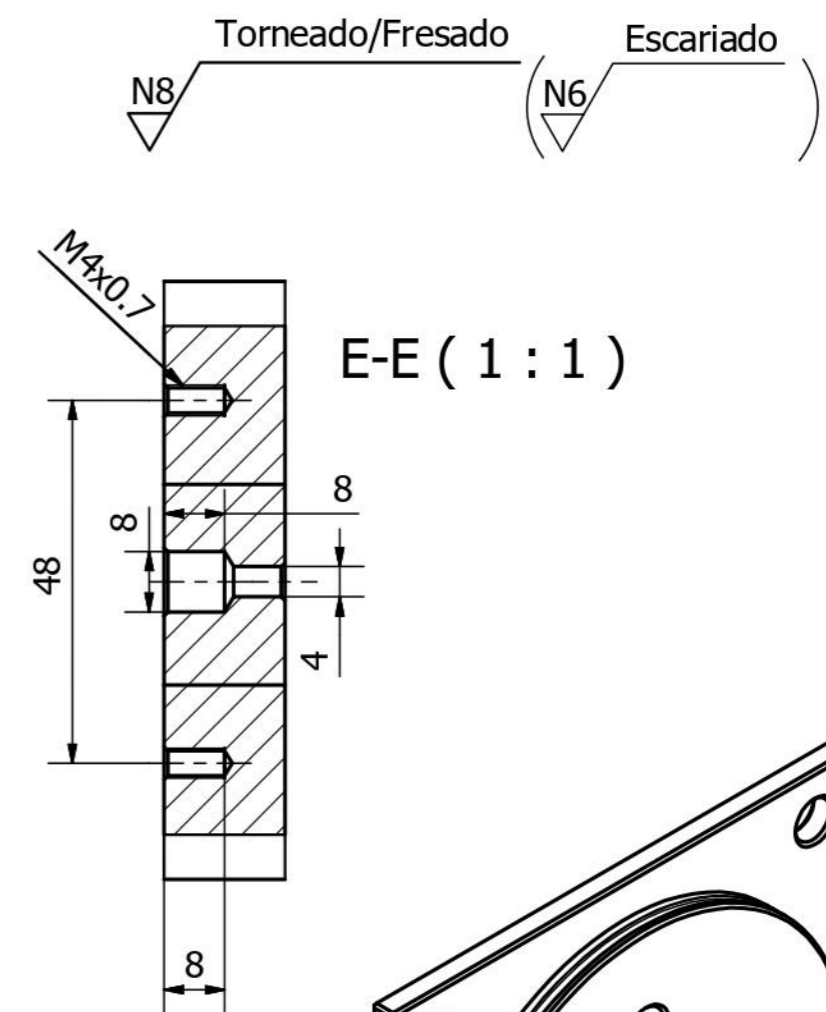
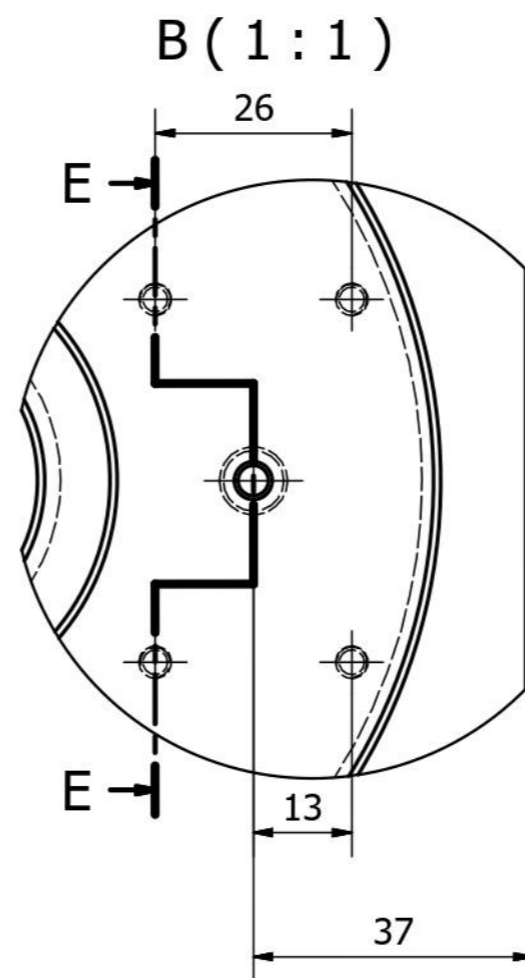
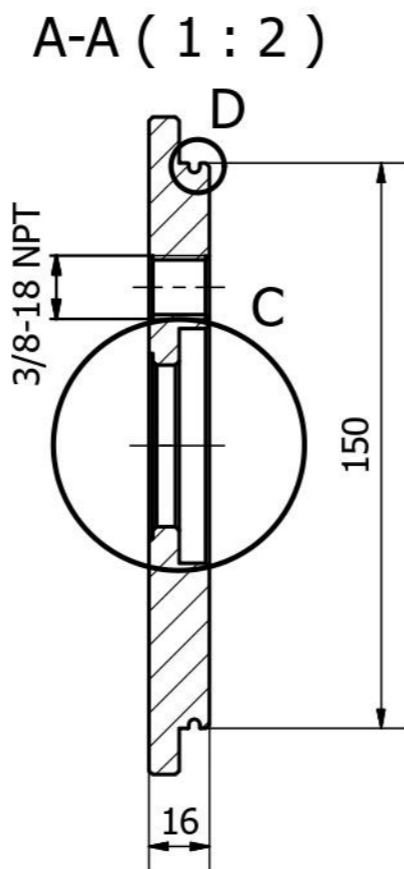
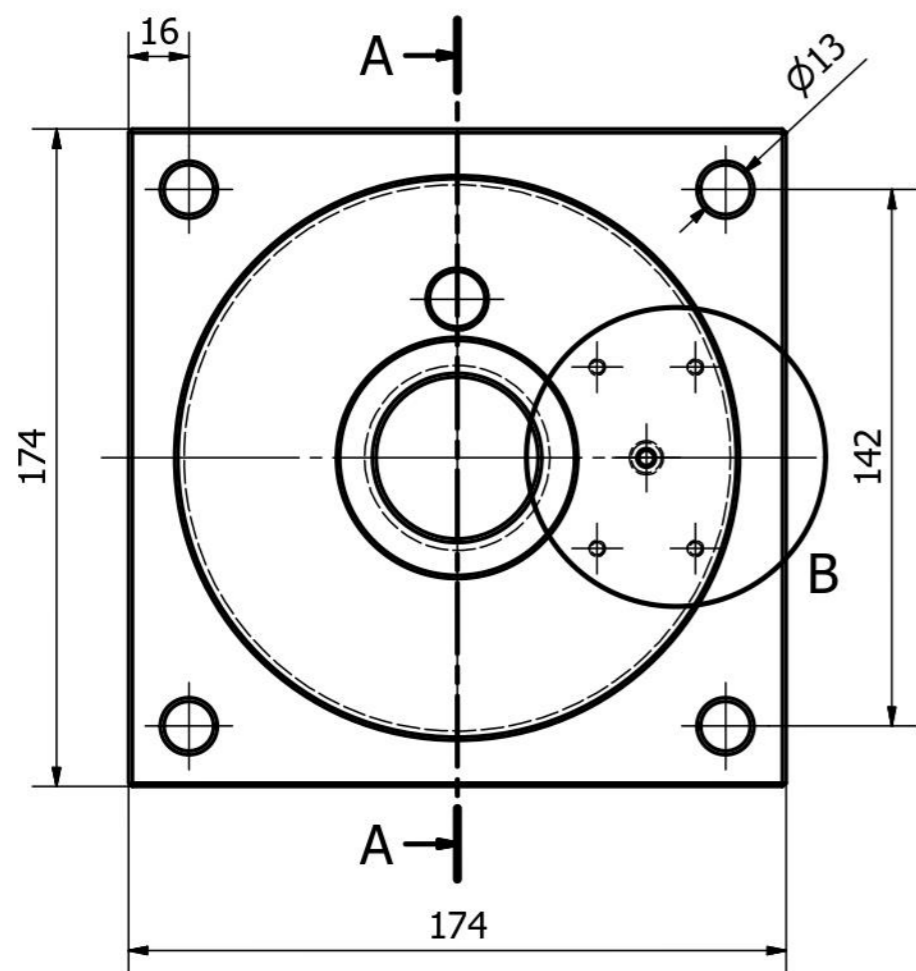
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

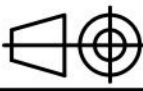
Tapón de la Bomba
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

5 de 14



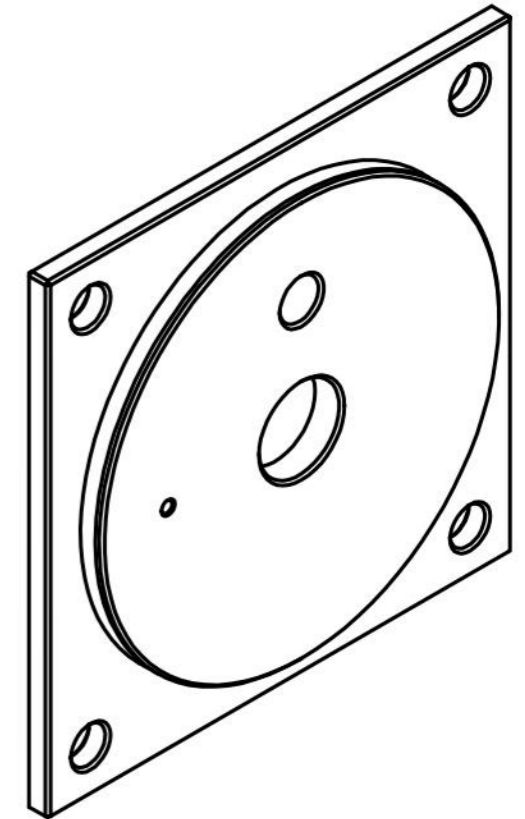
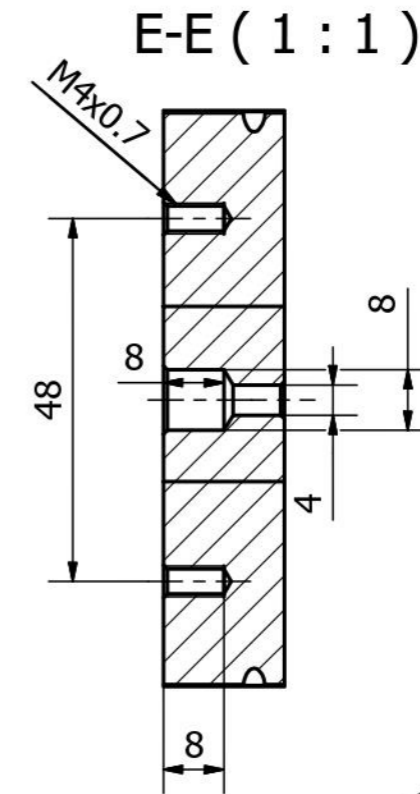
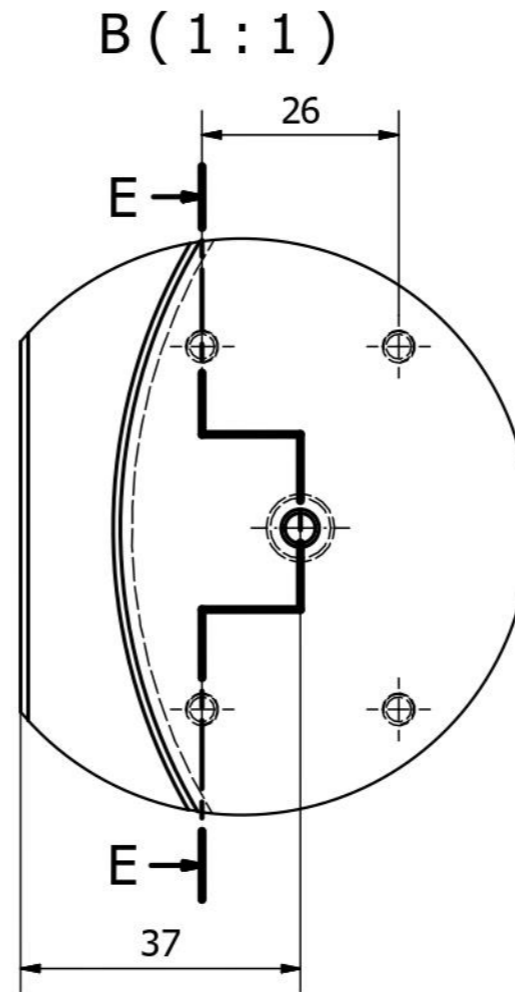
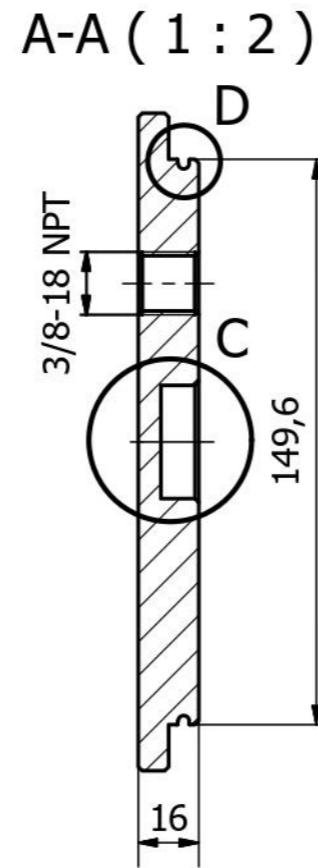
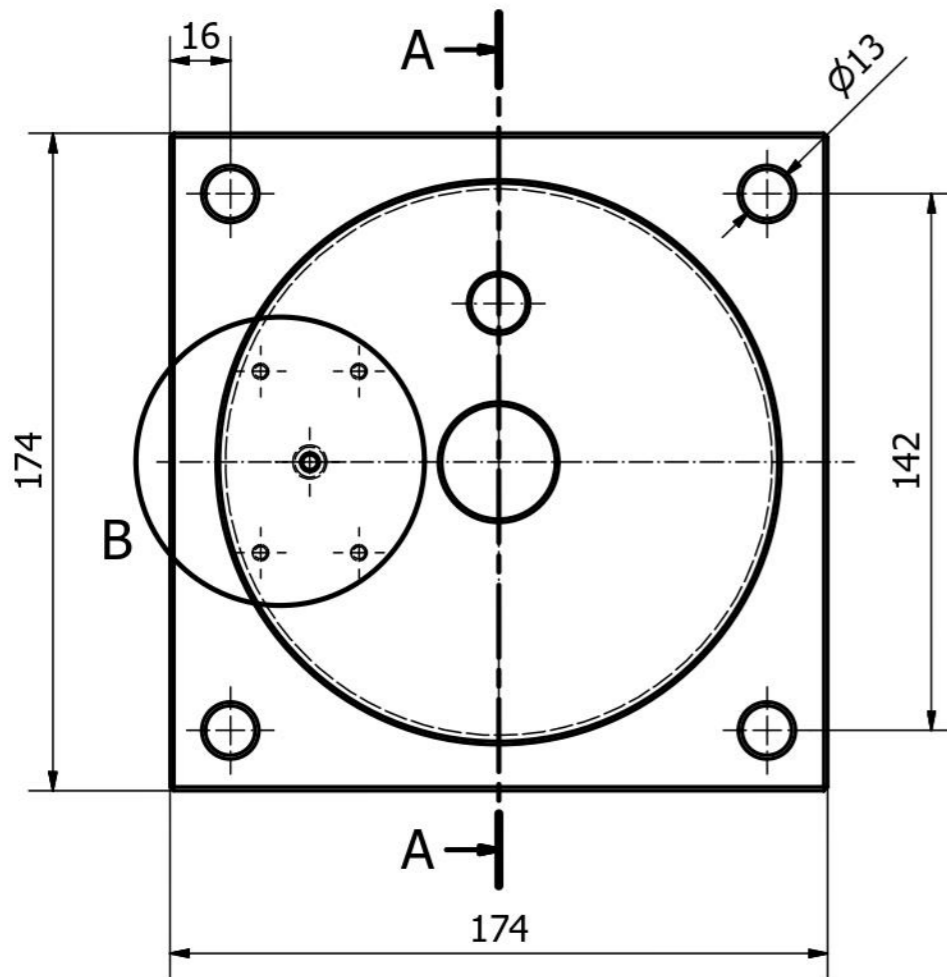
Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A3	mm	1 : 2	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				

