



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

**Documentación y determinación en las exigencias
geométricas ISO GPS del anteproyecto de un
utillaje neumático de fijación para mecanizado de
piezas**

Autor:

Rojo García, Mario

Tutor(es):

Esandi Baztán, María Ángeles

**Dpto. Ciencia de los Materiales e
Ingeniería Metalúrgica, Expresión
Gráfica en la Ingeniería, Ingeniería
Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría,
Ingeniería Mecánica e Ingeniería de los
Procesos de Fabricación**

Valladolid, Julio 2022.

Resumen

Este trabajo se centrará en el estudio de los requerimientos y necesidades funcionales de un dispositivo de fijación neumático para el mecanizado de piezas. Este estudio de acotación funcional se adelantará hacia las etapas más tempranas de diseño, para poder reducir los costes y tiempos y optimizar la calidad de las piezas como de su funcionamiento. Como resultado del estudio y análisis funcional se incorporan los planos.

Palabras claves

Utillaje neumático

Cuaderno de cargas

Requerimientos funcionales

Especificación Geométrica del Producto (ISO GPS)

Planos

Abstract

This work will focus on the study of the requirements and functional needs of a tire fixing device for machining parts. This functional dimensioning study will be advanced towards the earliest stages of design, in order to reduce costs and times, and optimize the quality of the parts as well as their operation. As a result of the study and functional analysis the plans are incorporated.

Key Words

Pneumatic tooling

Charges notebook

Functional requirements

Geometric Product Specification (ISO GPS)

Plans

ÍNDICE

1. Planteamiento del problema.....	9
2. Introducción y objetivos.....	9
3. Estado del arte.....	10
3.1. Introducción a la integración de tolerancias funcionales en la fase de diseño	10
3.2. Sistema ISO GPS (Geometrical Product Specifications).....	11
3.3. Actuadores neumáticos lineales.....	13
3.3.1. Cilindro de simple efecto.....	13
3.3.2. Cilindro de doble efecto.....	13
4. Funcionamiento del dispositivo neumático de fijación.....	15
4.1. Ensamblaje.....	17
4.1.1. Soporte base del utillaje neumático de fijación.....	19
4.1.2. Pistón.....	20
4.1.3. Tapa del cilindro de doble efecto.....	21
4.1.4. Brazo.....	21
4.1.5. Mordaza superior.....	22
4.2. Estudio de posiciones máximas y mínimas.....	23
4.2.1. Posición mínima.....	23
4.2.2. Posición máxima.....	24
5. Análisis funcional.....	26
5.1. Cuaderno de Cargas.....	26
5.2. Ajustes.....	28
5.2.1. Ajuste móvil o con juego.....	28
5.2.2. Ajuste indeterminado.....	28
5.2.3. Ajuste fijo u con apriete.....	29
5.2.4. Sistema de ajuste ISO.....	29
5.2.4.1. Sistema de agujero único.....	29
5.2.4.2. Sistema de eje único.....	30
5.2.5. Zonas de tolerancias preferentes.....	30
5.2.6. Cálculo de ajustes.....	31
5.2.6.1. Requerimiento funcional A.....	31
5.2.6.2. Requerimiento funcional B.....	32
5.2.6.3. Requerimiento funcional C.....	34
5.2.6.4. Requerimiento funcional D.....	35

5.2.6.5.	Requerimiento funcional E.....	36
5.2.6.6.	Requerimiento funcional F.....	37
5.2.7.	Selección de ajustes recomendados para pasadores.....	39
5.2.7.1.	Requerimiento funcional G.....	39
5.2.7.2.	Requerimiento funcional H.....	40
5.2.7.3.	Requerimiento funcional I.....	40
5.2.7.4.	Requerimiento funcional J.....	42
5.2.7.5.	Requerimiento funcional K.....	42
5.3.	Cadenas de cotas.....	44
5.3.1.	Demasía A.....	44
5.3.2.	Demasía B.....	45
5.3.3.	Demasía C.....	46
5.3.4.	Demasía D.....	47
5.3.5.	Demasía E.....	48
5.3.6.	Demasía F.....	49
5.3.7.	Demasía G.....	50
5.3.8.	Demasía H.....	51
5.4.	Tolerancias Geométricas.....	52
5.4.1.	Simbología de la norma ISO 1101:2017.....	52
5.4.2.	Indicadores de tolerancias geométricas.....	53
5.4.3.	Requerimientos geométricos.....	54
5.4.3.1.	Marca 2.....	54
5.4.3.2.	Marca 3.....	54
5.4.3.3.	Marca 8.....	54
5.4.3.4.	Marca 11.....	54
5.4.3.5.	Marca 14.....	55
5.4.3.6.	Marca 16.....	55
5.4.3.7.	Marca 19.....	55
5.5.	Indicación de la calidad superficial en la documentación técnica de productos....	55
5.5.1.	Representación gráfica de acabados superficiales.....	56
6.	Planos.....	57
7.	Conclusiones.....	58
8.	Bibliografía.....	59
9.	Normas.....	60
10.	Anexos.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Diferencias entre una pieza teórica y la pieza real una vez fabricada (con errores de forma exagerados). Hernandez-Castellano et al. (2016:11)	12
Figura 2- Cilindro de doble efecto. Tornero et al. (2016:4).....	14
Figura 3- Diferencia entre las secciones efectivas de un cilindro. Tornero et al. (2016:7)	15
Figura 4- Imagen del anteproyecto del utillaje neumático de fijación de piezas para su mecanizado.	16
Figura 5- Pieza a mecanizar por el utillaje neumático de fijación.	17
Figura 6- Imagen tridimensional del utillaje neumático de fijación.....	18
Figura 7- Subensamblaje soporte base en otra posición.....	20
Figura 8- Subensamblaje soporte base del utillaje.	20
Figura 9- Subensamblaje pistón.	20
Figura 10- Subensamblaje tapa.....	21
Figura 11- Subensamblaje brazo	22
Figura 12- Subensamblaje brazo	22
en posición lateral.....	22
Figura 13- Subensamblaje mordaza superior.....	22
Figura 14- Posición mínima del utillaje neumático de fijación.	23
Figura 15- Ángulo máximo que se consigue entre el brazo y el brazo ajustable.....	23
Figura 16- Distancia mínima entre los planos de la mordaza superior e inferior.....	24
Figura 17- Posición máxima del utillaje neumático de fijación.....	24
Figura 18- Ángulo mínimo entre el brazo marca 10 y el brazo ajustable.....	25
Figura 19- Distancia máxima entre los planos de la mordaza superior e inferior.....	25
Figura 20- Representación de ajuste móvil o con juego.	28
Figura 21- Representación del ajuste indeterminado. Copyright ISO 286-1:2010.....	28
Figura 22- Representación de ajuste fijo u apriete.	29
Figura 23- Representación de sistema de agujero único. Copyright ISO 286-1:2010.	30
Figura 24- Representación de sistema de eje único. Copyright ISO 286-1:2010.....	30
Figura 25- Zonas de tolerancias preferentes para agujeros y ejes.	31
Figura 26- Representación del requerimiento A.....	31
Figura 27- Representación del resultado del ajuste A.....	32
Figura 28- Representación del requerimiento B.....	33
Figura 29- Representación del resultado del ajuste B.	33

Figura 30- Representación del requerimiento C.	34
Figura 31- Representación del resultado del ajuste C.	34
Figura 32- Representación del requerimiento D.	35
Figura 33- Representación del resultado del ajuste D.	36
Figura 34- Representación del requerimiento E.	36
Figura 35- Representación del resultado del ajuste E.	37
Figura 36- Representación del requerimiento F.	38
Figura 37- Representación del resultado del ajuste F.	38
Figura 38- Representación del requerimiento G.	39
Figura 39- Representación del requerimiento G.	40
Figura 40- Representación del requerimiento G.	40
Figura 41- Representación del requerimiento I.	41
Figura 42- Representación del requerimiento J.	42
Figura 43- Representación del requerimiento K.	43
Figura 44- Representación de la demasía A.	44
Figura 45- Representación de la demasía B.	45
Figura 46- Representación de la demasía C.	46
Figura 47- Representación de la demasía D.	47
Figura 48- Representación de la demasía E.	48
Figura 49- Representación de la demasía F.	49
Figura 50- Representación de la demasía G.	50
Figura 51- Representación de la demasía G.	51
Figura 52- Indicadores de tolerancias geométricas. Copyright ISO 1101:2012	53
Figura 53- Representación de las especificaciones del estado superficial. Copyright ISO 1302:2002	56
Figura 54- Símbolos gráficos de los acabados superficiales. Copyright ISO 1302:2002	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Clasificación de las marcas del utillaje entre comerciales y no comerciales.....	19
Tabla 2- Simbología de tolerancias Geométricas. Recuperado de Normas ISO de acotación de planos técnicos. Renault Version 3.0	52
Tabla 3- Acabados superficiales según el contacto entre superficies. Román Freire et al. (2021).....	55
Tabla 4- Rugosidades superficiales (Ra) según la función de la superficie de la marca. Román Freire et al. (2021).....	56

1. Planteamiento del problema

La dificultad de los requerimientos funcionales de los dispositivos ha dado lugar a la aparición de un mayor interés en la acotación funcional en los últimos años.

Por lo que en este trabajo se plantea el análisis funcional de un objeto u dispositivo del que se conoce una documentación gráfica a modo de anteproyecto. Para este estudio se requiere el análisis, el modelado 3D de piezas con CATIA V5, montaje y su documentación según ISO GPS, planos.

Como se puede ver en la investigación bibliográfica existen muy pocos artículos y libros que relacionen, en función de la acotación funcional, el funcionamiento del producto con el diseño conceptual del mismo.

2. Introducción y objetivos

El objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado, consiste en realizar un cuaderno de cargas que recoja las necesidades y requerimientos de las piezas de un utillaje neumático. Estas necesidades y requerimientos serán traducidas a través del análisis funcional a los planos, que será el objetivo final.

A partir de un anteproyecto se realizan los croquis de cada una de las piezas que componen el utillaje, para después realizar su modelado 3D a través del software Catia V5. La versión 3D del utillaje neumático se dividirá en subconjuntos (*components*) para que más tarde se pueda describir más fácilmente las relaciones existentes entre piezas. Una vez realizado este proceso se creará una lista de requerimientos y necesidades (ajustes, cadenas de cotas, tolerancias geométricas, superficies de contacto...) que deberán cumplir las piezas para que el dispositivo pueda funcionar correctamente en conjunto. Esta lista se recogerá en el cuaderno de cargas para que se pueda responder convenientemente a las necesidades de cada pieza. Gracias al cuaderno de cargas y sus respuestas se podrá realizar un análisis funcional completo desde un aspecto más global hasta uno más particular o en detalle, es decir introducir la acotación funcional en los planos de las piezas.

Un análisis funcional técnico permite tener una pieza descrita completamente gracias a los planos creados, ya que estos incorporan los requisitos funcionales en geométricos. Contienen desde la geometría y la forma de la pieza hasta los requerimientos geométricos, funcionales, acotación, ajustes... Todo esto se traslada a su vez al dispositivo 3D, que lo completará de forma funcional.

El montaje de los distintos componentes nos permite conocer mejor el dispositivo, debido a que el cómo se montan las piezas permite saber más fácilmente cuáles son las superficies fundamentales que limitan los grados de libertad y por tanto, cuáles son las superficies que se tomarán como referencia en la acotación funcional.

3. Estado del arte

3.1. Introducción a la integración de tolerancias funcionales en la fase de diseño

En la mayor parte de la industria, la práctica habitual es asignar tolerancias funcionales en las últimas fases de diseño. Dichas tolerancias influyen tanto en el diseño como en el coste de producción, las tolerancias son parámetros necesarios en el diseño integrado. Por lo que en la actualidad los diseñadores pretenden adelantar las decisiones de tolerancia hacia la fase más temprana posible en el proceso de diseño, para evaluar la fabricabilidad. Los expertos Dantan *et al.* (2003:135) adelantan las decisiones de tolerancia en el proceso de diseño y se plantean tres preguntas fundamentales:

- ¿Cómo integrar la síntesis de la asignación de tolerancias en el proceso de diseño?
- ¿Cómo garantizar la transición de la función del producto a especificaciones geométricas del producto?
- ¿Cómo mantener la trazabilidad de las tolerancias durante el proceso de diseño?

Este trabajo se centrará en la segunda cuestión, en cómo garantizar la transición de la función del producto a especificaciones geométricas del producto. Es decir, traducir los requisitos funcionales en requisitos geométricos entre las piezas del producto, lo que sería el último nivel del diseño conceptual.

Se debe hacer un pequeño inciso para diferenciar los términos función y comportamiento, ya que están estrechamente relacionados en los términos de diseño de un producto. Por lo general, la función de un producto es lo que hace o desarrolla, y el comportamiento es cómo lo hace.

Para integrar tanto el diseño como las tolerancias en la industria, se ha definido el Proceso Integrado de Tolerancia (ITP), que garantiza la transición continuada desde las funciones hasta las tolerancias funcionales. El Proceso Integrado de Tolerancia (ITP) se debe iniciar desde la fase conceptual del proceso de diseño y evolucionar continuamente hasta llegar al diseño final que es el diseño en detalle. El diseño conceptual tiene un alto nivel de requisitos, por lo que se tiene que conseguir unas soluciones necesarias. El Proceso Integrado de Tolerancia según Dantan *et al.* (2003:136) se descompone en las siguientes subactividades (traducción nuestra):

- La actividad A11 define las funciones y restricciones del producto. Esta actividad A11 se conoce como diseño funcional.
- La actividad A12 consiste en realizar el modelo cinemático de comportamiento del producto.
- La actividad A13 se centra en descomponer las funciones y restricciones para cada subensamblaje o conjunto del producto.

- La actividad A14 conceptualiza la forma y la estructura del producto según su función, restricciones y comportamiento.
- La actividad A15 define el comportamiento y requisitos geométricos, que limitan las características clave del producto. Denominado como análisis funcional.
- La actividad A16 se centra en determinar las tolerancias funcionales. Esta actividad es la principal del Proceso Integrado de Tolerancia y se suele descomponer en dos subactividades:
 - La primera subactividad trata de determinar las influencias de las piezas, las superficies o variaciones geométricas sobre los requisitos geométricos de la actividad A15.
 - La segunda subactividad se centra en la asignación de las tolerancias.

Como resumen de la actividad A11 a la A15, los diseñadores desarrollan los principales requisitos funcionales y técnicos que fijan a cada conjunto de piezas. Un requisito funcional es la relación que existe entre la pieza y su entorno, y un requisito geométrico es una condición sobre las características funcionales de la pieza. En la actividad A16, estudian el efecto de los requisitos y variaciones geométricas. Para determinar las tolerancias de cada pieza del producto, se necesita tener información sobre el comportamiento cinemático (cinemática, articulación, pieza, función descompuesta), el comportamiento geométrico del producto y ciclo funcional. Un ciclo funcional está compuesto por: piezas clave, característica clave (o articulación clave que es la unión entre dos características clave) y variaciones geométricas clave. Las tolerancias relacionadas con requisitos geométricos están referidas a las características clave de las piezas clave y limitan sus variaciones geométricas clave. Dantan *et al.* (2003)

3.2. Sistema ISO GPS (Geometrical Product Specifications)

El sistema ISO GPS establece los requisitos funcionales y geométricos de los componentes de un dispositivo sin ambigüedades, en una documentación técnica. Debido a que la documentación gráfica que se emplea, en muchas ocasiones, en la Industria tiene especificaciones inadecuadas y ambiguas, dando lugar a unas tolerancias muy exigentes y caras. Puesto que las piezas funcionales son las que deben tener estos requerimientos, mientras que las piezas o superficies no funcionales no deben implementarse excesivos requisitos, ya que al no tener función no son necesarios y encarecerían la fabricación de dicha pieza. Esto es lo que intenta conseguir el sistema ISO GPS. Hernández-Castellano *et al.* (2016:10)

Se debe recoger una serie de requerimientos y especificaciones que cumplan las piezas una vez fabricadas para su funcionamiento óptimo posterior. Estos requerimientos que comprenden la forma o geometría, dimensiones, características

superficiales, tolerancias de fabricación, tolerancias geométricas y funcionales se recogen en la documentación técnica basada en el sistema ISO GPS.

Estos requisitos de tolerancias se convierten en decisivos cuando hay errores de forma en la fabricación, ya que la incertidumbre en las dimensiones puede acarrear problemas tanto legales como económicos. Hernández-Castellano *et al.* (2016:11)

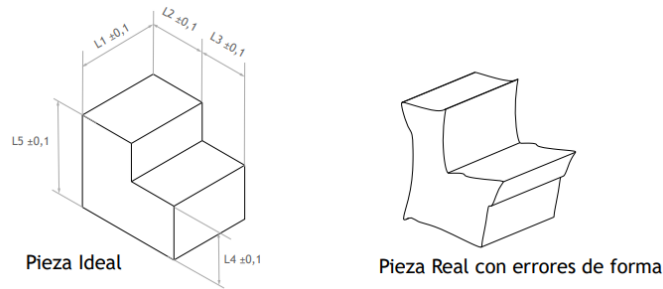


Figura 1- Diferencias entre una pieza teórica y la pieza real una vez fabricada (con errores de forma exagerados). Hernández-Castellano *et al.* (2016:11)

El sistema ISO GPS permite una relación mejor, más detallada y precisa entre las fases de diseño, fabricación y metrología de la pieza. A causa de interpretaciones menos ambiguas y acotaciones funcionales más correctas, diferenciando entre piezas o superficies funcionales y no funcionales.

Según Hernández-Castellano *et al.* (2016:14), el sistema ISO GPS se estructura bajo los siguientes pilares:

- Se encuentra presente durante las fases de diseño, fabricación y metrología para asegurar la calidad necesaria de cada pieza.
- Se encarga del estudio funcional tanto de cada pieza, como del conjunto de piezas.
- Se ocupa de todas las especificaciones y requisitos funcionales y geométricos.
- Estudia las características de cada pieza con respecto a diferentes procesos de fabricación.

El sistema GPS ha supuesto una evolución en la descripción gráfica de una pieza con respecto a las normas anteriores. Gracias a este sistema implantado, se puede alcanzar un nivel de detalle mucho mayor. Además, elimina todo tipo de ambigüedades, lo que permite una mejor comunicación de la documentación técnica entre proveedores y empresas. Sin importar el idioma o país del mundo ya que el lenguaje utilizado es un lenguaje gráfico. Hernández-Castellano *et al.* (2016)

3.3. Actuadores neumáticos lineales

La información acerca de los actuadores neumáticos lineales (apartado 3.3) se ha recogido en Tornero *et al.* (2016:2-7).