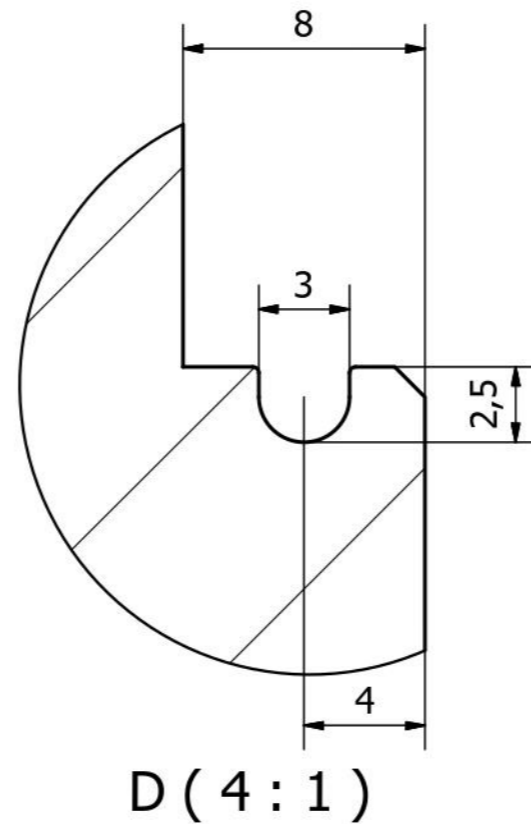
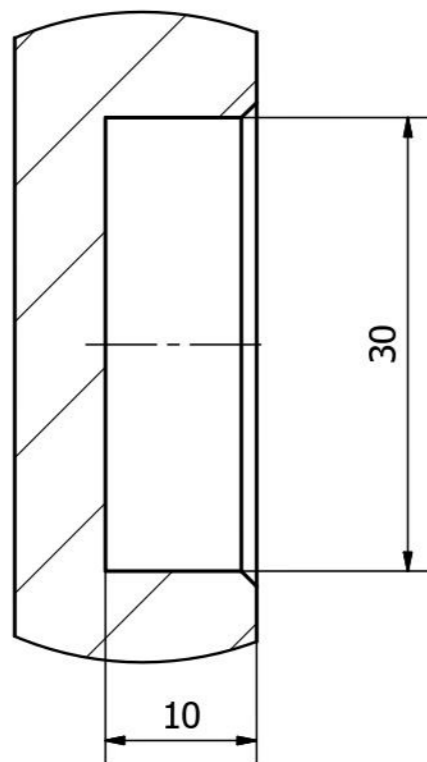
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA	
	Tapa Principal Material: Plancha de Acero A-36 Calidad superficial: ISO 1302	HOJA 6 de 14

Torneado/Fresado

N8

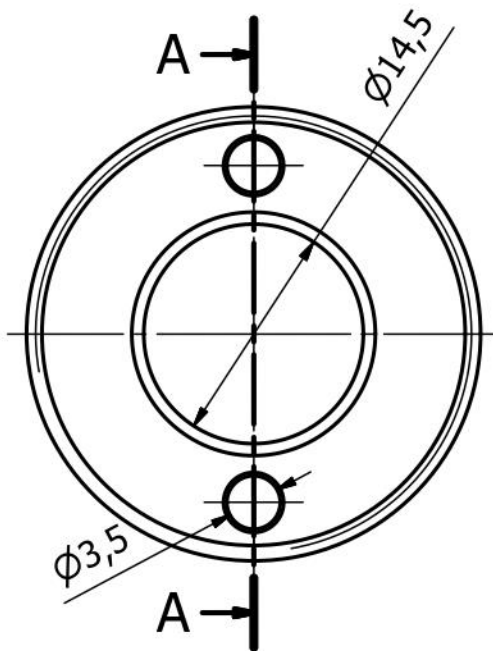


C (2:1)

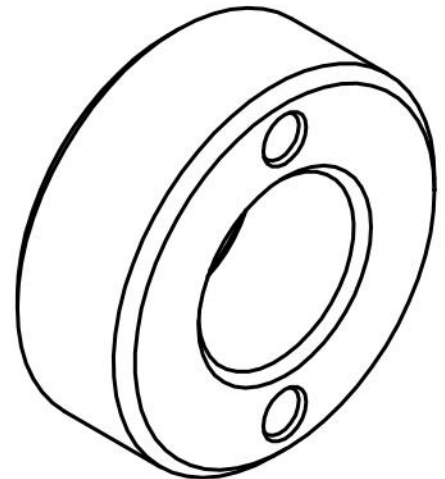
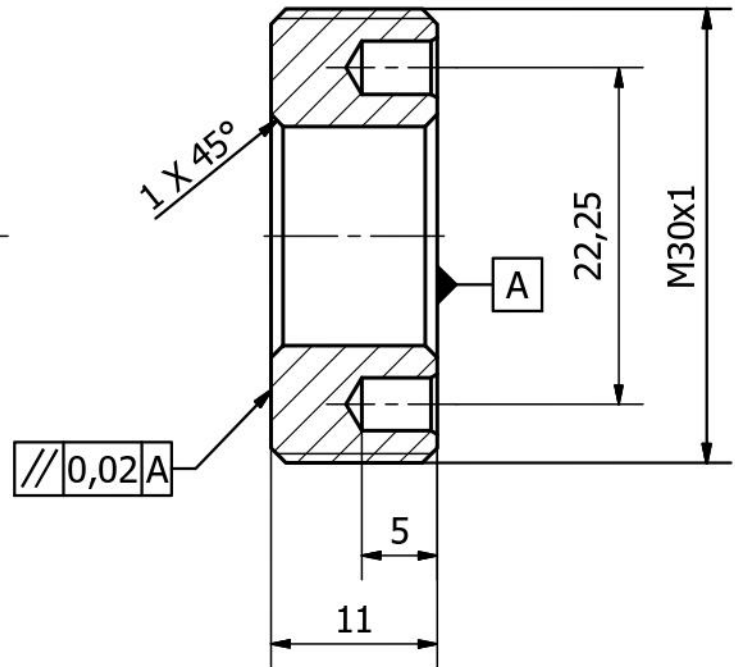


Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f						
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A3	mm	1 : 2	 ISO 5456-2
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA			UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA			HOJA 7 de 14
			Tapa Posterior Material: Plancha de Acero A-36 Calidad Superficial: ISO 1302			

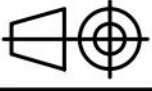
Torneado
N8

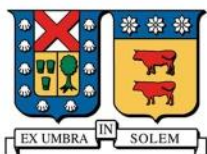


A-A (2 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



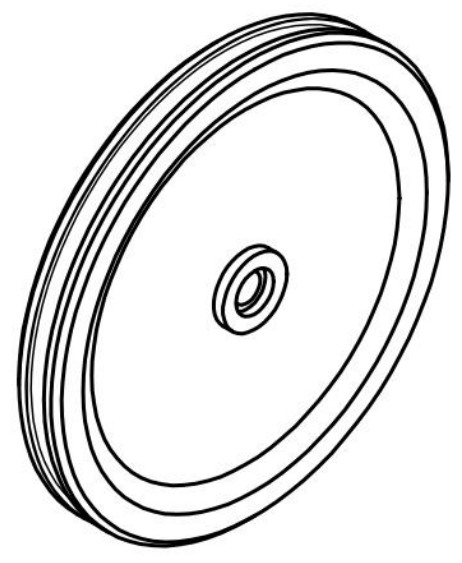
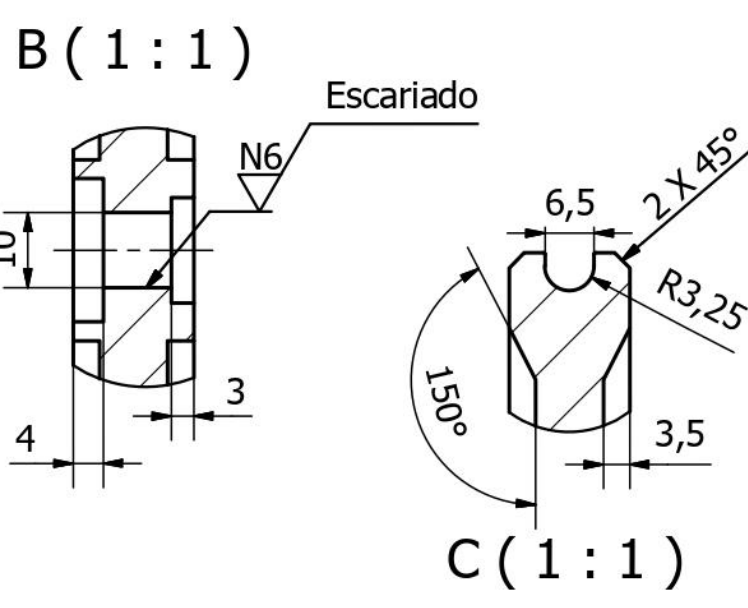
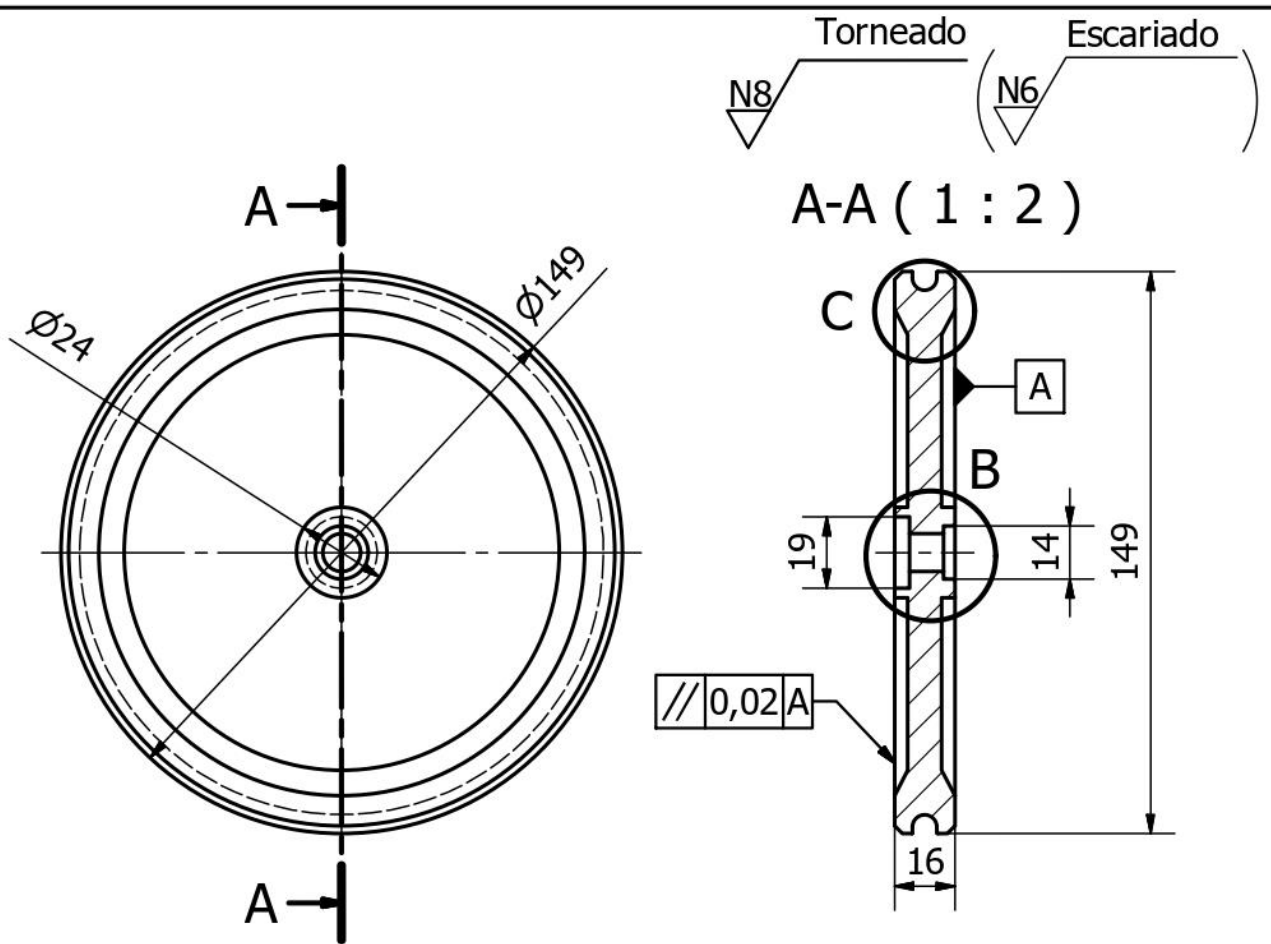
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

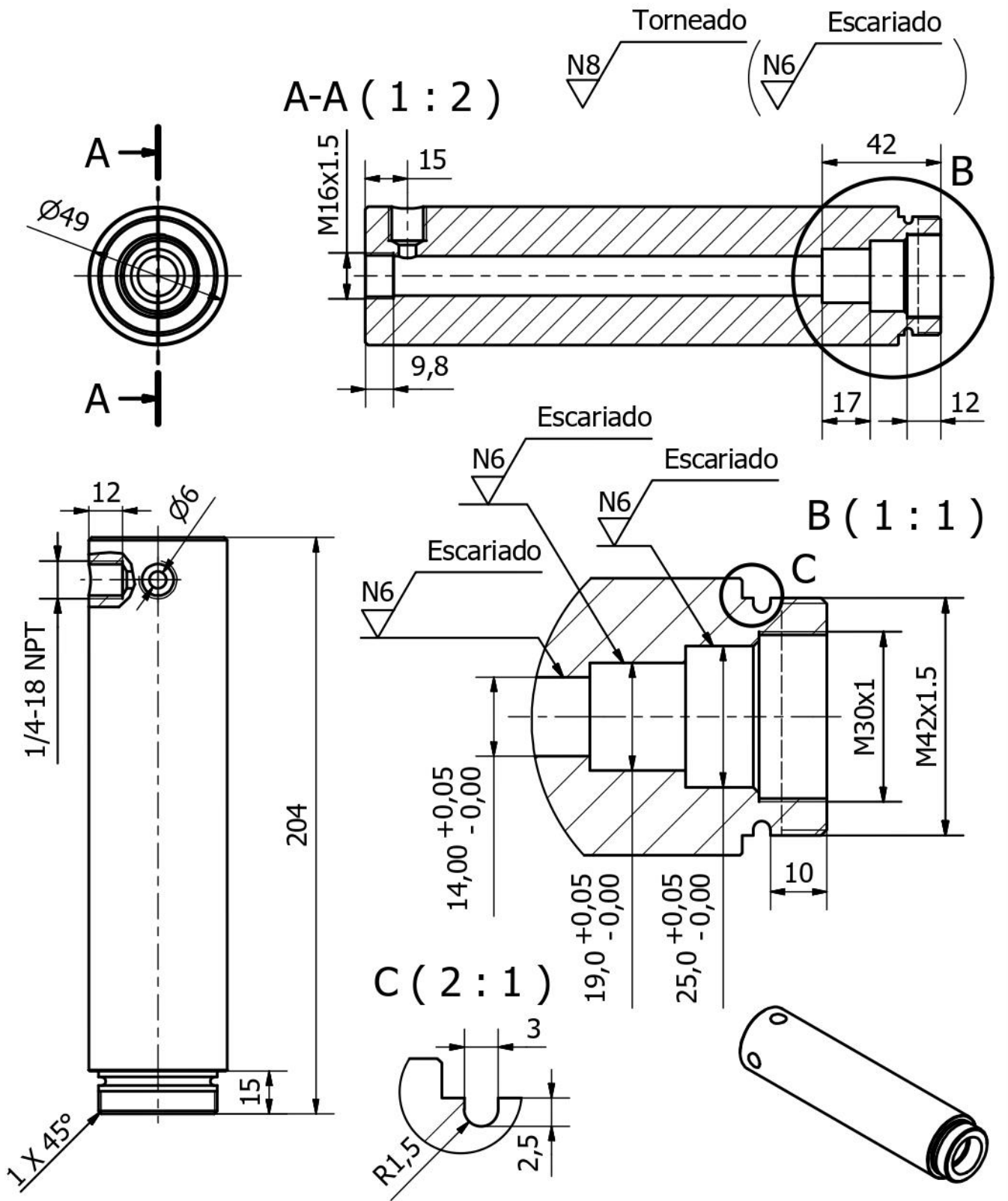
Prisionero
Material: Acero SAE 1020
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