Son aquellos mecanismos que permiten transformar la energía que se almacena en el aire cuando está comprimido en trabajo mecánico con un movimiento lineal. Las características más importantes de estos mecanismos son las siguientes:

- Son capaces de almacenar y transportar el trabajo mecánico.
- El aire utilizado puede expulsarse directamente al ambiente, por lo que no es necesario circuitos de retorno, aunque algunos dispositivos están dotados de ellos.
- Es una tecnología muy limpia, por lo que no contamina.
- El aire es sensible a la temperatura, ya que su densidad depende de la temperatura.
- La fuerza que son capaces de realizar los actuadores es limitada. Esta fuerza dependerá principalmente de la presión que se pueda dar al aire y del caudal que se pueda introducir en la cámara del actuador.
- Al ser el aire un fluido compresible, da lugar a que la calidad de los movimientos sea limitada.

Los cilindros neumáticos se clasifican en dos tipos según su forma constructiva:

- Cilindros de simple efecto: está compuesto por una única entrada de aire. (La explicación no se centrará en este cilindro, ya que se centrará en el cilindro de doble efecto debido a que el dispositivo neumático de fijación de piezas de este trabajo es de doble efecto.)
- Cilindros de doble efecto: está compuesto por dos entradas de aire con la finalidad de que pueda producirse carreras tanto de entrada como de salida de aire, en ambos sentidos.

3.3.1. Cilindro de simple efecto

Actuador que solo realiza una carrera en un solo sentido, accionada gracias al aire comprimido. Para su retorno se utiliza un resorte interno u otro medio externo como puede ser fuerzas o cargas, movimientos mecánicos, etc. Suelen tener un diámetro interno mayor que los cilindros de doble efecto, debido a que tienen una reducción de la fuerza de accionamiento que ejerce el aire a presión debido a la fuerza contraria que ejerce el resorte.

3.3.2. Cilindro de doble efecto

Es el actuador neumático por excelencia, que es capaz de desarrollar dos carreras gracias a la acción del aire comprimido. Realiza una carrera de avance y otra de

retroceso. Por lo tanto, el embolo recibirá aire comprimido por sus dos caras y como consecuencia, el embolo realiza trabajo en ambos sentidos.

Se necesita el empleo de una mayor cantidad de juntas para permitir la estanqueidad y evitar así fugas de aire entre las dos cámaras. Estas juntas sometidas a desgaste cumplen dos misiones muy importantes dentro del cilindro neumático: evitar la fuga de aire de una cámara a otra y evitar que se introduzca suciedad en las cámaras.

Su funcionamiento es básicamente el mismo que el que tenemos en el utillaje neumático de fijación para el mecanizado de piezas. Cuando entra aire a presión por la vía anterior, el vástago realiza la carrera de retroceso y la vía posterior actúa como escape o fuga. Y cuando entra el aire comprimido por la vía posterior, el vástago junto con el embolo desarrollan la carrera de avance y la vía anterior actúa como escape del aire que se encontraba en la cámara anterior.

Para que se produzca tanto el movimiento de avance como el de retroceso es necesario que exista una diferencia de presiones entre las dos cámaras. Siempre debe existir aire en una de sus cámaras para facilitar el posicionamiento del vástago y del embolo.

Debido a la diferencia de volúmenes que existe entre las dos cámaras del cilindro, se produce un desfase de fuerza y de velocidad.

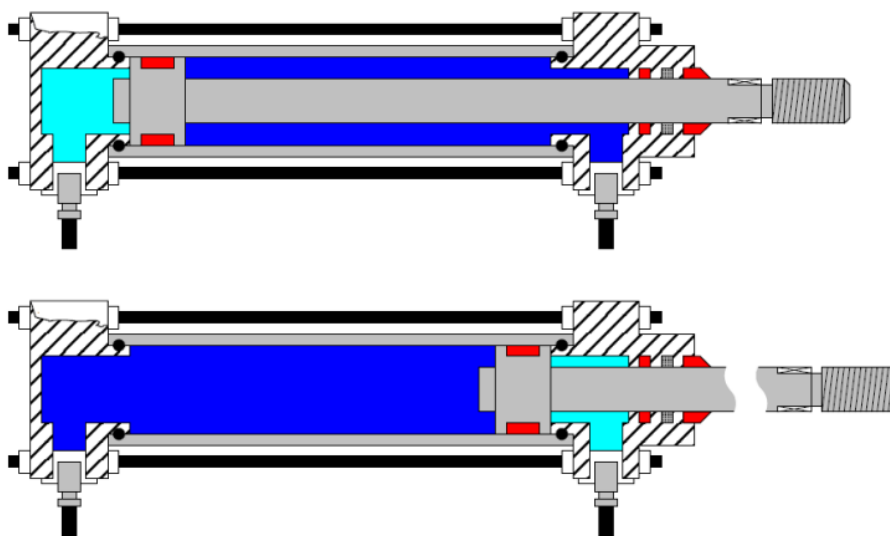


Figura 2- Cilindro de doble efecto. Tornero et al. (2016:4)

3.3.2.1. Desfase fuerza/velocidad

En los cilindros neumáticos de doble efecto existe un desfase de fuerza producido por la diferencia de áreas donde actúa la presión del aire. El aire comprimido se

inyecta con la misma presión tanto en la cámara anterior como en la cámara posterior. Pero, al no ser la misma área de actuación de la presión en la cámara anterior como en la cámara posterior, existe una diferencia de presiones. Debido a que el área de la cámara anterior comprende todo el diámetro del embolo, mientras que el área de la cámara posterior es la diferencia entre el área del diámetro del embolo menos el área del diámetro del vástago. Como se sabe la presión es igual a la fuerza dividida por el área. Por tanto, obtenemos $F=P*A$ y al tener dos áreas distintas obtenemos dos fuerzas distintas y un desfase de fuerzas.



Diferencia entre las secciones efectivas de un cilindro.

Figura 3- Diferencia entre las secciones efectivas de un cilindro. Tornero et al. (2016:7)

Lo mismo ocurre a la velocidad con la que se desplaza el vástago, debido a que el volumen de la cámara anterior es mayor que el de la cámara posterior. Esto se debe a que el vástago se encuentra en la cámara posterior lo que reduce la capacidad de volumen de la cámara posterior, con respecto a la anterior. Por lo que si se cuenta con un inyector de caudal constante será más fácil vaciar la cámara posterior al tener menor capacidad de volumen. Por tanto, será más rápida la carrera de retroceso que la de avance al tener menos oposición de la presión del aire.

4. Funcionamiento del dispositivo neumático de fijación

El dispositivo del trabajo es un utillaje neumático que permite la fijación de piezas específicas para su mecanizado.

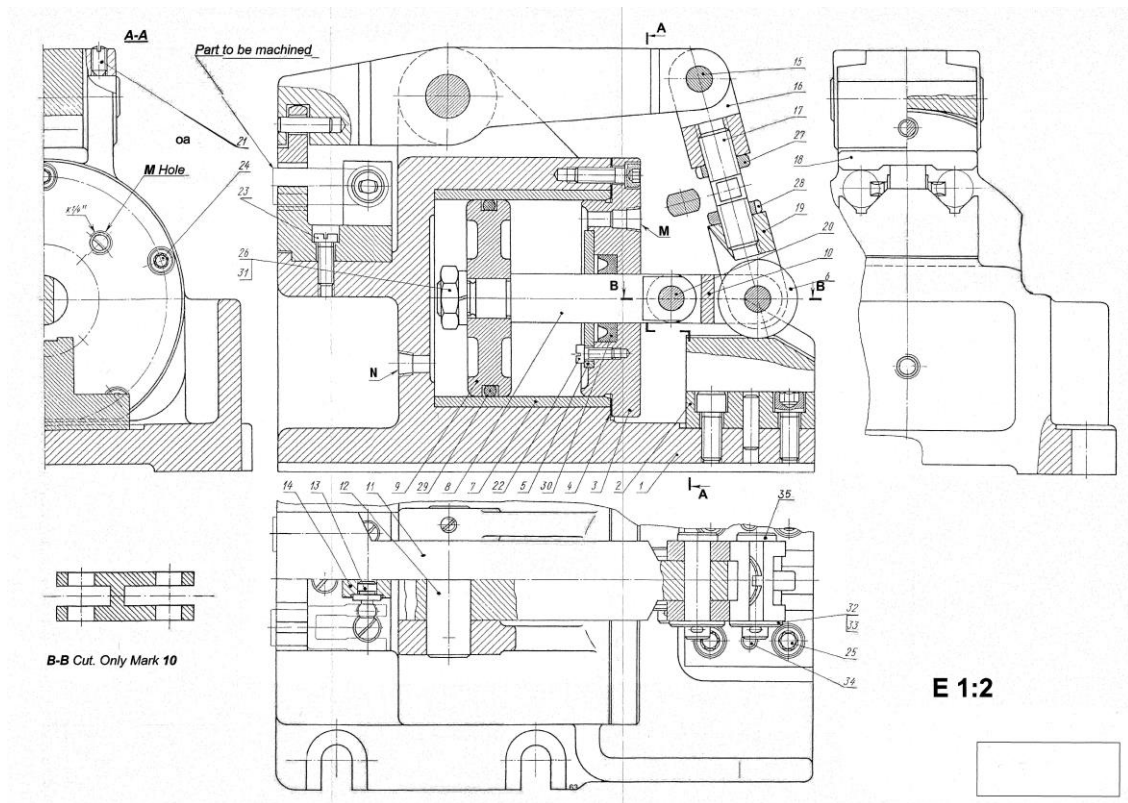


Figura 4- Imagen del anteproyecto del utillaje neumático de fijación de piezas para su mecanizado.

La figura 4 ha constituido el material de partida del trabajo y se ha tomado a modo de anteproyecto.

A través de unos inyectores de aire comprimido, se introduce aire a presión en los orificios M y N de la marca 1 alternativamente, gracias a esto el émbolo marca 9 se desplazará hacia la derecha si se introduce aire por el orificio N y hacia la izquierda si se introduce el aire por el orificio M. El émbolo marca 9 arrastra a su vez al vástago marca 8.

El movimiento de la marca 8 se transmite al brazo marca 10 y este a su vez a la roldana marca 6 y al brazo formado por las marcas 19, 17 y 16.

El brazo formado por las marcas 19, 17 y 16, transmite el movimiento a la palanca marca 11 que realiza un movimiento oscilante. La marca 18 se une de forma oscilante a la marca 11, que permite así el bloqueo de la mordaza para la fijación de las piezas a mecanizar.

Este dispositivo es capaz de fijar dos piezas iguales simultáneamente para su mecanizado. Las piezas para mecanizar se colocan en las hendiduras angulares de la marca 14 cuando se introduce aire a presión por el orificio N. Y estas quedan fijadas cuando se introduce aire comprimido por el orificio M, lo que hace que la mordaza marca 18 presione las piezas a mecanizar contra la marca 14.

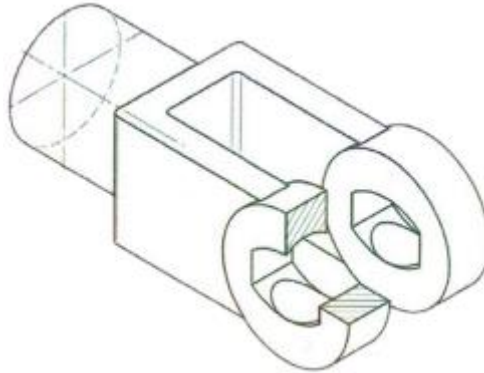


Figura 5- Pieza a mecanizar por el utillaje neumático de fijación.

4.1. Ensamblaje

El ensamblaje de todas las piezas diseñadas y de las piezas comerciales se ha realizado a través del módulo *Assembly Design* del software *Catia V5*. Donde este módulo es capaz de insertar las piezas y restringir sus grados de libertad. Hay que diferenciar los tipos de restricciones que se hacen a las piezas:

- Restricción de montaje: es una restricción que nos permite el ensamblaje de las piezas eliminando algún grado de libertad de estas, es decir controlan su posición y comportamiento.
- Restricción de funcionamiento: es una restricción que se implementa para permitir representar el funcionamiento del ensamblaje. Dichas *constraints* pueden activarse y desactivarse en el módulo de *Assembly Design* dependiendo la posición de funcionamiento del mecanismo. Por lo tanto, estas restricciones permiten el control del movimiento del ensamblaje.

En el proceso de ensamblaje se tiene que fijar una pieza como elemento fijo para evitar su desplazamiento eliminando sus seis grados de libertad. El elemento fijo del ensamblaje será la marca base 1 y así pueda actuar como elemento fijo (bancada) para el resto de las piezas.

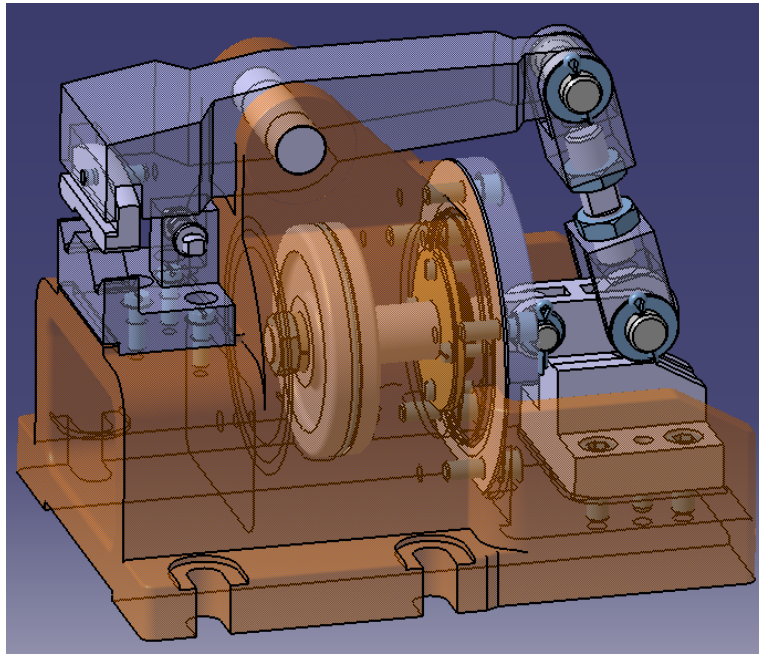


Figura 6- Imagen tridimensional del utillaje neumático de fijación.

La figura 5 es una imagen tridimensional del utillaje de fijación de piezas para su mecanizado. En el cual las marcas con menos intensidad de color han sufrido cambios durante el proceso, además de las marcas 8 y 9 que tiene una intensidad normal, ya que con una intensidad menor no se diferencian en la figura. Las marcas que tienen una intensidad de color original (gris/azulado) no han sufrido modificaciones.

A continuación, se clasificará todas las marcas del utillaje neumático según si son piezas normalizadas o no normalizadas. Las piezas no normalizadas se han modelado en el módulo *Part Design* en *Catia V5* y las piezas normalizadas se han obtenido de la biblioteca de *Catia V5* o de la plataforma *TraceParts*.

Marcas no comerciales		Marcas comerciales		
Marca	Denominación	Marca	Denominación	Norma
1	Base soporte	12	Pasador sin cabeza $\varnothing 32 \times 104$	ISO 8734
2	Guía roldana	15	Pasador con cabeza $\varnothing 25 \times 72$	ISO 2341
3	Tapa exterior	17	Perno doble rosca M24x90	DIN 835
4	Junta estanqueidad	20	Pasador con cabeza $\varnothing 18 \times 53$	ISO 2341
5	Tapa interior	21	Bulón sin cabeza $\varnothing 10 \times 40$	ISO 8734
6	Roldana	22	Tornillo M8x25	ISO 1207
7	Camisa cilíndrica	23	Tornillo M10x30	ISO 1207
8	Vástago	24	Tornillo M12x35	ISO 4762
9	Émbolo	25	Tornillo M14x35	ISO 4762
10	Brazo	26	Tuerca M24x2	ISO 8675
11	Palanca	27	Tuerca M24x2	ISO 8675
13	Agarrador	28	Arandela 18x30x4	ISO 7091
14	Mordaza inferior	29	Junta tórica 139x3	ISO 3601
16	Hombro superior	30	Retén 35x55x8	DIN 3760
18	Mordaza superior	31	Arandela Grower 25x37x6	DIN 127
19	Hombro inferior	32	Arandela 25x44x2	ISO 7090
		33	Albura 3x32	ISO 1234
		34	Bulón sin cabeza $\varnothing 12 \times 40$	ISO 8734

Tabla 1-Clasificación de las marcas del utillaje entre comerciales y no comerciales

Para facilitar el ensamblaje del utillaje neumático de fijación, se ha dividido el ensamblaje en distintos subensamblajes o *components*. Se ha dividido el ensamblaje atendiendo a la funcionalidad y movilidad de las piezas.

Los subensamblajes o *components* creados han sido los siguientes:

1. Soporte base del utillaje neumático de fijación.
2. Pistón.
3. Tapa del cilindro de doble efecto.
4. Brazo.
5. Mordaza superior.

Estos subensamblajes están ordenados por orden de montaje del uno al cinco.

4.1.1. Soporte base del utillaje neumático de fijación

Está compuesto por la marca base 1 y por el casquillo/camisa del cilindro 7. Su principal función es actuar de base para el resto de las piezas, así como para guiar al subensamblaje pistón. Además, se acopla a la base marca 1, la marca 2 para guiar la roldana y la marca 14 que realiza la función de mordaza inferior. En el montaje de la marca 2 sobre la marca 1, es muy importante introducir primero los pasadores 34 que sirven para colocar correctamente la guía 2 y una vez colocada la guía se fijará con los 4 tornillos a la marca base soporte 1.

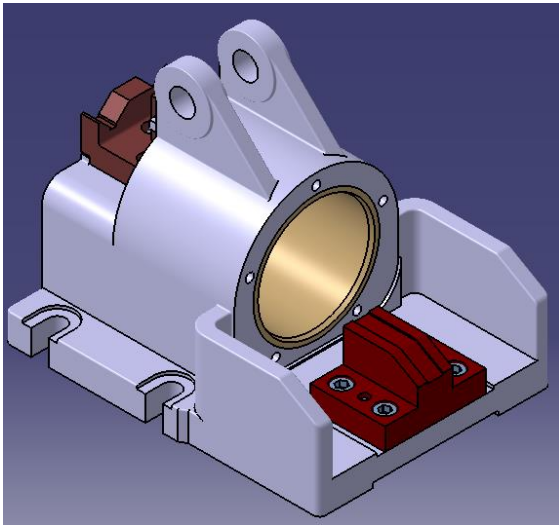


Figura 7- Subensamblaje soporte base del
utilaje.

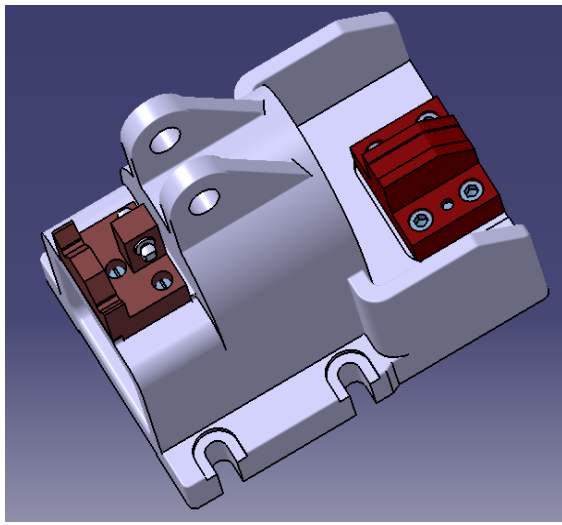


Figura 8- Subensamblaje soporte base en otra
posición.