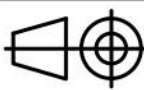
8 de 14

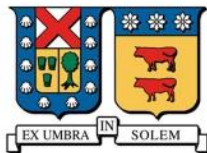


Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f						
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 2	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA		UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA				HOJA
		Émbolo Material: Thechnyl Calidad Superficial: ISO 1302				9 de 14



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 2	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

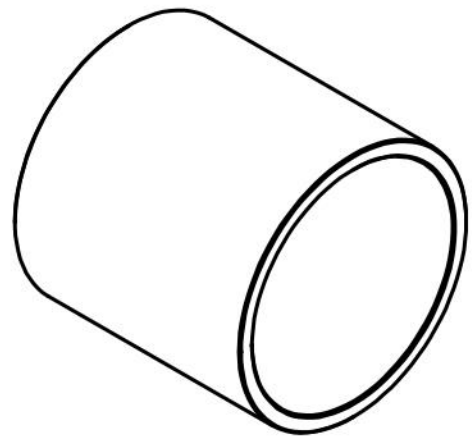
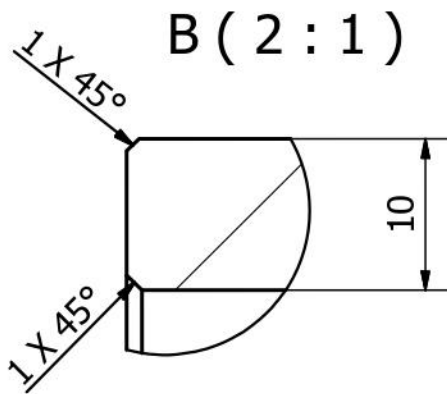
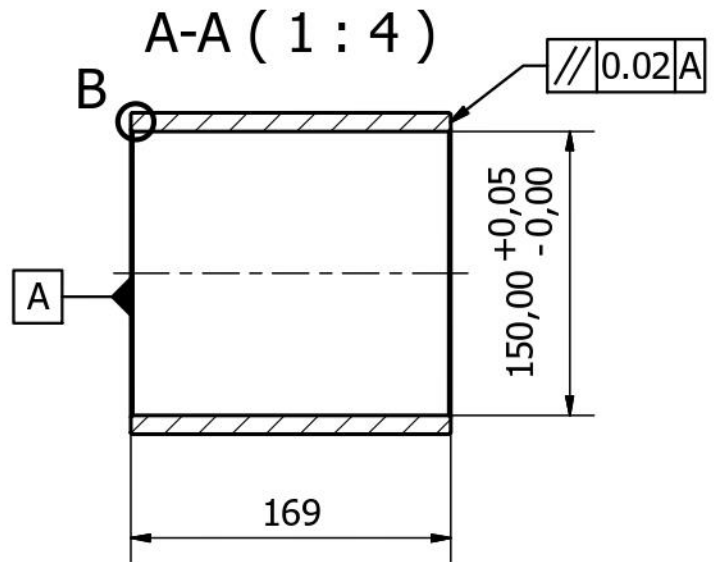
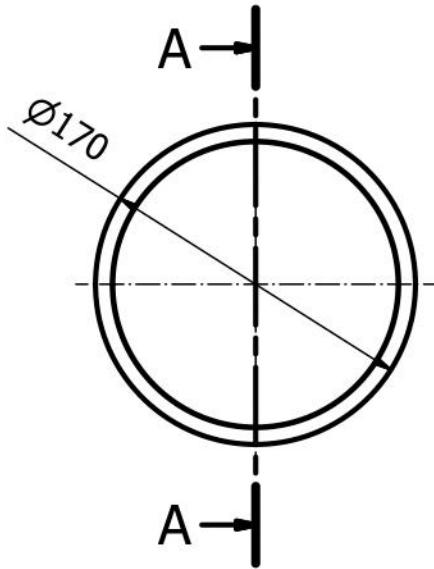
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Cuerpo de la Bomba
Material: Acero SAE 1020
Calidad Superficial: ISO 1302

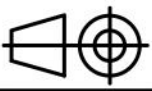
HOJA

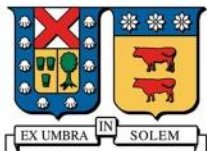
10 de 14

Torneado
N8



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 4	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



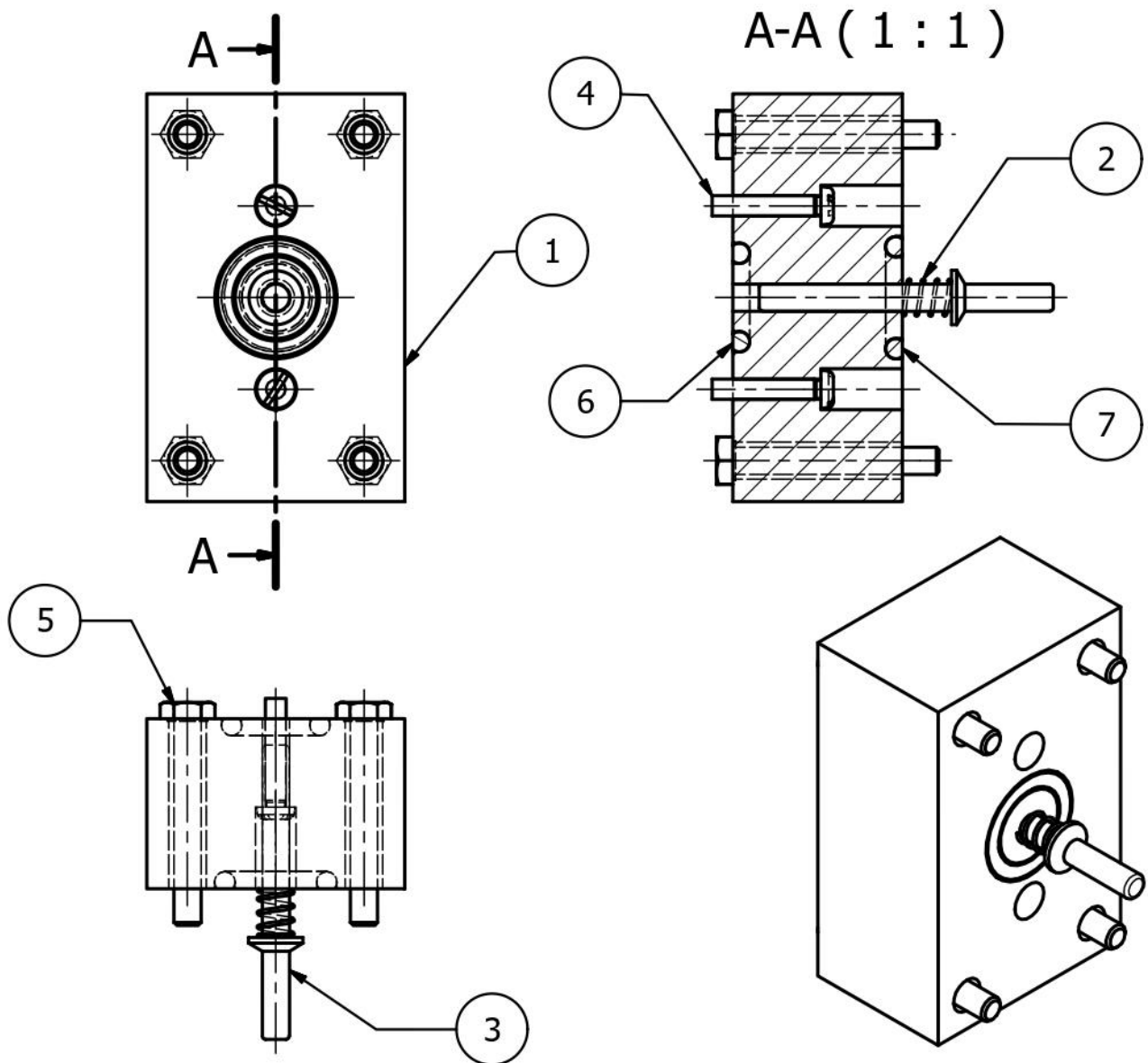
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Bocina
Material: Bocina Thechnyl
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

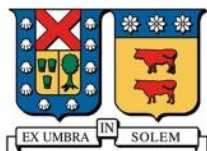
11 de 14



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Acople Válvula Limitadora
2	1	Resorte de Aguja (L.8 mm-D.8 mm)
3	1	Aguja del Pulsador
4	2	ISO 1580 - M3 x 16
5	4	ISO 4017 - M4 x 30
6	1	O-ring 10 x 3 mm Conexión Válvula
7	1	O-ring 12 x 3 mm Conexión Tapa Bomba

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

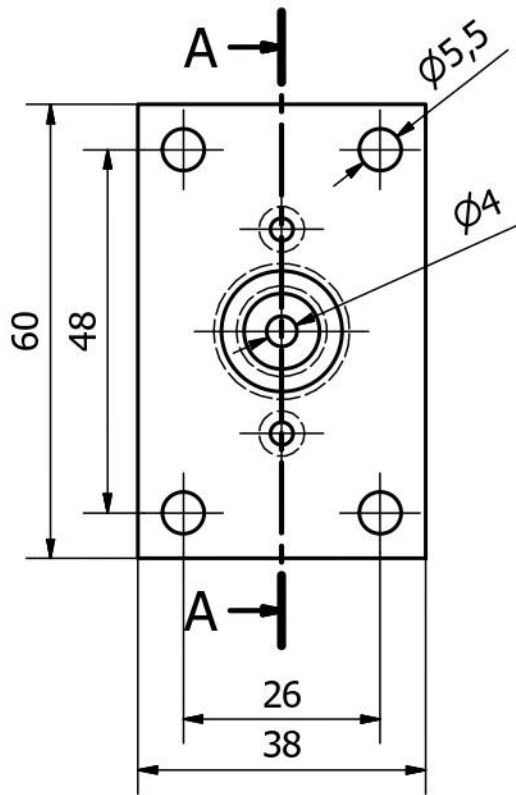
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Sistema Limitador de Carrera

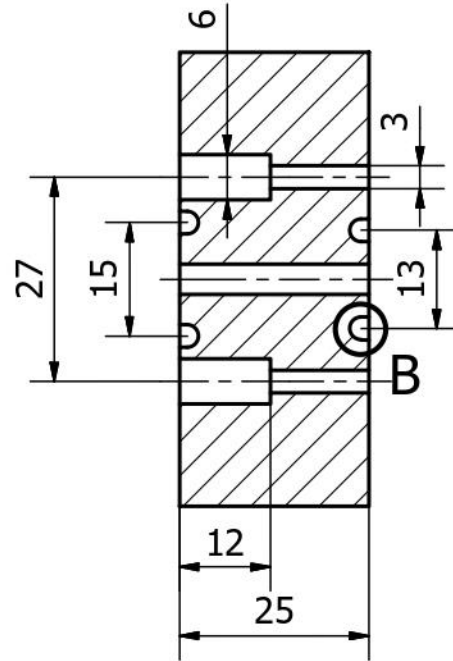
HOJA

12 de 14

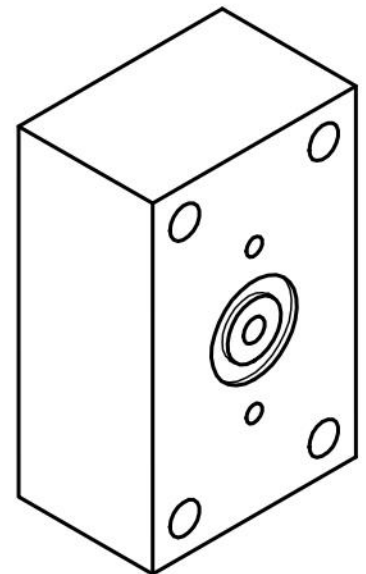
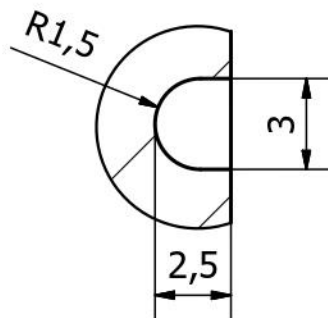
Fresado
N8




A-A (1 : 1)

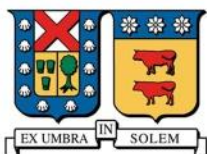


B (4 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 2768-f
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

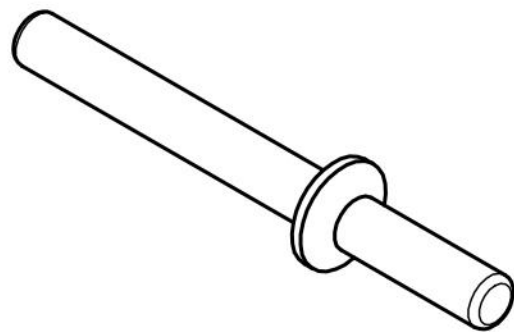
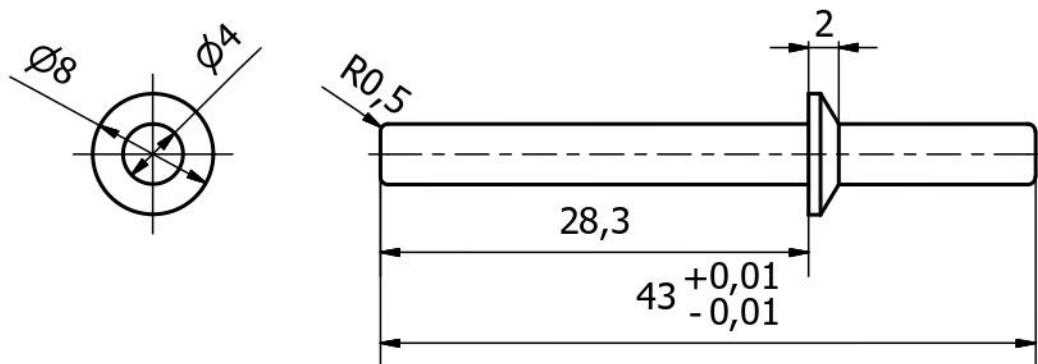
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Acople Válvula Limitadora
Material: Thechnyl
Calalidad Superficial: ISO 1302

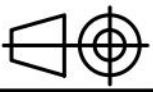
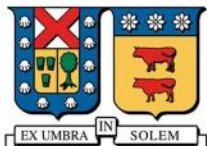
HOJA