4.1.2. Pistón

Este subensamblaje está formado por: el vástago 8, el émbolo 9, el conjunto tuerca arandela (marcas 26 y 31, respectivamente) y la junta tórica 29 que su principal función será evitar el paso de aire y contaminantes de una cámara a otra. La función de este subensamblaje es la realización de las dos carreras del cilindro de doble efecto, por el interior del subensamblaje 1.

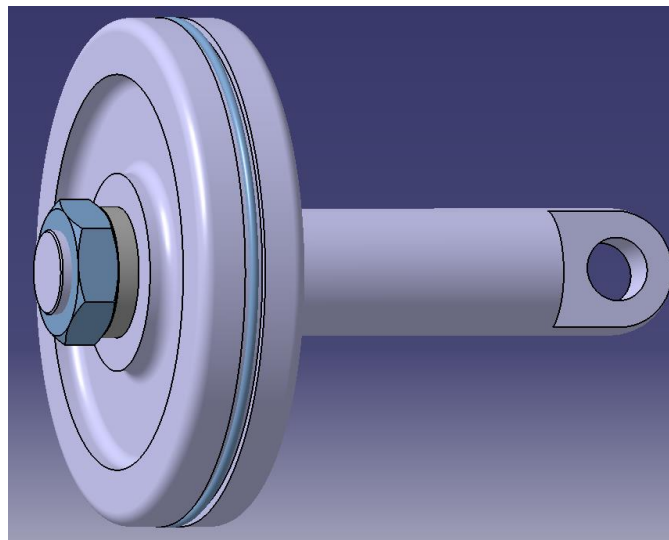


Figura 9- Subensamblaje pistón.

4.1.3. Tapa del cilindro de doble efecto

Formado por: la tapa externa 3, la tapa interna 5, el retén 30 que sirve para evitar la salida del aire de la cámara posterior. Estas piezas se unen gracias a los tornillos marca 22. La función de este subensamblaje es evitar la salida y entrada de aire a la cámara posterior, así como el perfecto sellado del cilindro neumático de doble efecto. Este subensamblaje se fija al subensamblaje soporte base a través de unos tornillos marca 24.

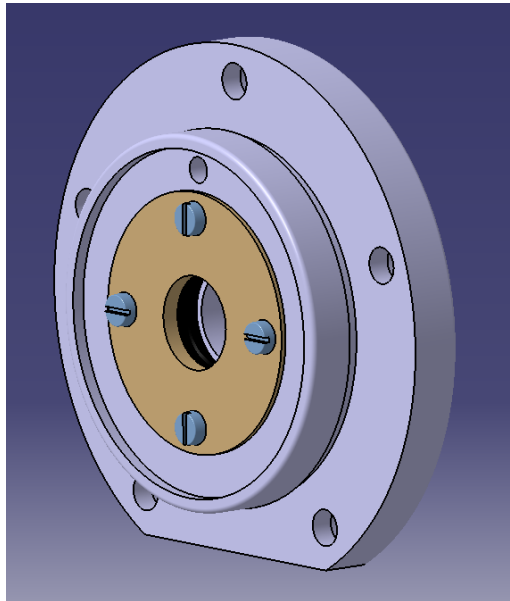


Figura 10- Subensamblaje tapa.

4.1.4. Brazo

Está formado por el brazo marca 10 y por el conjunto arandela, pasador con cabeza y pasador de aletas, marcas 28, 20 y 33 respectivamente. Su función es transmitir el movimiento lineal del pistón a la roldana 6. Gracias a este brazo se puede modificar el movimiento lineal horizontal a un movimiento lineal horizontal o a un movimiento lineal inclinado, independientemente.

Además, este subensamblaje está completado por la roldana 6, los hombros marcas 16 y 19, el esparrago 17, las tuercas 27 y el conjunto de arandelas, pasadores con cabeza y pasadores de aletas, marcas 32, 15 y 33 respectivamente. La función de este conjunto de marcas es la transmisión del movimiento lineal horizontal o lineal inclinado del subensamblaje brazo, al subensamblaje mordaza superior. Este subensamblaje es ajustable a través de las tuercas 27.

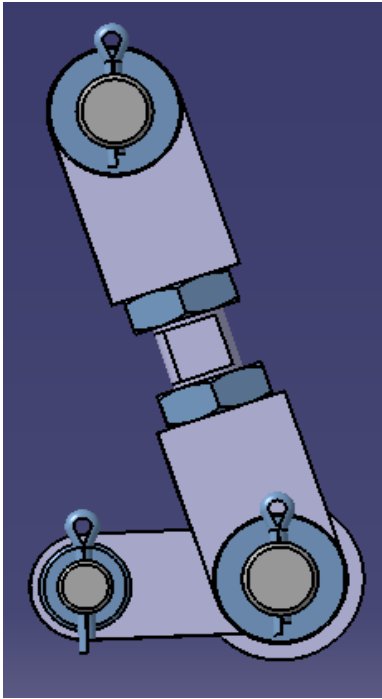


Figura 11- Subensamblaje brazo en posición lateral.

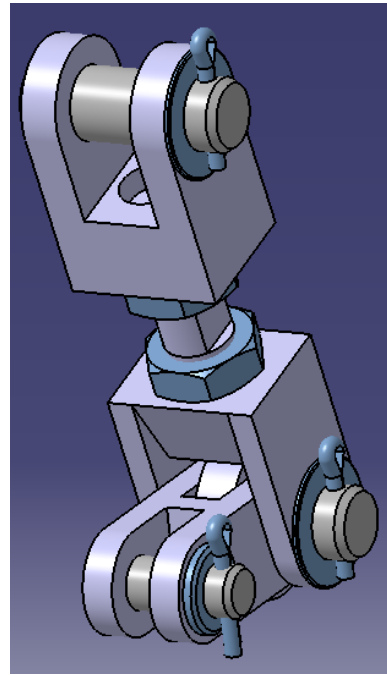


Figura 12- Subensamblaje brazo

4.1.5. Mordaza superior

Este subensamblaje está compuesto por: la mordaza superior 18, por la palanca marca 11 y por el pasador de unión entre estas dos piezas. La palanca se une a las “orejas” de la marca base soporte a través de la marca 12. La función de este subensamblaje es la transmisión del movimiento radial de la palanca a la mordaza superior para que esta sea capaz de subir, permitiendo la entrada de las piezas a mecanizar y que sea capaz de bajar para agarrar las piezas a mecanizar con la mordaza inferior inmóvil.

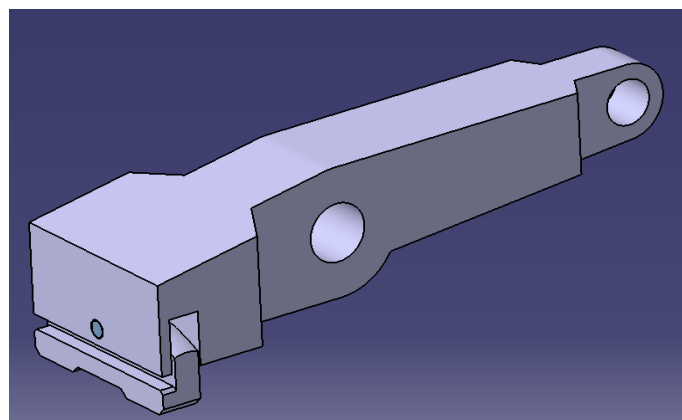


Figura 13- Subensamblaje mordaza superior.

4.2. Estudio de posiciones máximas y mínimas

4.2.1. Posición mínima

La posición mínima de apertura del utillaje neumático se conseguirá cuando se introduzca aire a presión por la entrada de aire M, es decir que la cámara posterior se llene de aire. Este aire comprimido que entra por el orificio M, hace que el embolo arrastre al vástago. El vástago a su vez arrastra al subensamblaje brazo, dando lugar a que la palanca baje la mordaza superior. Consiguiendo así la posición más cerrada de las mordazas.

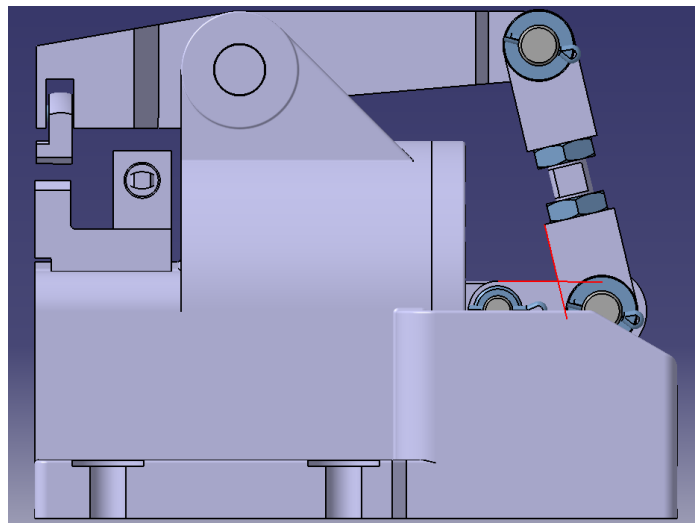


Figura 14- Posición mínima del utillaje neumático de fijación.

El ángulo máximo entre el brazo marca 10 y el brazo ajustable constituido por las marcas 16, 17 y 19, viene representado en la figura 9 por las líneas de color rojo. Este ángulo es máximo cuando el utillaje se encuentra en la posición mínima, es decir en la posición de cierre de las mordazas.