13 de 14

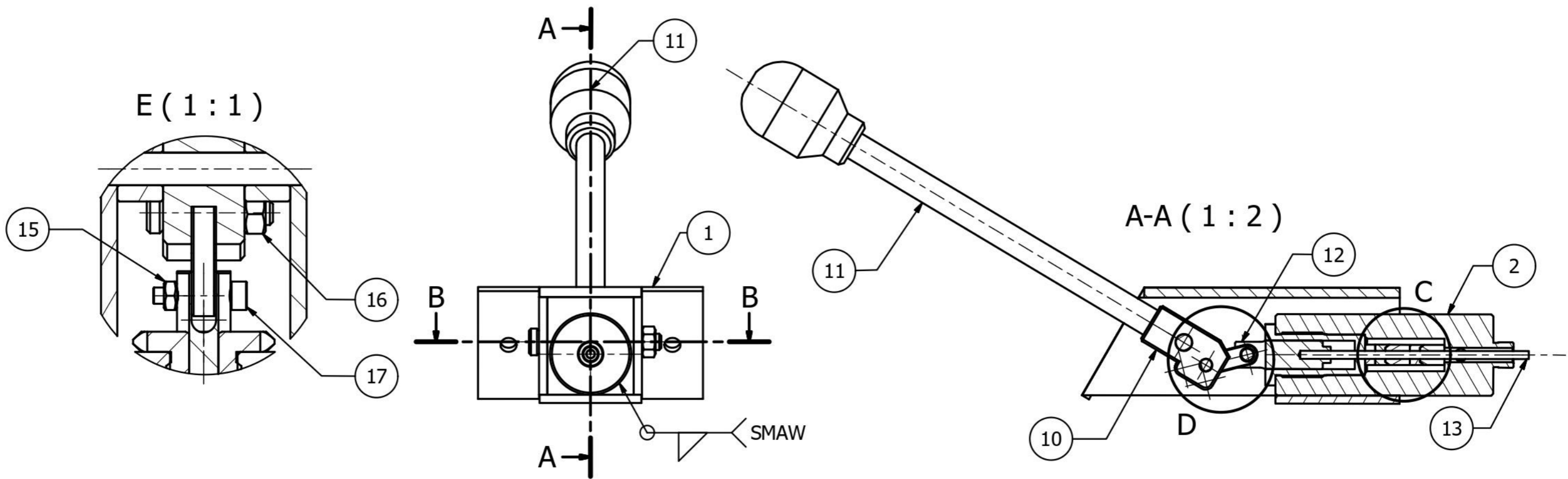
Torneado
N5



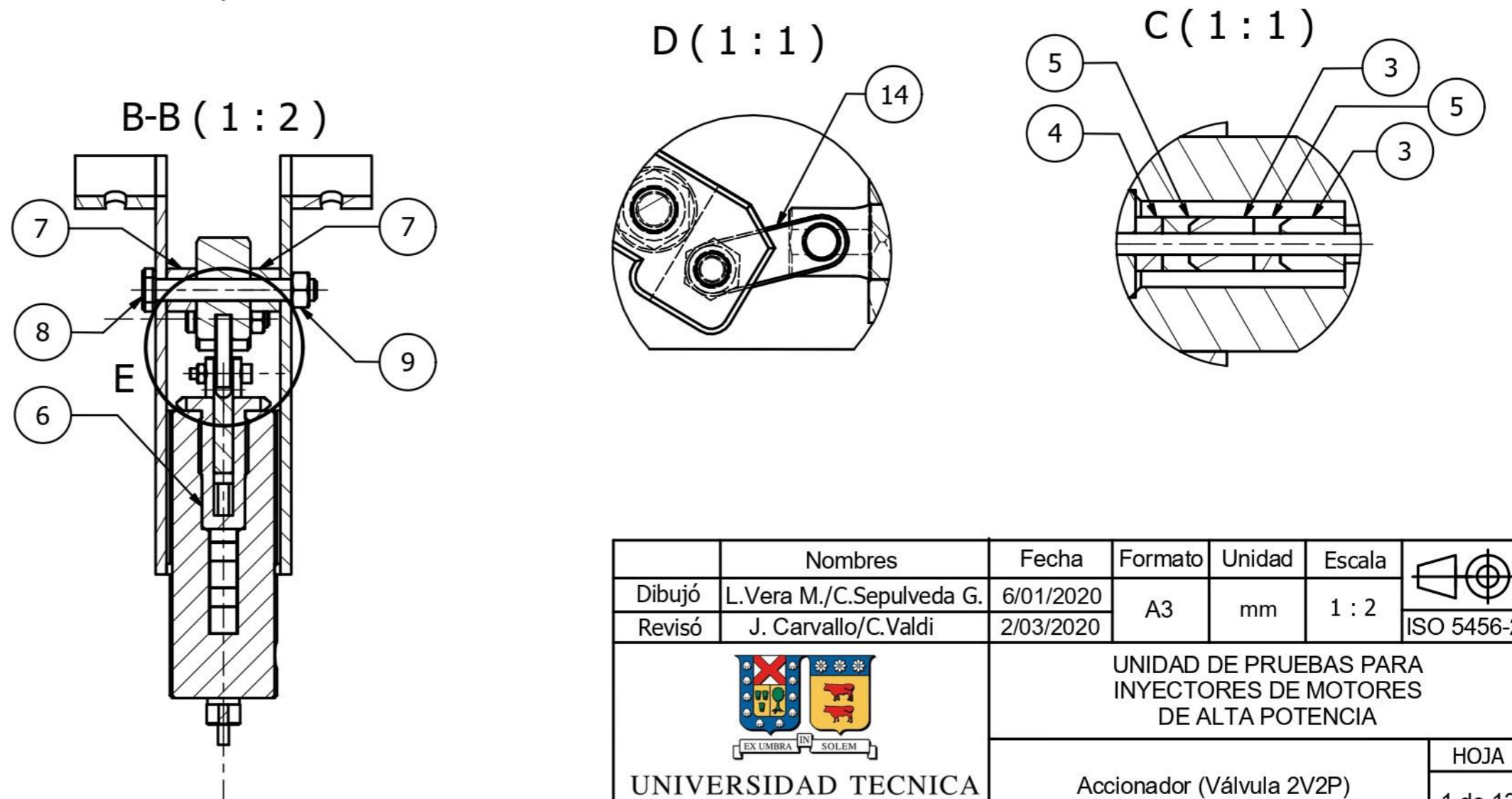
Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f						
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA			UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA			HOJA
			Aguja del Pulsador Material: Bronce Calidad Superficial: ISO 1302			14 de 14

ANEXO C: PLANOS ACCIONADOR (VÁLVULA 2V2P)

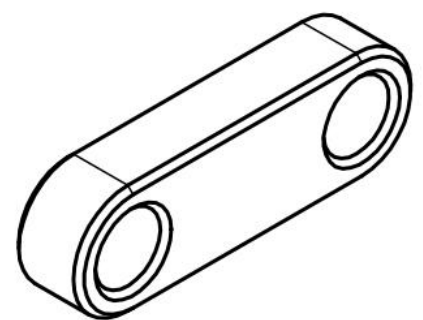
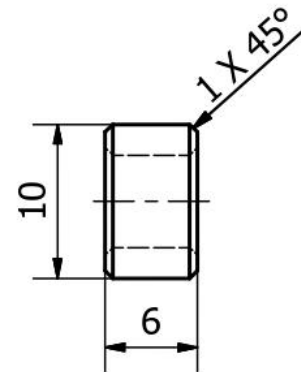
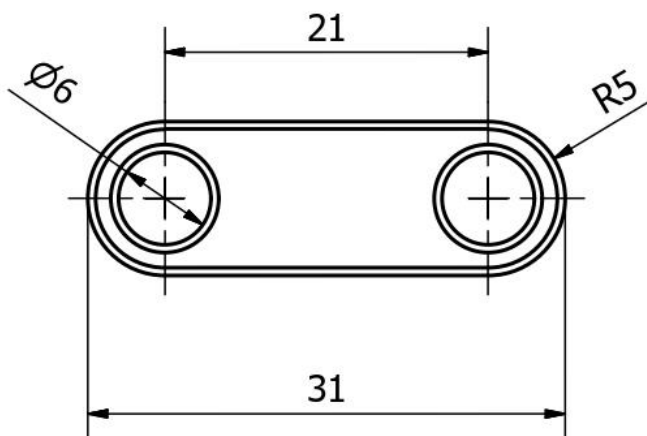


LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Soporte del Accionador
2	1	Cuerpo del Accionador
3	2	Anillo Frontal del sello del Accionador
4	1	Anillo Posterior del sello del Accionador
5	2	Monosello del Accionador
6	1	Tapón Guía de la Aguja
7	2	Espaciador
8	1	Perno Pivote
9	1	ISO 4032 - M8
10	1	Bloque Accionador
11	1	Palanca del Accionador
12	1	Guía de Vástago Accionador
13	1	Vástago del Accionador
14	1	Barra conectora
15	1	ISO 4032 - M4
16	1	ISO 4032 - M6
17	1	Pivote de Barra y Aguja
18	1	Pivote de Palanca y Barra



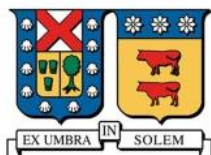
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	6/01/2020	A3	mm	1 : 2	 ISO 5456-2
Revisó	J. Carvallo/C.Valdi	2/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA		UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA				HOJA
		Accionador (Válvula 2V2P)				1 de 13

Fresado
N7



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.valdi	02/03/2020				



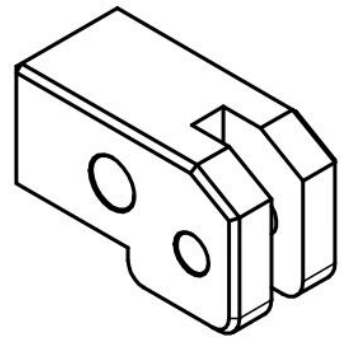
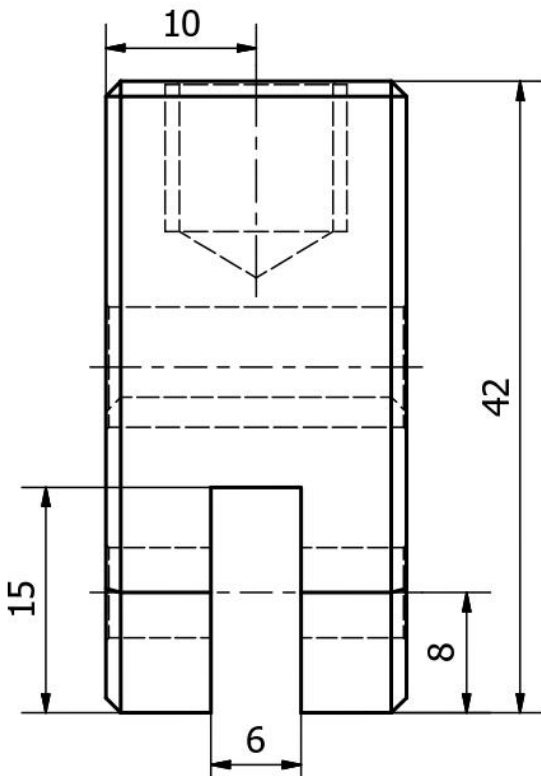
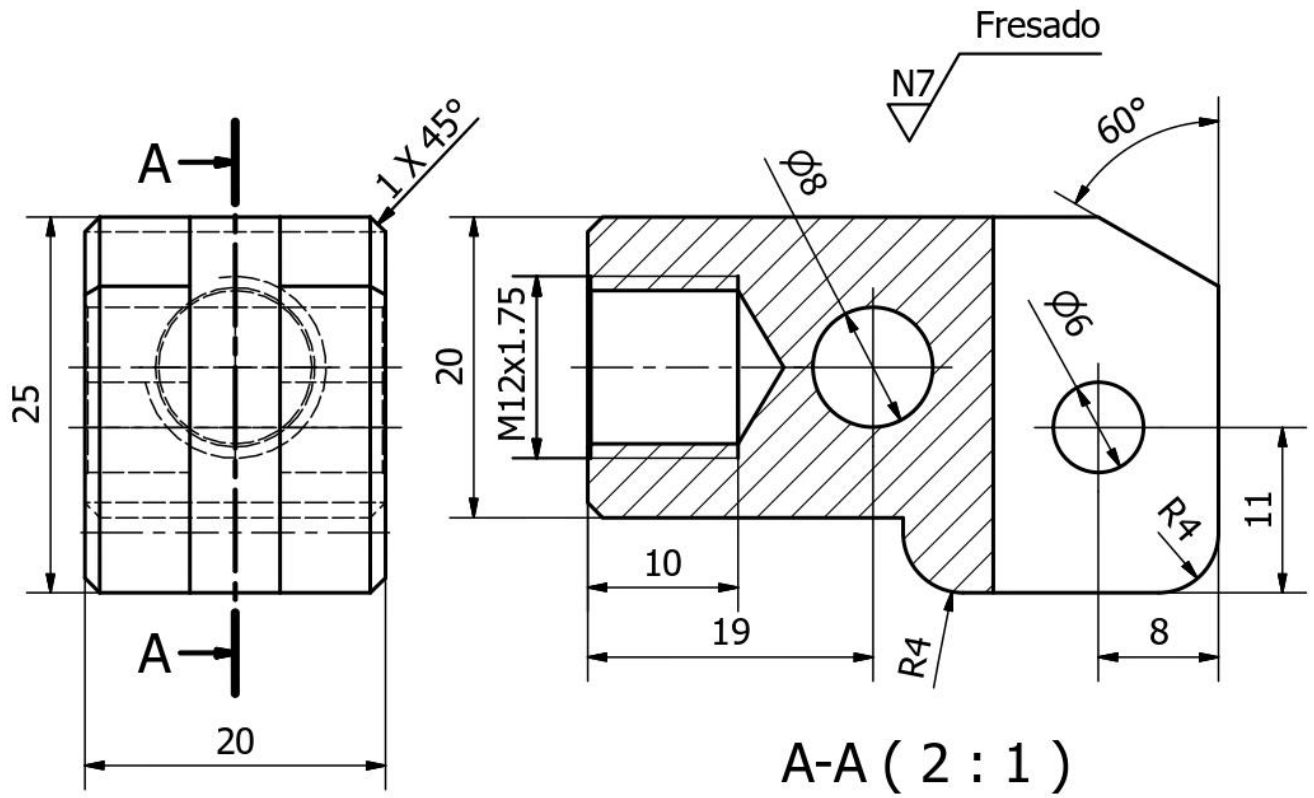
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

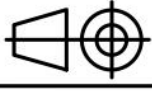
Barra conectora
Material: Pletina Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302