Minimum distance:	9mm
Angle:	76,199deg

Figura 15- Ángulo máximo que se consigue entre el brazo y el brazo ajustable.

Como se puede ver en la figura 11, la distancia entre los planos paralelos de la mordaza superior y la mordaza inferior es de 16, 174 mm. Esta es la distancia por donde podrían salirse las piezas cilíndricas a mecanizar, pero esto resultaría imposible debido a que el cilindro tiene un diámetro de 26 mm y el centro del cilindro coincide con el plano superior de la marca 14. Por lo tanto, la pieza cilíndrica a mecanizar queda presionada por las dos mordazas.

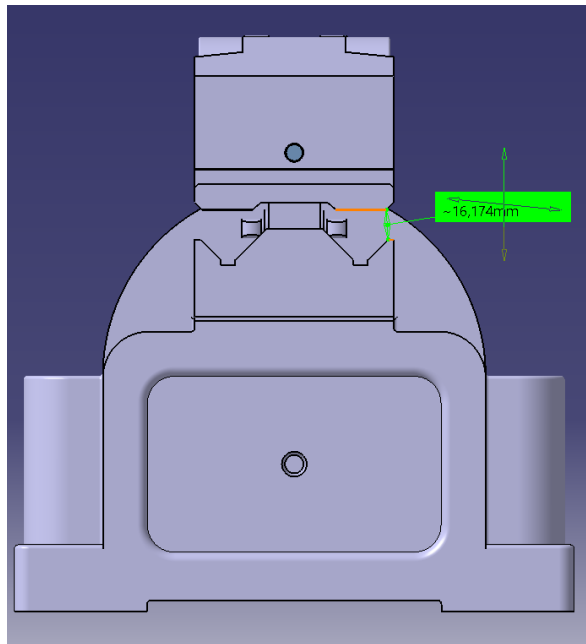


Figura 16- Distancia mínima entre los planos de la mordaza superior e inferior.

4.2.2. Posición máxima

La posición máxima de apertura del utillaje neumático se conseguirá cuando la cámara anterior se llene de aire comprimido que se inyecte por el orificio N. Este aire comprimido que entra por el orificio N arrastra al embolo y a su vez al vástago hacia la tapa del cilindro de doble efecto para vaciar por completo la cámara de aire posterior. El vástago arrastrará al brazo, que cambiará su posición horizontal para estar inclinado, debido a que la roldana pasará de estar en contacto con el plano horizontal de la marca guía 2 a entrar en contacto con el plano inclinado. Esto tirará del brazo ajustable, que producirá que la palanca levante la mordaza superior.

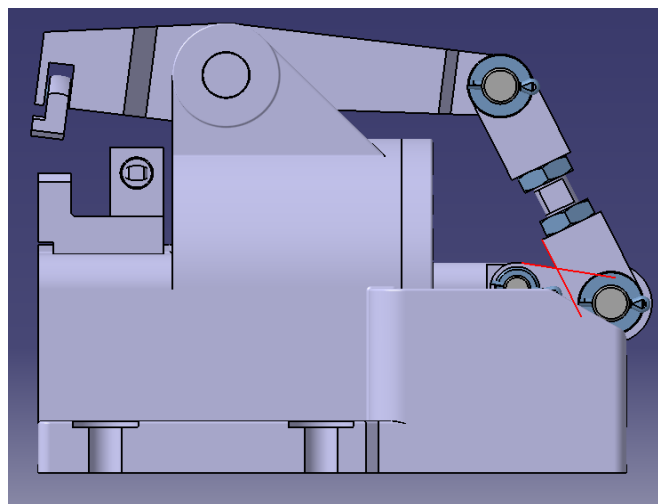


Figura 17- Posición máxima del utillaje neumático de fijación

Cuando el utillaje se encuentra en la posición máxima, es decir en la posición más abierta, se consigue el ángulo mínimo entre el brazo marca 10 y el brazo ajustable. Este ángulo mínimo viene representado por las líneas rojas de la figura 12.

Minimum distance:	9mm
Angle:	54,509deg

Figura 18- Ángulo mínimo entre el brazo marca 10 y el brazo ajustable.

En la figura 14 se puede ver como la distancia entre los planos de la mordaza superior e inferior, por donde se introduce de forma lateral la pieza a mecanizar, es de 29,166 mm. Esta distancia sería ideal para introducir de forma segura el cilindro a mecanizar de 26 mm de diámetro.

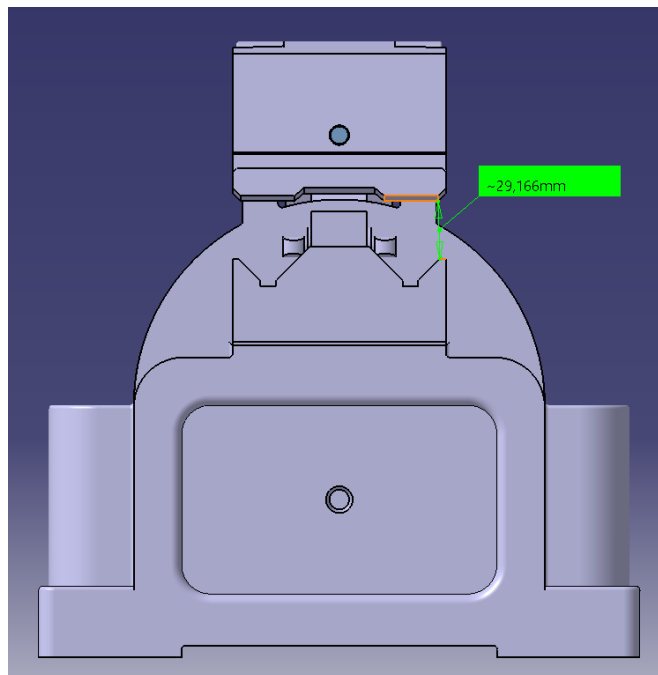


Figura 19- Distancia máxima entre los planos de la mordaza superior e inferior.

5. Análisis funcional

El análisis funcional comprende el análisis funcional técnico y a su vez el análisis funcional geométrico, que se lleva a cabo para el dimensionado de conjuntos y de sus componentes. La acotación funcional da lugar a la acotación ISO-GPS.

5.1. Cuaderno de Cargas

Los cuadernos de cargas son documentos en los que se recoge los requerimientos que fija un cliente para el utillaje. Por lo tanto, es un documento en el que queda plasmado el diseño y aplicación del utillaje basándose en el funcionamiento y análisis de los requerimientos de cada una de las piezas.

Los principales aspectos que debe recoger el cuaderno de cargas:

- Documento de referencia del anteproyecto.
- Descripción general de las piezas del utillaje (croquis y acotación).
- Modelado 3D de las marcas del utillaje.
- Análisis funcional (desde lo más general hasta lo más particular, en detalle)
- Montaje del utillaje.
- Acotación ISO GPS
- Modelado 3D final y planos.

Los requerimientos funcionales que se tratarán en este trabajo serán: los ajustes dimensionales, cadenas de cotas con sus respectivas demasías, tolerancias geométricas y acabados superficiales.

La lista de requerimientos y necesidades que se desarrollarán en los posteriores apartados es la siguiente:

- Contacto y ajuste entre la marca 8 y 10.
- Contacto y ajuste entre la marca 10 y 19.
- Contacto y ajuste entre la marca 6 y 10.
- Contacto y ajuste entre la marca 11 y 16.
- Contacto y ajuste entre la marca 8 y 9.
- Contacto y ajuste entre la marca 1 y 7.
- Ajuste de las marcas 8 y 10, debido al pasador 20.
- Ajuste de las marcas 6, 10, 11 y 19, debido al pasador 15.
- Ajustes de las marcas 1 y 11, debidos al pasador 12.

- Contacto y ajuste entre la marca 11 y el pasador 21.
- Ajustes de las marcas 1 y 2, debidos al pasador 34.
- Demasía mayor que la garganta de la marca 8, intervienen las marcas 8, 9, 26 y 31.
- Demasía de la rosca del vástago, intervienen las marcas 8, 9, 26 y 31.
- Demasía para saber el rebaje de la marca 3, intervienen las marcas 3, 5 y 22.
- Demasía para saber el rebaje de la marca 9, intervienen la marca 3, 5 y 22.
- Espacio máximo y mínimo entre la marca 30 y 5, intervienen las marcas 3, 5 y 30.
- Espacio roscado sobrante sin unión entre las marcas 2 y 25, intervienen las marcas 1, 2 y 25.
- Espacio roscado sobrante sin unión entre las marcas 3 y 22, intervienen las marcas 3, 5 y 22.
- Longitud suficiente para la correcta unión roscada entre las marcas 2 y 25.
- Contacto entre las marcas 1 y 2.
- Contacto entre las marcas 2 y 6.
- Simetría y cilindridad (oscilación simple) del eje del agujero marca 3.
- Simetría y cilindridad (oscilación simple) del eje del agujero marca 8.
- Planitud y rectitud de la superficie del vástago marca 8.
- Contacto marca 1 y 11 (rectitud y planitud).
- Perpendicularidad de los ejes de los agujeros de la marca 11 con respecto a la superficie de contacto entre la marca 1 y 11.
- Contacto marca 1 y 14.
- Perpendicularidad del eje del agujero de la marca 14 con respecto a la superficie que lo contiene.
- Planicidad y rectitud de los dos ejes de la marca 16.
- Planicidad y rectitud de los dos ejes de la marca 19.

5.2. Ajustes

Según Félez y Martínez (2008:356) “Se denomina *ajuste* a la diferencia entre las medidas antes del montaje de dos piezas que han de acoplar. Según la zona de tolerancia de la medida interior y exterior, el ajuste puede ser: ajuste móvil o con juego, ajuste indeterminado y ajuste fijo u con apriete.”

5.2.1. Ajuste móvil o con juego

Se produce cuando el límite inferior del agujero es mayor o igual que el límite superior del eje. Por lo tanto, va a haber un espacio libre entre el eje y el agujero, excepto en el caso límite en el que el límite inferior del agujero y el límite superior del eje coincidan.

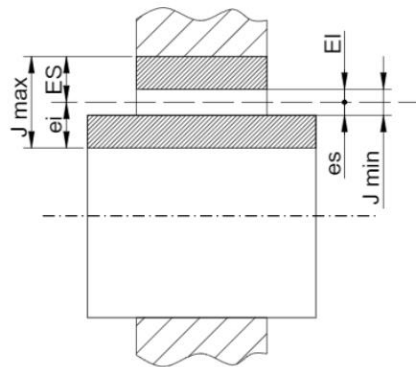


Figura 20- Representación de ajuste móvil o con juego.

<https://docplayer.es/59716861-Ajustes-la-norma-une-en-iso-286-1-2011-define-ajuste-del-siguiente-modo.html> Recuperado 20/05/2022.

5.2.2. Ajuste indeterminado

Es aquel ajuste en el que el eje y el agujero pueden producir una holgura o un apriete al ensamblarse.

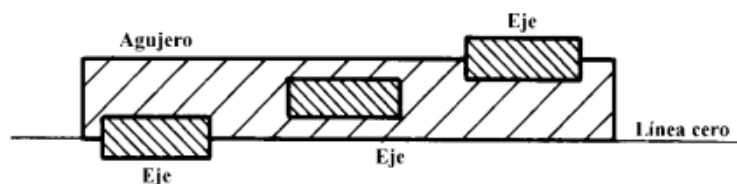


Figura 21- Representación del ajuste indeterminado. Copyright ISO 286-1:2010.

5.2.3. Ajuste fijo u con apriete

Se produce cuando el límite superior del agujero es menor o igual al límite inferior del eje. Por lo que dará lugar a una interferencia entre el eje y la pieza del agujero.

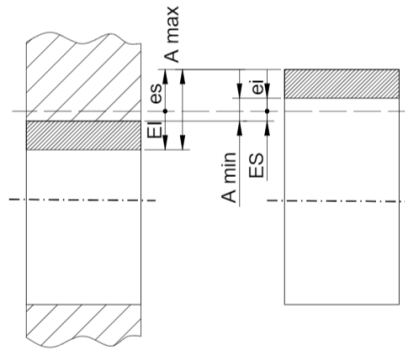


Figura 22- Representación de ajuste fijo u apriete.

<https://docplayer.es/59716861-Ajustes-la-norma-une-en-iso-286-1-2011-define-ajuste-del-siguiente-modo.html> Recuperado 20/05/2022.

5.2.4. Sistema de ajuste ISO

Son dos sistemas de ajuste que simplifican la gran variedad de ajustes que existen. Estos dos sistemas de ajuste ISO se denominan: agujero único y eje único. Ambos sistemas permiten reducir en gran medida las fases de fabricación y mecanizado y por tanto, el coste de producción. El sistema de agujero único es preferente respecto al sistema de eje único, debido a que el mecanizado del ajuste es más sencillo. Se podría realizar con una simple broca o escariador.

5.2.4.1. Sistema de agujero único

Ajuste, tanto juego como apriete, que se produce cuando el límite inferior del agujero es cero, es decir con una zona de tolerancia H. De esta forma, la posición del agujero se fija y la posición del eje es variable, que se fijará con el cálculo del ajuste.

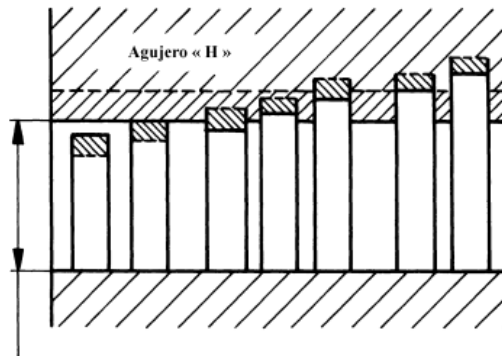


Figura 23- Representación de sistema de agujero único. Copyright ISO 286-1:2010.

5.2.4.2. Sistema de eje único

Ajuste, tanto juego como apriete, que se produce cuando el límite superior del eje es cero, es decir se encuentra en una zona de tolerancia h . Por tanto, la zona de tolerancia del eje se fija y la posición del agujero es variable, que se fijará al realizar el cálculo del ajuste.

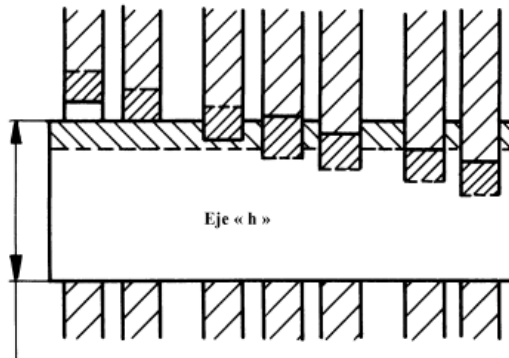


Figura 24- Representación de sistema de eje único. Copyright ISO 286-1:2010.

5.2.5. Zonas de tolerancias preferentes

Existe un conjunto de ajustes preferentes, frente al resto de combinaciones de ajustes. El sentido de la existencia de este conjunto de zonas de tolerancia es reducir el número de combinaciones y así reducir también el coste y tiempo de mecanizado de estos ajustes. Además, se reduce así el número de utillajes y calibres de verificación.

Zonas de tolerancia preferentes para Agujeros

						G6	H6	Js6	K6	M6	N6	P6	R6	S6	T6	
					F7	G7	H7	Js7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	
				E8	F8		H8	Js8	K8	M8	N8	P8	R8			
			D9	E9	F9		H9									
			D10	E10			H10									
A11	B11	C11	D11				H11									

Zonas de tolerancia preferentes para Ejes

						g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5	t5	
					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	
					f7		h7	js7	k7	m7	n7	p7	r7	t7	t7	u7
			d8	e8	f8		h8									
			d9	e9			h9									
			d10													
a11	b11	c11					h11									

Figura 25- Zonas de tolerancias preferentes para agujeros y ejes.

5.2.6. Cálculo de ajustes

5.2.6.1. Requerimiento funcional A

Se requiere un juego comprendido entre $+15 \mu\text{m}$ y $+87 \mu\text{m}$ que permita el giro relativo entre las marcas 8 y 10.

La dimensión nominal de este ajuste es de 14 mm.

Se tomará un sistema de agujero único, debido a que este sistema de ajuste reduce el tiempo de mecanizado y el coste de fabricación. Por lo que se obtiene una zona de tolerancia H.

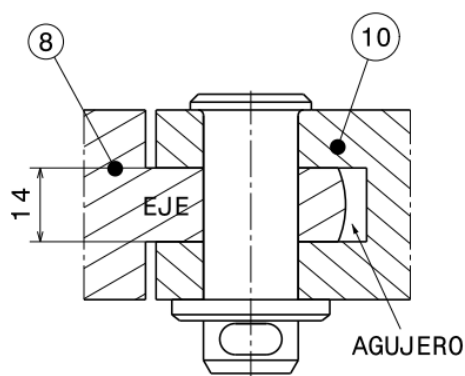


Figura 26- Representación del requerimiento A.

Se obtiene la tolerancia del ajuste, que después se repartirá entre el agujero y el eje.

$$TA = J_{MAX} - J_{min} = 87 - 15 = 72 \mu\text{m}$$

$$TA = IT_{\text{Agujero}} + IT_{\text{Eje}} = IT_9 + IT_7 = 43 + 18 = 61 \mu\text{m} \leq 72 \mu\text{m}$$

De esta forma, se fija la zona de tolerancia del agujero, H9.

De los ajustes preferentes del eje, se elige la zona de tolerancia f7 para que se cumplan el juego máximo y mínimo exigido.

$$J_{MAX} = D_{MAX} - d_{min} = 43 - (-34) = +77 \mu\text{m} \leq +87 \mu\text{m}$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{MAX} = 0 - (-16) = +16 \mu\text{m} \geq +15 \mu\text{m}$$

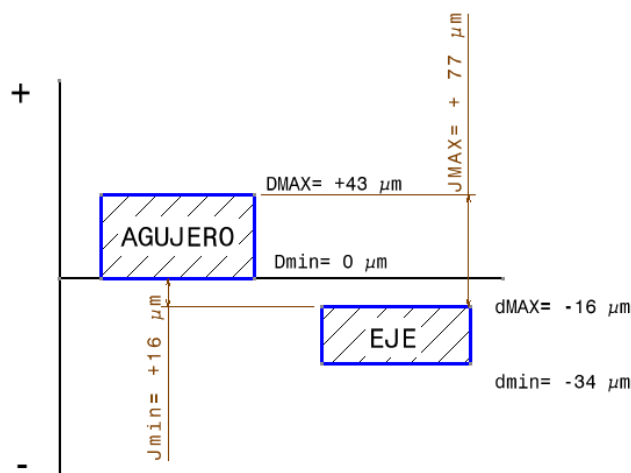


Figura 27- Representación del resultado del ajuste A.

El resultado del ajuste:

- Agujero: 14H9 mm.
- Eje: 14f7 mm.

5.2.6.2. Requerimiento funcional B

Se necesita un juego mínimo de +22 μm y un juego máximo de +91 μm, entre el eje de la marca 10 y el agujero de la marca 19. Permitiendo así el giro respectivo entre ambas marcas.