HOJA

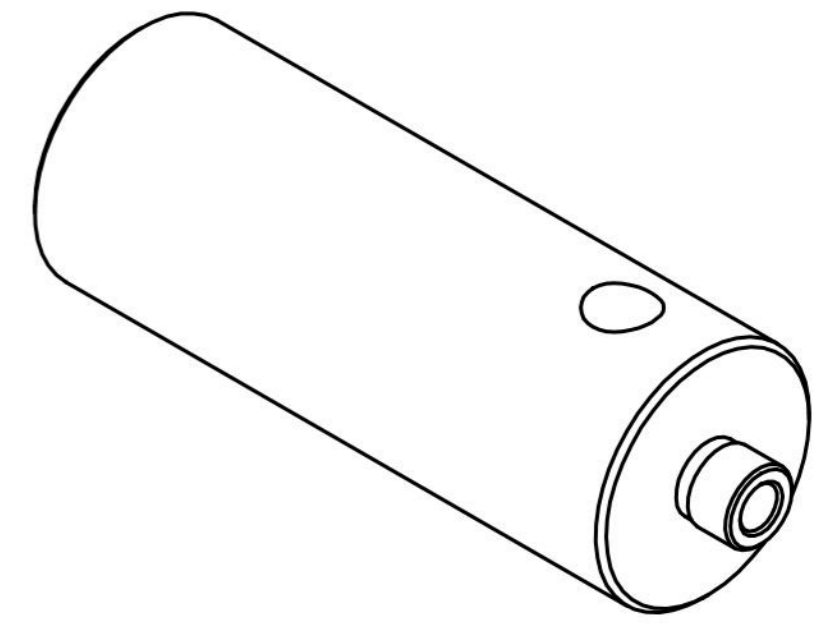
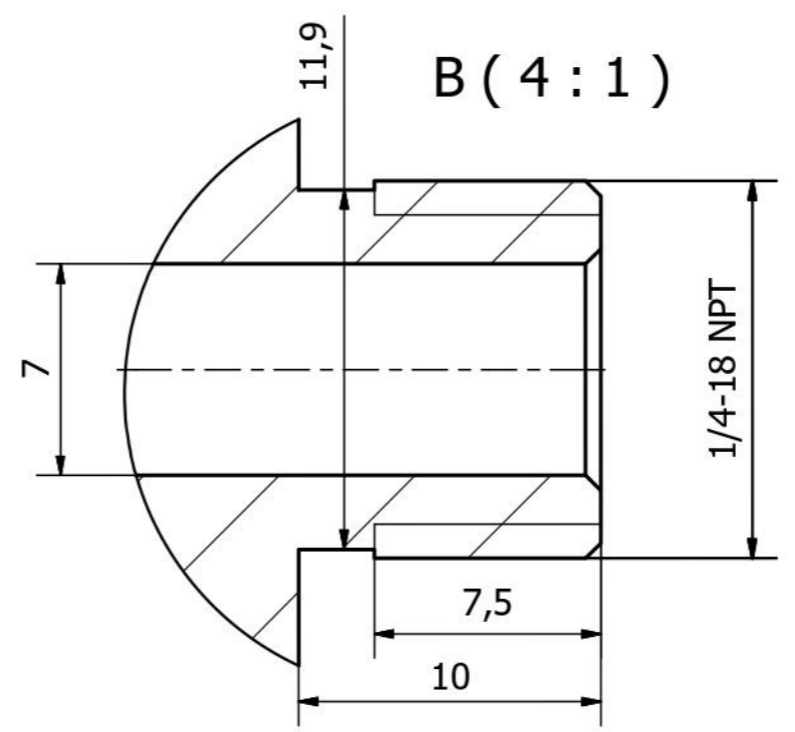
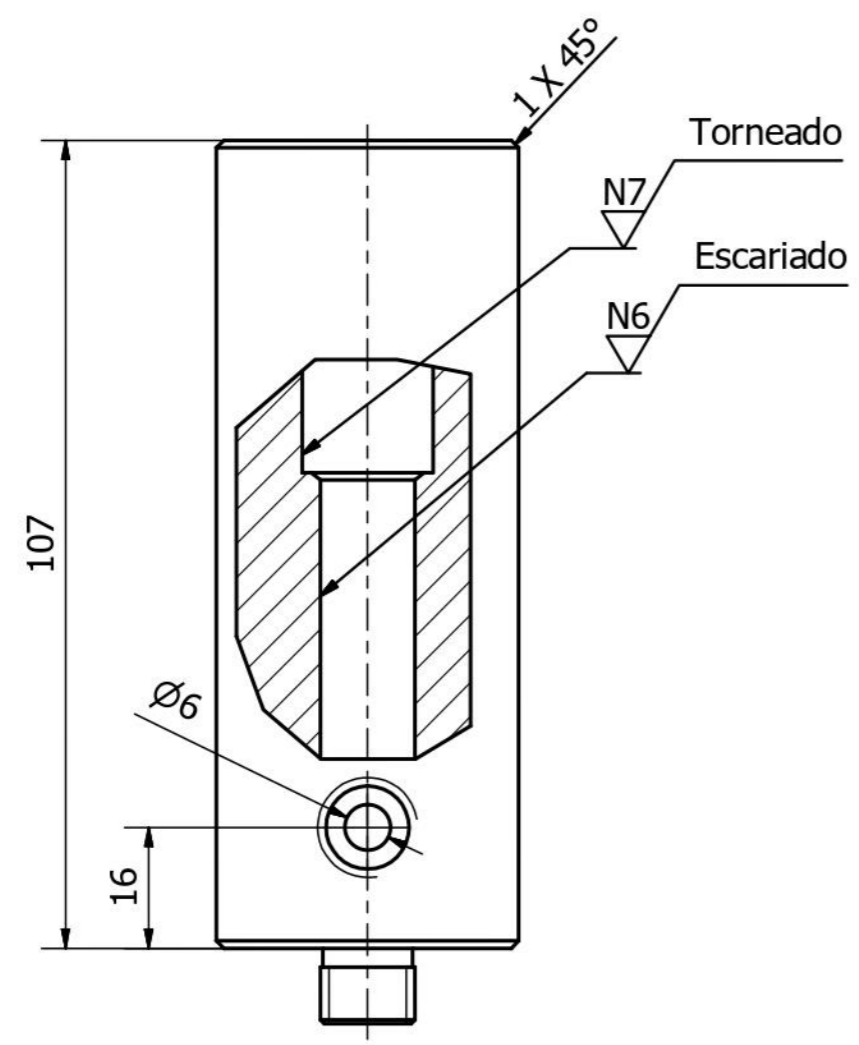
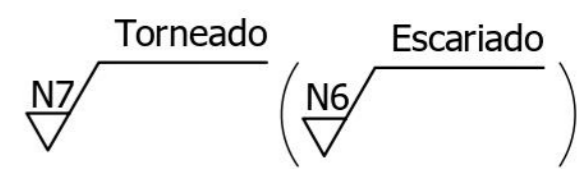
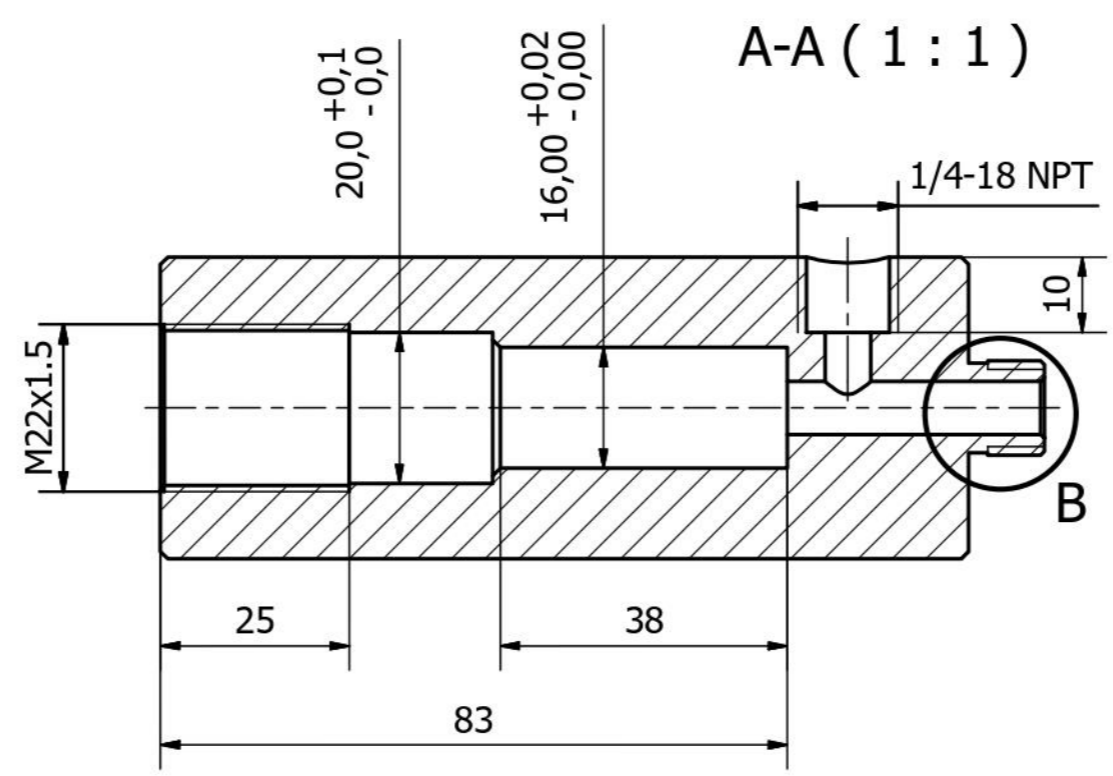
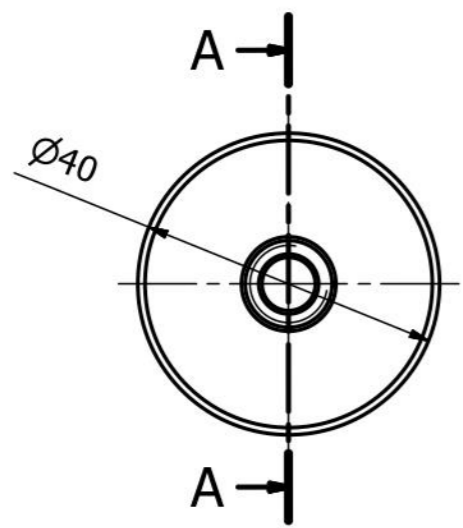
2 de 13



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				

 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA	
	Bloque Accionador Material: Plancha de Acero A-36 Calidad Superficial: ISO 1302	HOJA 3 de 13

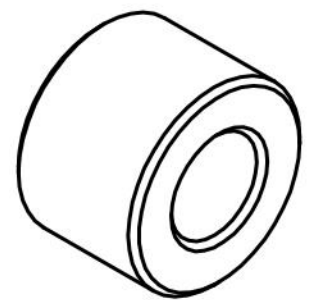
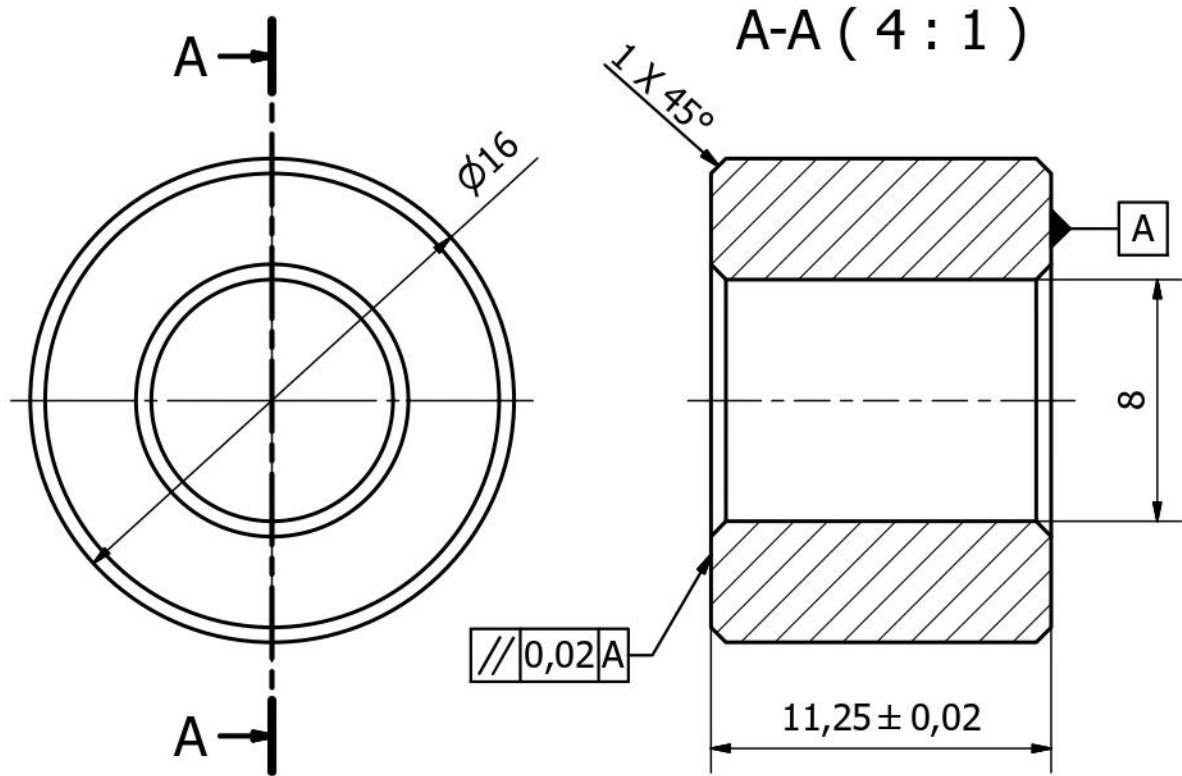


Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

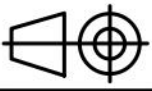
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A3	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				

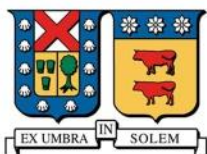
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA	HOJA 4 de 13
	Cuerpo del Accionador Material: Acero SAE 1045 Calidad Superficial: ISO 1302	

Torneado
N8



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	4 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

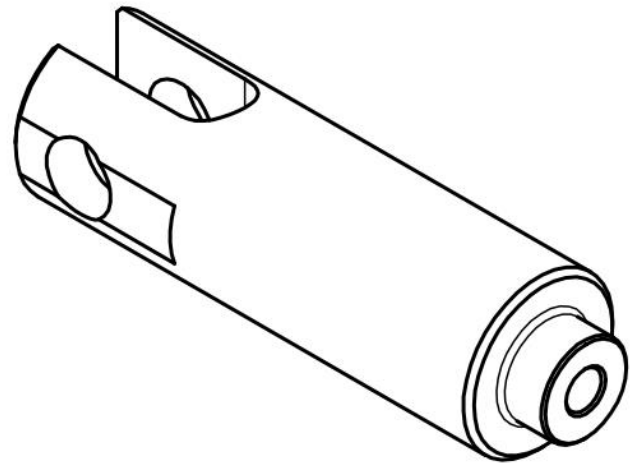
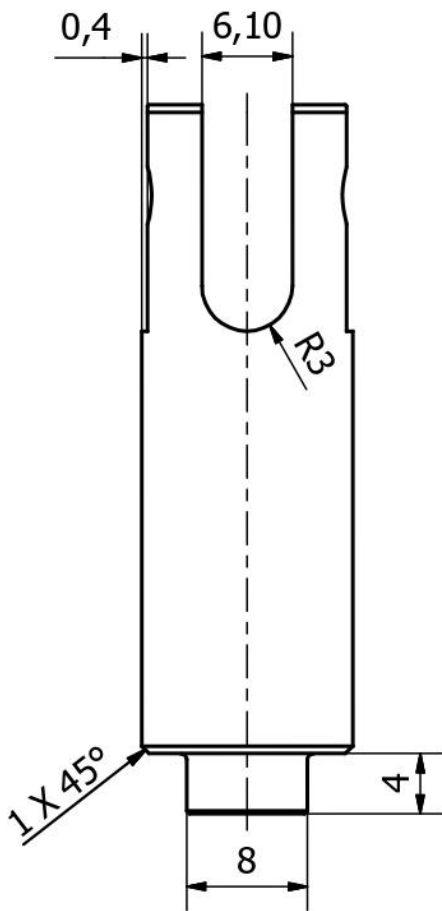
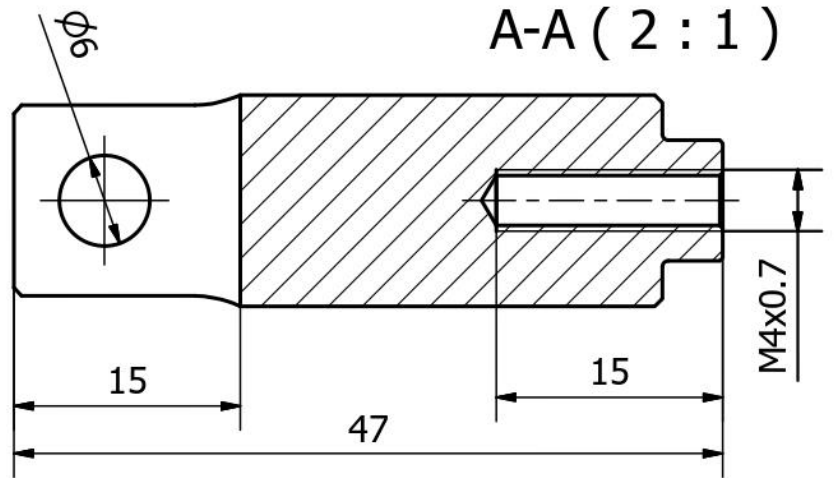
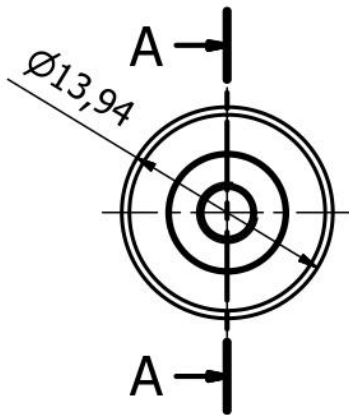
Espaciador
Material: Bronce
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA


5 de 14

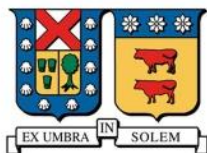
Torneado/Fresado

N7



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

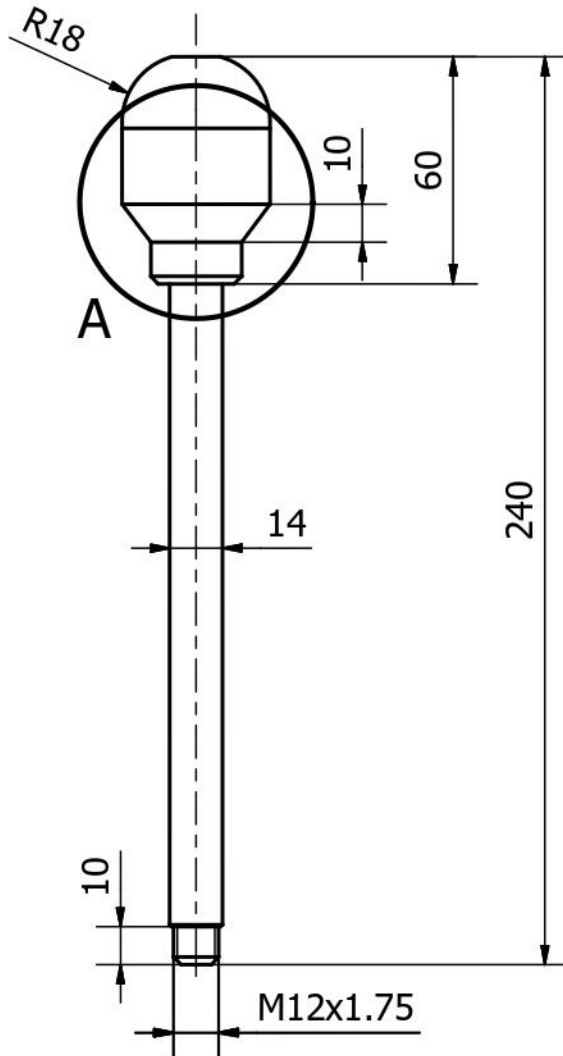
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Guía de Vástago Accionador
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

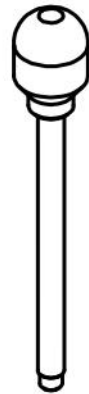
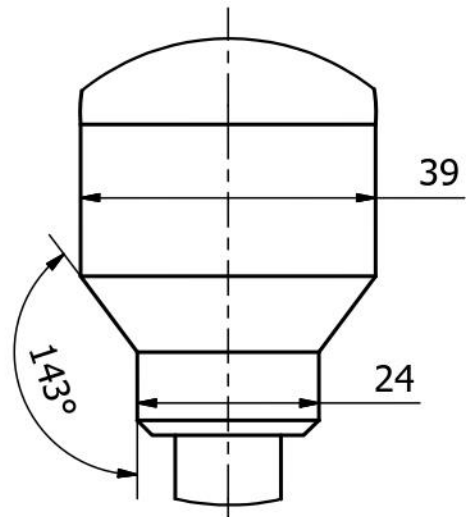
HOJA

6 de 13

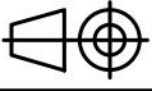
Torneado
N8

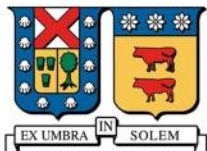


A (1 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 4	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



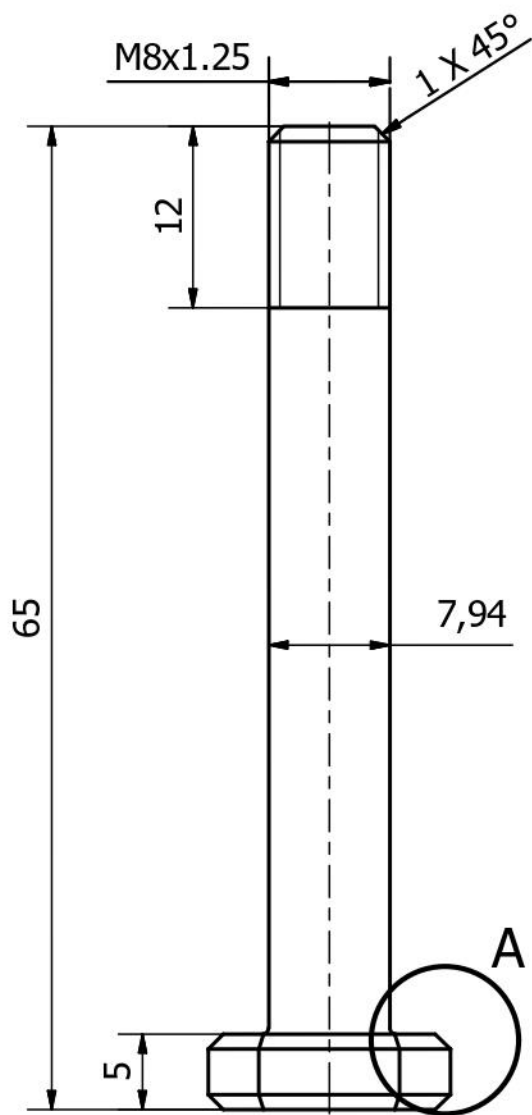
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

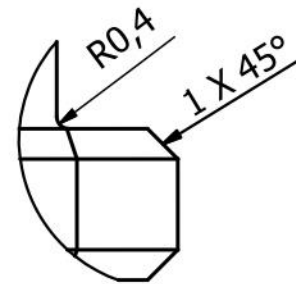
Palanca del Accionador
Material: Acero SAE 1045 / Technyl
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

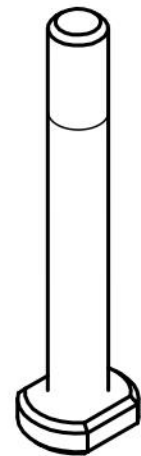
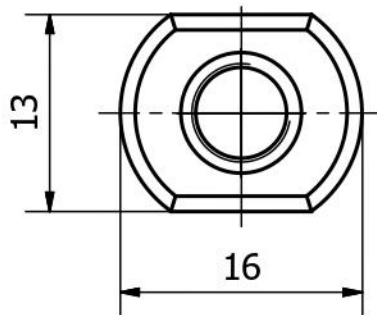
7 de 13



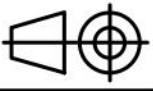
Torneado
N7

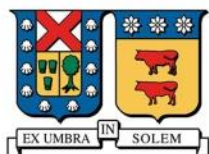


A (4 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



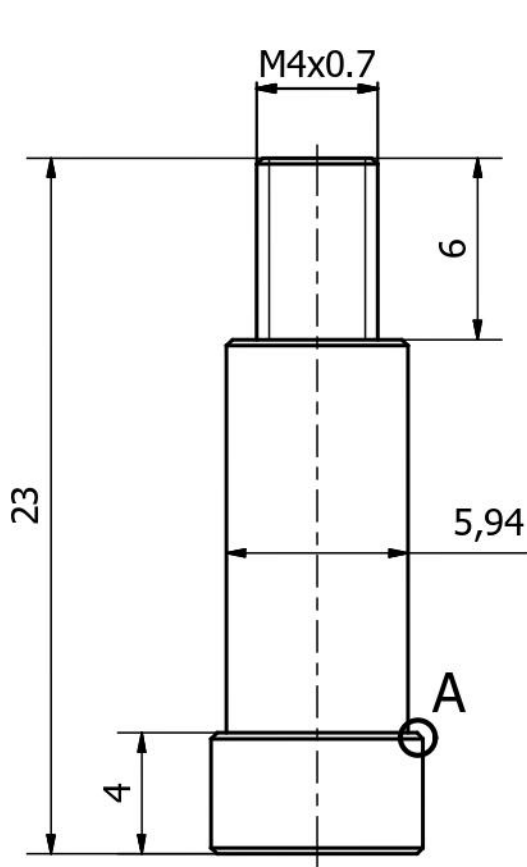
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

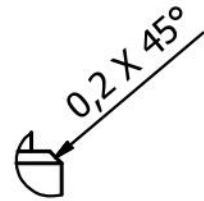
Perno Pivote
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

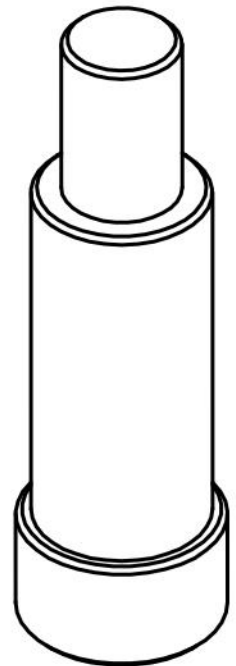
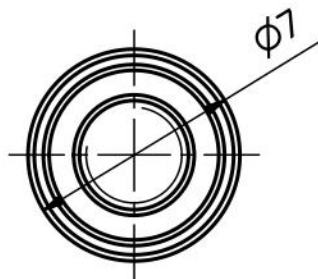
8 de 13




Torneado
N8

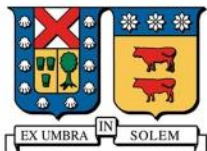


A (8 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	4 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



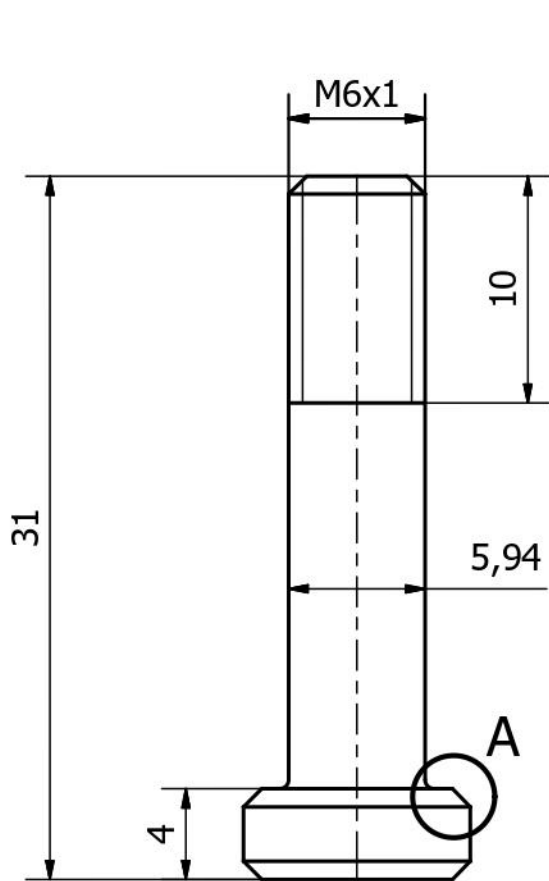
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

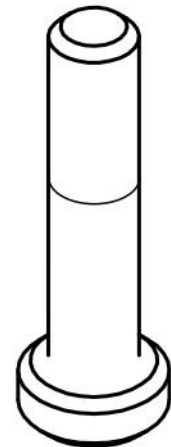
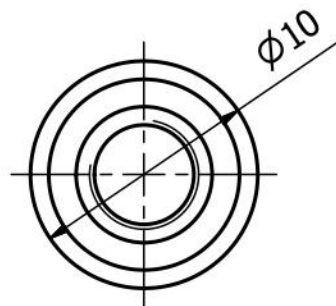
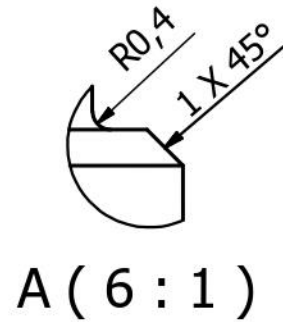
Pivote de Barra y Aguja
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

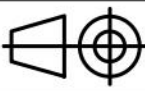
9 de 13

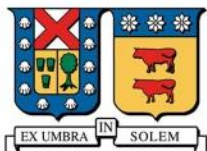


Torneado
N7



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	3 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



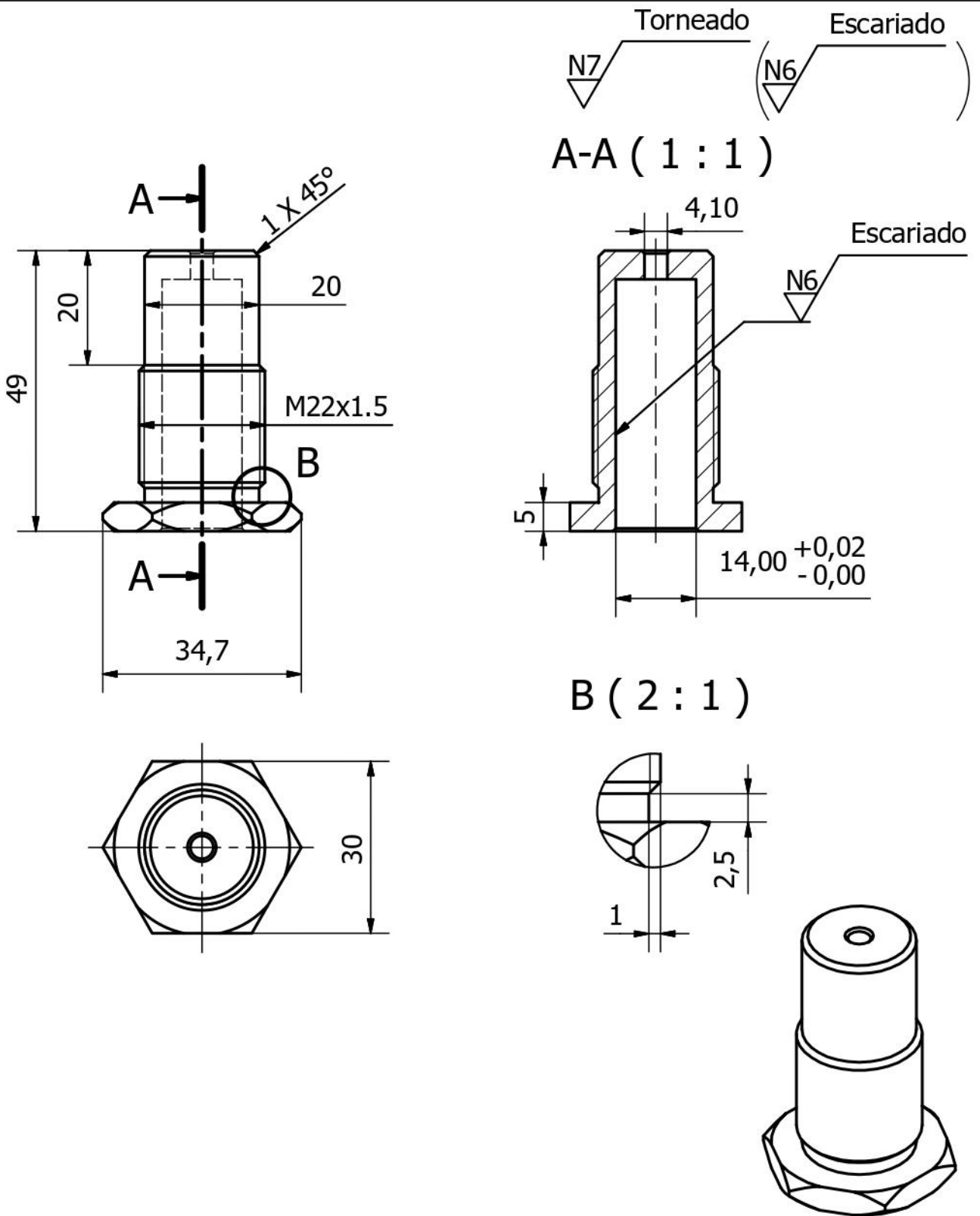
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

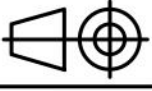
Pivote de Palanca y Barra
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

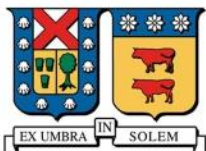
HOJA

10 de 13



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

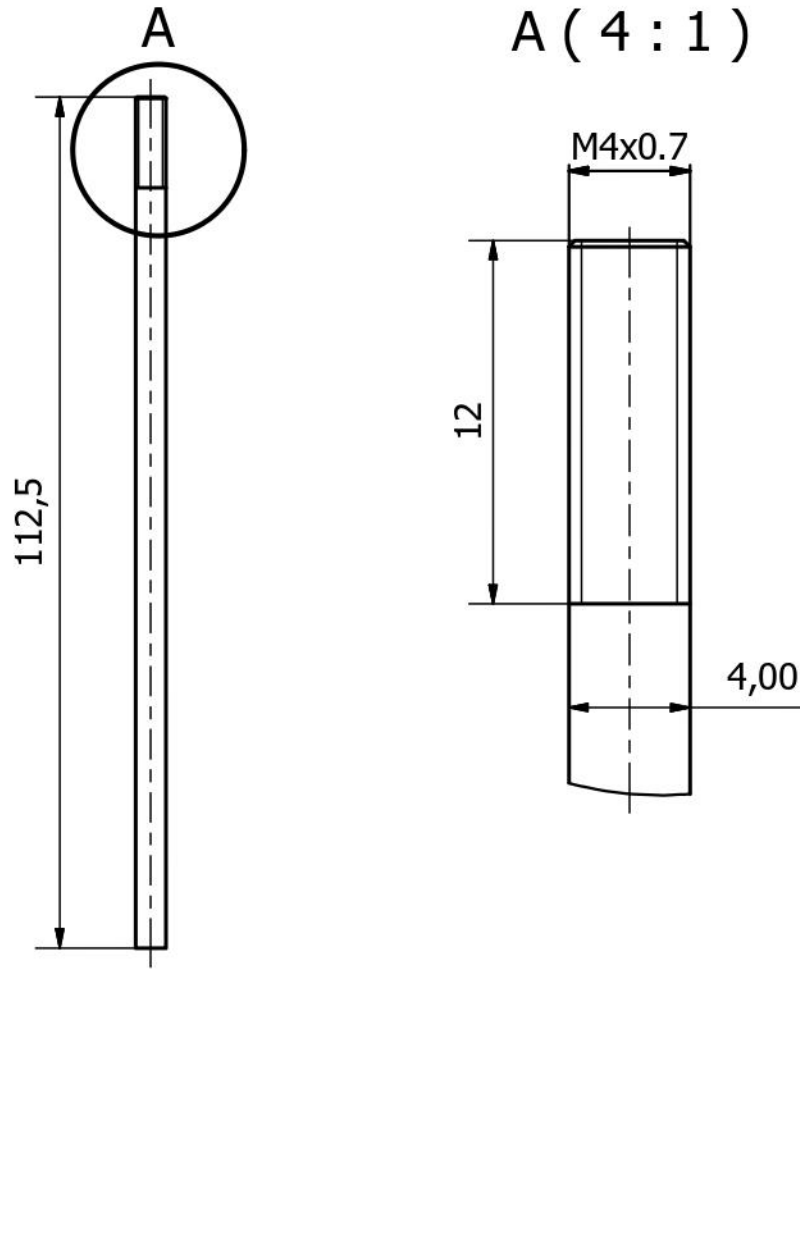
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Tapón Guía de la Aguja
Material: Bronce
Calidad Superficial: ISO 1302

HOJA

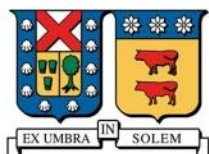
11 de 13

Torneado



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



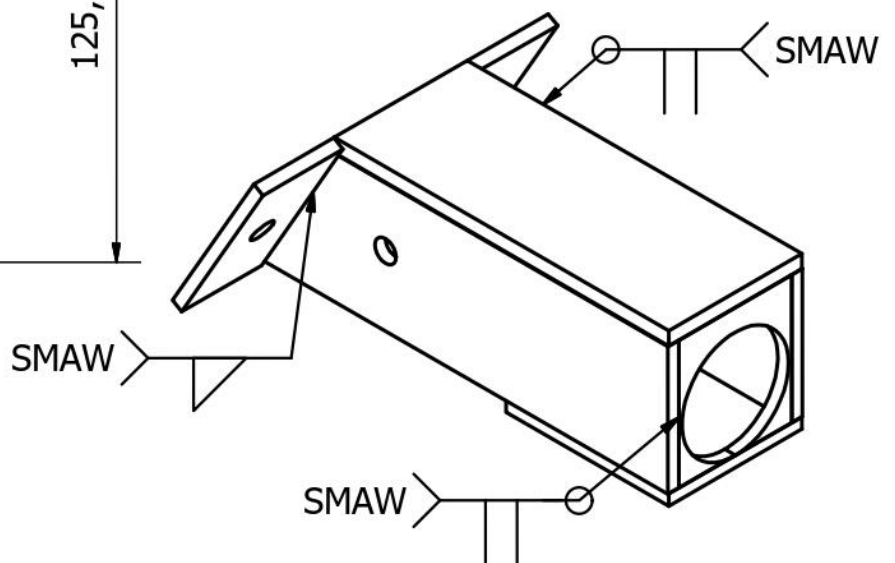
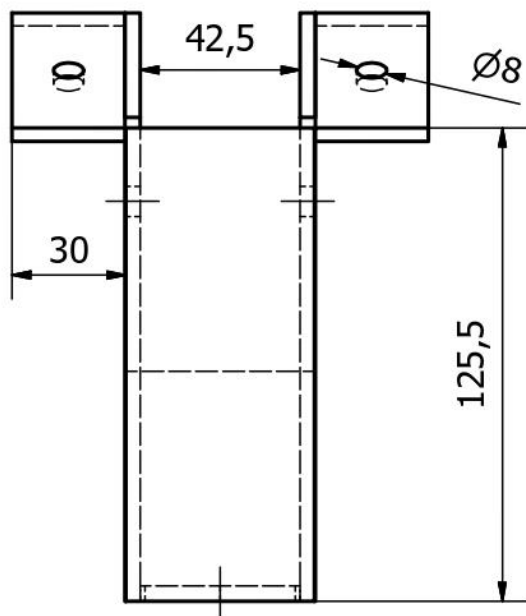
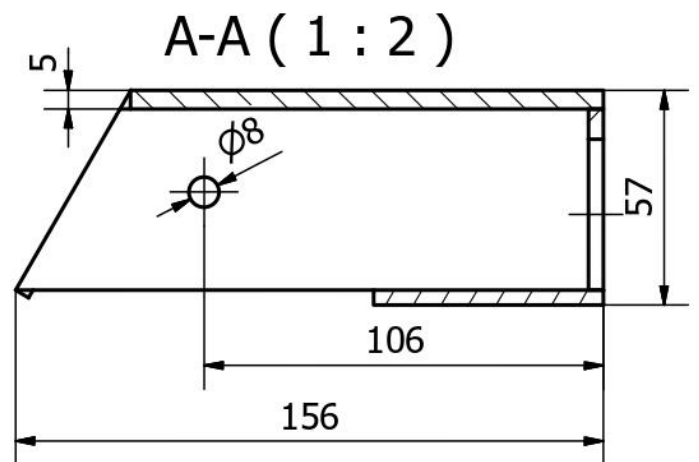
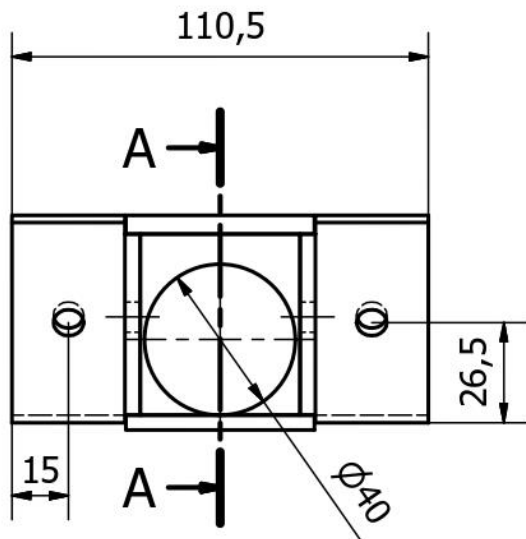
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

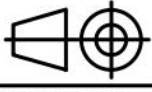
Vástago del Accionador
Material: Acero "Plata"
Calidad Superficial: ISO 1302

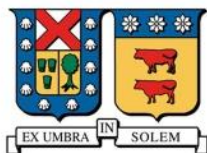
HOJA

12 de 13



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-m

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	1 : 2	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

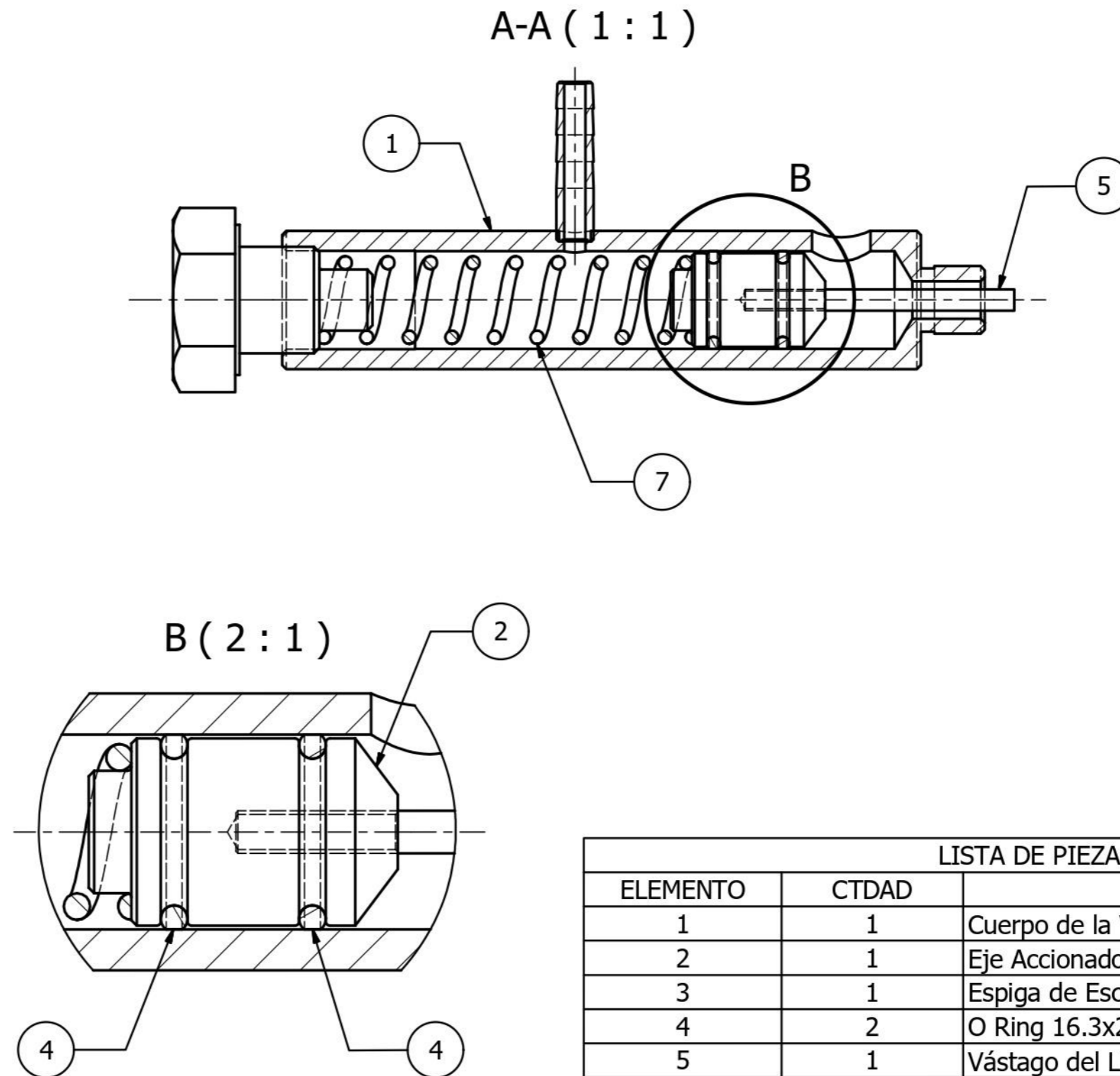
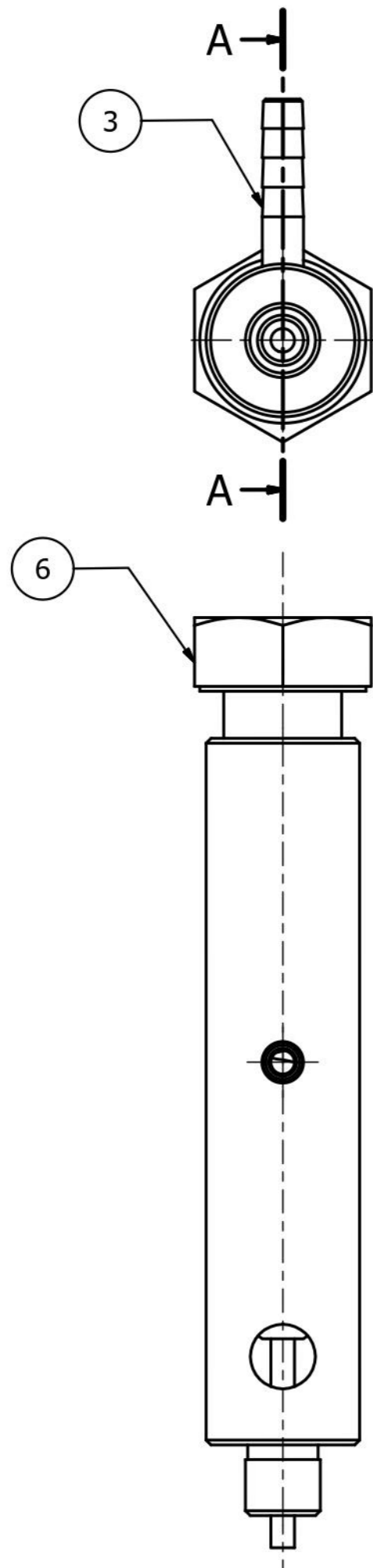
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Soporte del Accionador
Material: Pletina Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

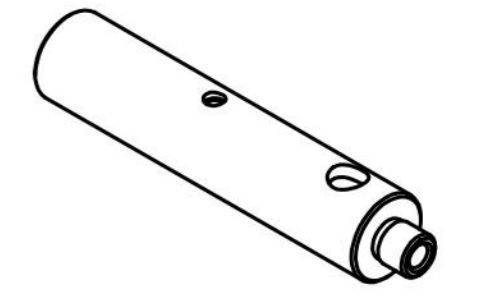
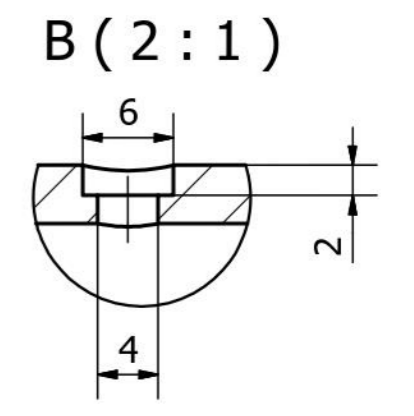
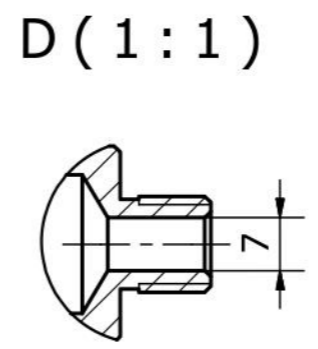
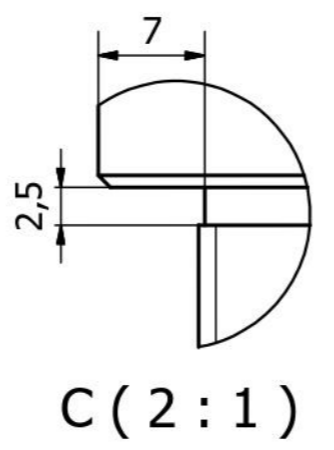
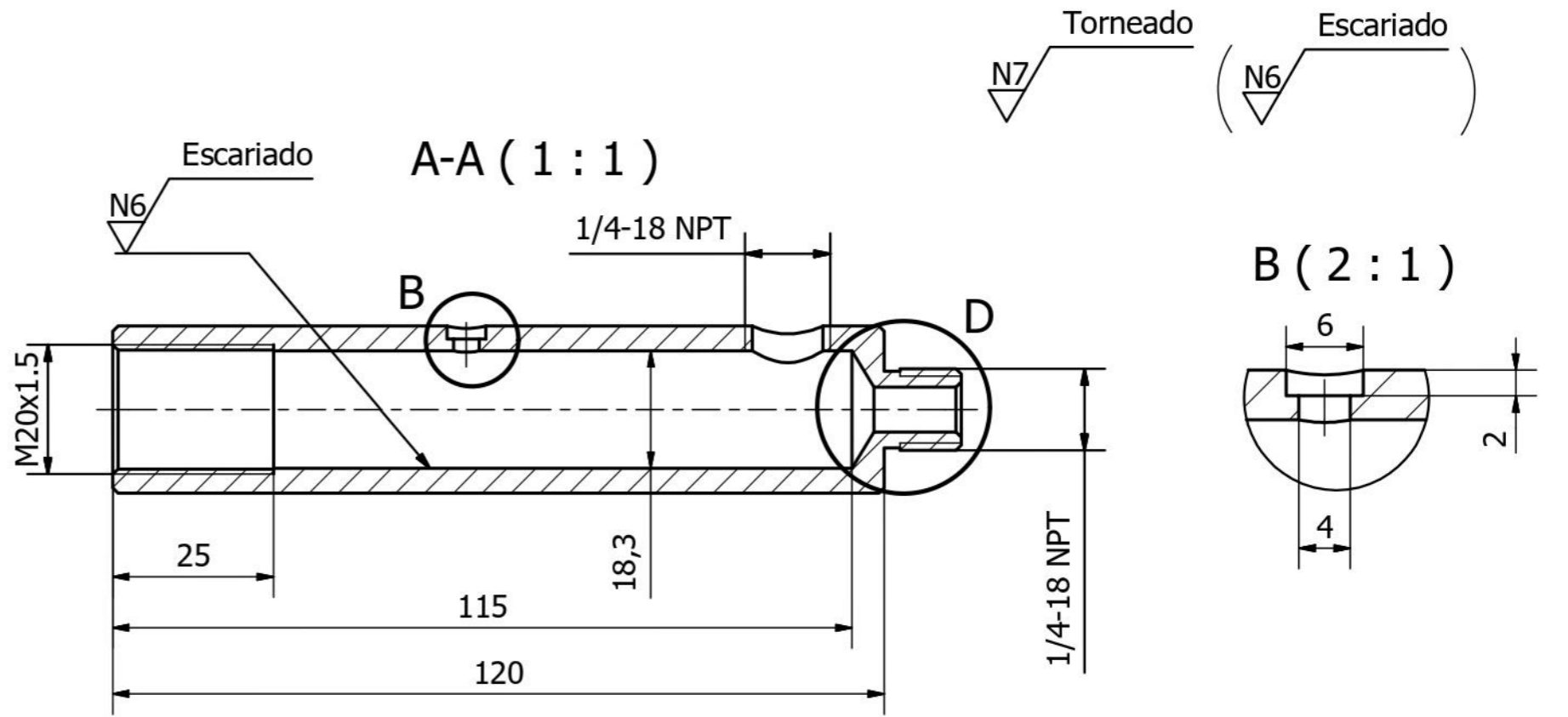
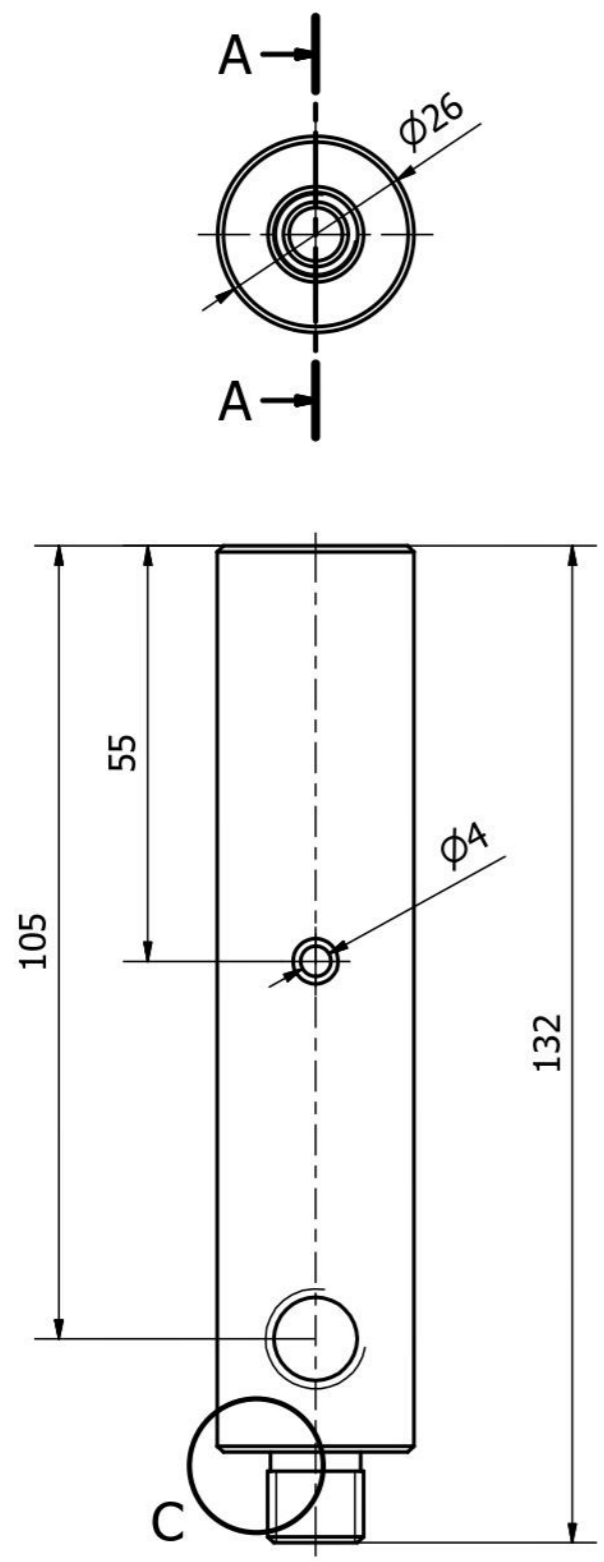
HOJA

13 de 13

ANEXO D: PLANOS VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN

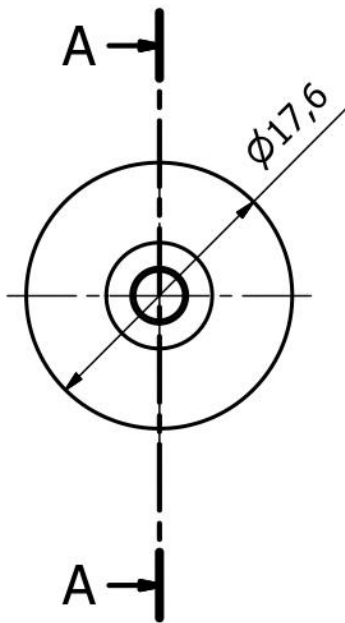


LISTA DE PIEZAS						
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA				
1	1	Cuerpo de la Válvula Limitadora				
2	1	Eje Accionador de la Válvula Limitadora				
3	1	Espiga de Escape a Estanque				
4	2	O Ring 16.3x2.5 mm				
5	1	Vástago del Limitador				
6	1	ISO 4017 - M20 x 40				
7	1	Resorte 17x70 mm				
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A3	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA		UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA				HOJA
Válvula Limitadora de Presión					1 de 4	

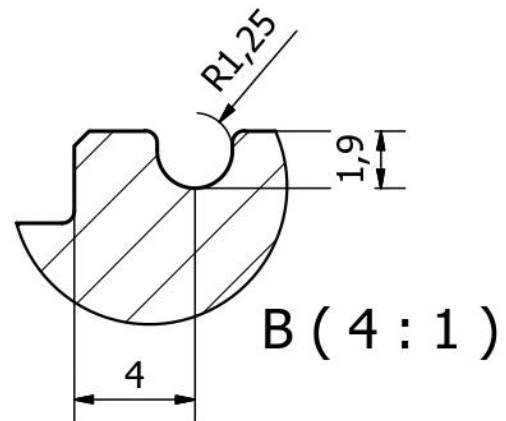
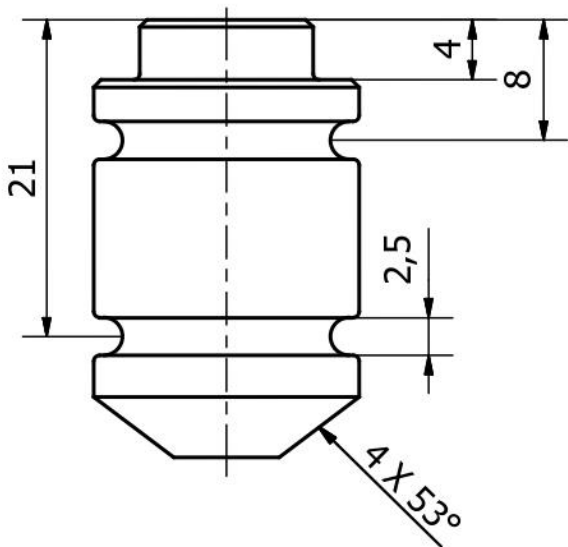
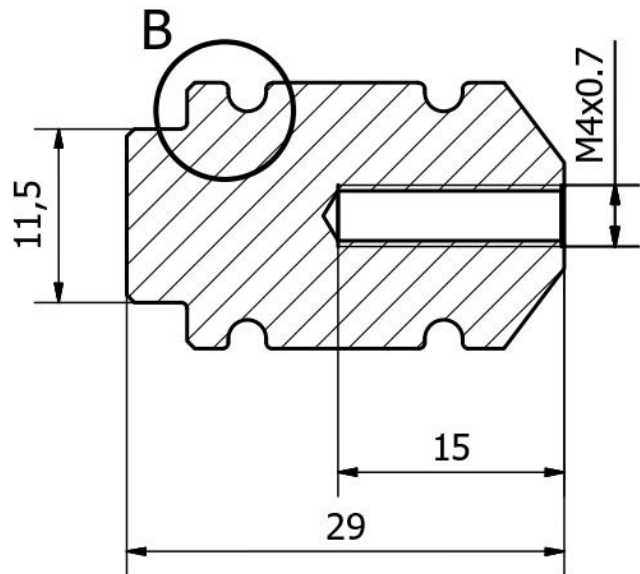


Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f						
	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A3	mm	1 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA			UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA			HOJA 2 de 4
			Cuerpo de la Válvula Limitadora Material: Acero SAE 1045 Calidad Superficial: ISO 1302			

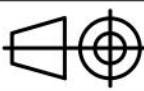
Torneado
N7

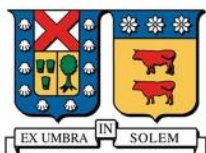


A-A (2:1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

	Nombres	Fecha	Formato	Unidad	Escala	
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	 ISO 5456-2
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

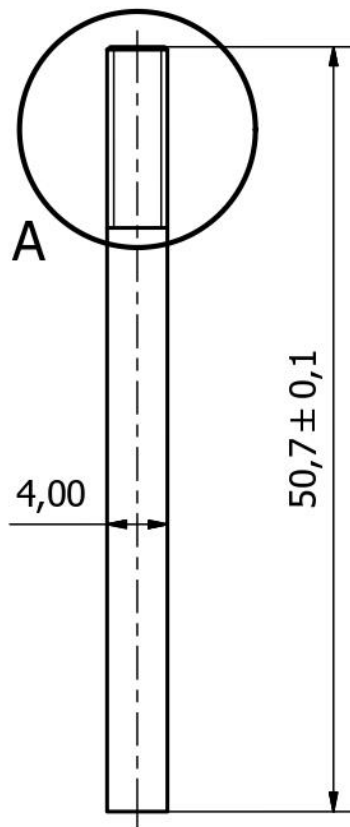
UNIDAD DE PRUEBAS PARA
INYECTORES DE MOTORES
DE ALTA POTENCIA

Eje Accionador de la Válvula Limitadora
Material: Acero SAE 1045
Calidad Superficial: ISO 1302

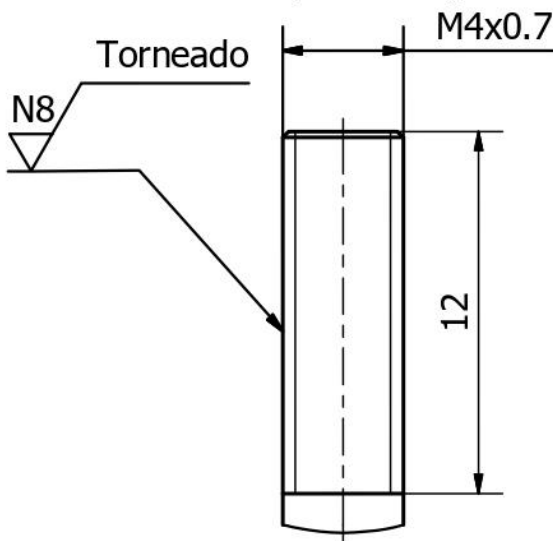
HOJA

3 de 4

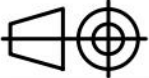
Torneado



A (4 : 1)



Nota: Tolerancias no indicadas en el plano aplicar ISO 2768-f

Nombres		Fecha	Formato	Unidad	Escala	 ISO 5456-2
Dibujó	L.Vera M./C.Sepulveda G.	06/01/2020	A4	mm	2 : 1	
Revisó	J.Carvalho/C.Valdi	02/03/2020				
 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA		UNIDAD DE PRUEBAS PARA INYECTORES DE MOTORES DE ALTA POTENCIA				
		Vástago del Limitador Material: Acero "Plata" Calidad Superficial: ISO 1302				HOJA 4 de 4

ANEXO E: COSTOS DE LOS COMPONENTES COMERCIALES

Sección Neumática				
Producto	Cantidad	Precio unitario (CLP)	Total (CLP)	Lugar de venta
Unión macho/macho ¼ NPT bronce	2	1500	3000	Covarrubias
Filtro ¼ NPT	1	25000	25000	Vignola
Lubricador ¼ NPT	1	25000	25000	Vignola
Codo 90° macho/hembra ¼ NPT bronce	1	1000	1000	Danus
Conector recto tubo 10 [mm] rosca macho ¼ NPT	6	790	4740	Vignola
Unión cruz hembra ¼ NPT bronce	1	2200	2200	Danus
Conector recto tubo 4 [mm] rosca macho ¼ NPT	3	590	1770	Vignola
Regulador de presión 3/4 NPT	1	9977	9977	Vignola
Manómetro 100 [mm] de 0 [psi] a 200 [psi] (0 [Mpa] a 1 [Mpa]) ½ NPT	1	22000	22000	Danus
Válvula direccional piloto 5V2P piloto neumático	1	7242	7242	Vignola
Silenciadores 1/8 NPT	2	2450	4900	SMC
Válvula 3/2 limitadora de carrera	2	13651	27302	SMC
Conector recto tubo 4 [mm] rosca macho 1/8 NPT	7	831	5815	SMC
Tubo neumático 10 [mm]	2 [m]	730	1460	Vignola
Tubo neumático 4 [mm]	2 [m]	320	640	Vignola
Conector recto tubo 10 [mm] rosca macho ¾ NPT	4	590	2360	Vignola
Total			144406	

Fuente: Cotizaciones realizadas a las empresas por los Autores.

Sección Hidráulica				
Producto	Cantidad	Precio unitario (CLP)	Total (CLP)	Lugar de venta
Macho espiga ¼ NPT	2	1883	3766	Covarrubias
Hembra espiga ¼ NPT	1	2160	2160	Covarrubias
Codo 90° macho/macho ¼ NPT	1	1400	1400	Danus
Válvula de retención check (tipo cono) ¼ NPT	4	7104	28416	Utecsa
Unión macho/macho ¼ NPT	4	3374	13496	Covarrubias
UMA 6 x ¼ NPT	16	3124	49984	Covarrubias
Válvula de aguja ¼ NPT	1	25300	25300	Danus
Manómetro 100 [mm] de 0 [psi] a 15000 [psi] (0 [Mpa] a 100 [Mpa]) ½ NPT	2	22000	44000	vignola
Tee hembra ¼ NPT	1	4480	4480	Danus
Manguera hidráulica 04R1T ¼	2 [m]	3990	2980	Covarrubias
Tubo Hidráulico 6 [mm]	2 [m]	2873	5746	Covarrubias
Manómetro 100 [mm] de 0 [psi] a 1500 [psi] (0 [Mpa] a 10 [Mpa]) ½ NPT	1	22000	22000	Vignola
Total		203708		

Fuente: Cotizaciones realizadas a las empresas por los Autores.