La dimensión nominal del ajuste es de 36 mm.

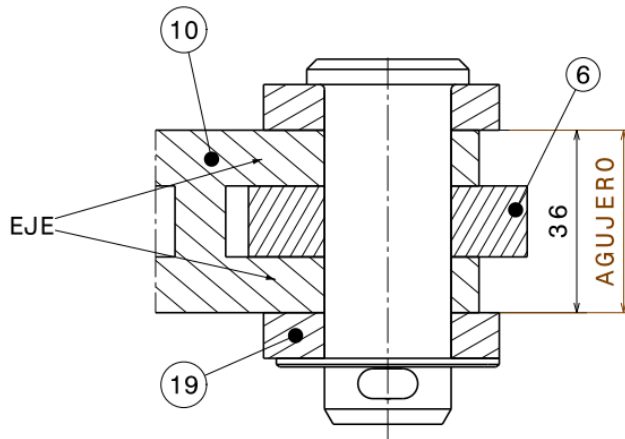


Figura 28- Representación del requerimiento B.

Se toma agujero único, con la representación de la letra H.

$$TA = J_{MAX} - J_{min} = 91 - 22 = 69 \mu m$$

$$TA = I_{Tagujero} + I_{Teje} = Tagujero + Teje = IT8 + IT7 = 39 + 25 = 64 \mu m \leq 69 \mu m$$

Se obtiene una zona de tolerancia del agujero de H8.

De las zonas de tolerancia preferentes para el eje, se extrae una tolerancia f7. Así se cumplirán el juego máximo y mínimo.

$$J_{MAX} = D_{MAX} - d_{min} = 39 - (-50) = +89 \mu m \leq +91 \mu m$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{MAX} = 0 - (-25) = +25 \mu m \geq +22 \mu m$$

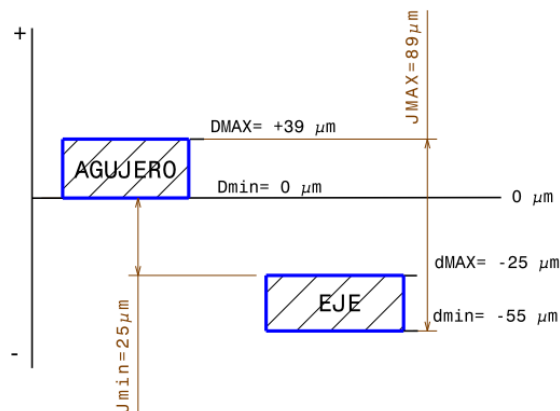


Figura 29- Representación del resultado del ajuste B.

El resultado del ajuste:

- Agujero: 36H8 mm.
- Eje: 36f7 mm.

5.2.6.3. Requerimiento funcional C

Se quiere un juego comprendido entre $+15 \mu\text{m}$ y $+65 \mu\text{m}$, para que la roldana, marca 6, pueda girar completamente respecto de la marca 10.

La dimensión nominal del ajuste es de 14 mm.

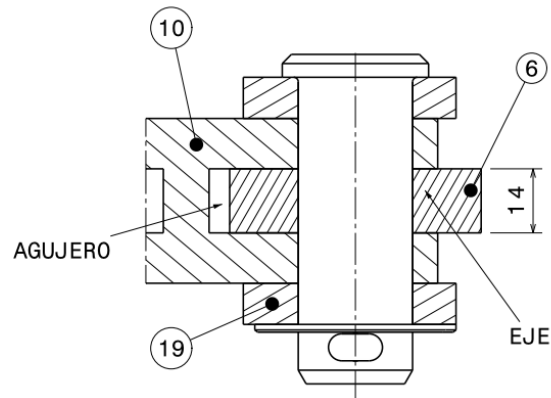


Figura 30- Representación del requerimiento C.

Se toma un sistema de agujero único representado por H.

Se calcula la tolerancia del ajuste, que se repartirá entre el agujero y el eje.

$$TA = J_{MAX} - J_{min} = 65 - 15 = 50 \mu\text{m}$$

$$TA = IT_{\text{agujero}} + IT_{\text{eje}} = T_{\text{agujero}} + T_{\text{eje}} = IT8 + IT7 = 27 + 18 = 45 \mu\text{m} \leq 50 \mu\text{m}$$

Se extrae una zona de tolerancia para el agujero, H8.

Para que se cumpla el juego mínimo y máximo se extrae la zona de tolerancia preferente del eje, f7.

$$J_{MAX} = D_{MAX} - d_{min} = 27 - (-34) = +61 \mu\text{m} \leq +65 \mu\text{m}$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{MAX} = 0 - (-16) = +16 \mu\text{m} \geq +15 \mu\text{m}$$

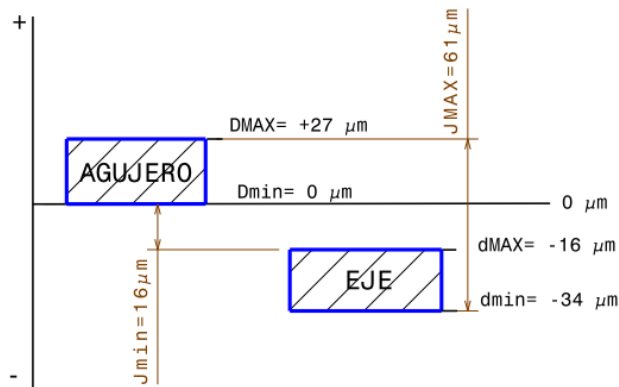


Figura 31- Representación del resultado del ajuste C.

El resultado del ajuste:

- Agujero: 14H8 mm.
- Eje: 14f7 mm.

5.2.6.4. Requerimiento funcional D

La dimensión nominal de este ajuste es de 28 mm. Se necesita un juego comprendido entre +108 μm y +34 μm , que permita el giro relativo entre las marcas 11 y 16. Se elige un sistema de agujero base representado por la letra H.

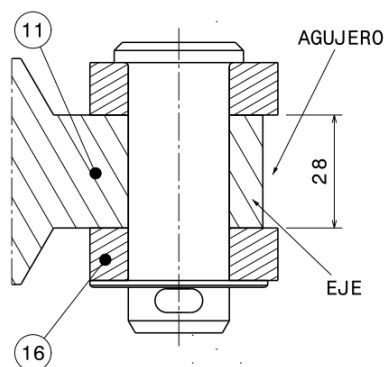


Figura 32- Representación del requerimiento D.

$$TA = J_{MAX} - J_{min} = 108 - 34 = 74 \mu\text{m}$$

$$TA = I_{\text{Agujero}} + I_{\text{Eje}} = T_{\text{Agujero}} + T_{\text{Eje}} = IT8 + IT8 = 33 + 33 = 66 \mu\text{m} \leq 74 \mu\text{m}$$

De esta forma, se obtiene una zona de tolerancia del agujero H8.

A partir de las zonas de tolerancia preferentes del eje se extrae una tolerancia e8 para que se cumpla el juego máximo y mínimo requerido.

$$J_{MAX} = D_{MAX} - d_{min} = 33 - (-73) = +106 \mu\text{m} \leq +108 \mu\text{m}$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{MAX} = 0 - (-40) = +40 \mu\text{m} \geq +34 \mu\text{m}$$

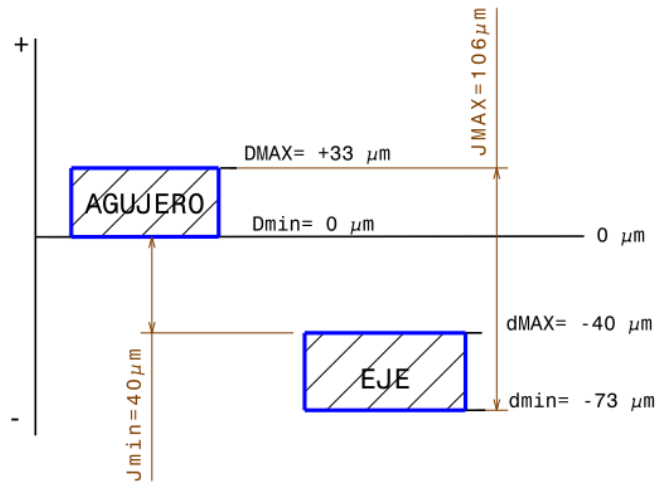


Figura 33- Representación del resultado del ajuste D.

El resultado del ajuste:

- Agujero: 28H8 mm.
- Eje: 28e8 mm.

5.2.6.5. Requerimiento funcional E

Se requiere un apriete forzado duro, para evitar el giro entre el embolo marca 9 y el eje marca 8. Para ello se toma un apriete máximo de $80 \mu\text{m}$ y un apriete mínimo de $15 \mu\text{m}$.

El diámetro nominal del ajuste es de $\varnothing 28 \text{ mm}$.

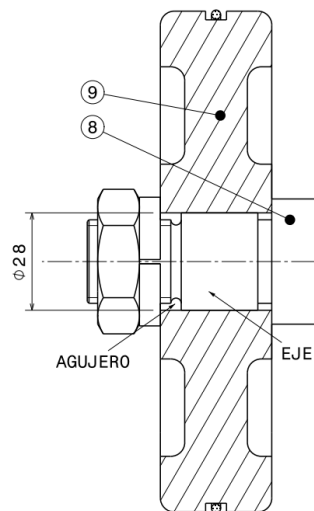


Figura 34- Representación del requerimiento E.

Se escoge un sistema de agujero único, H.

$$TA = A_{MAX} - A_{min} = 80 - 15 = 65 \mu\text{m}$$

$$TA = I_{\text{Tagujero}} + I_{\text{Teje}} = \text{Tagujero} + \text{Teje} = IT8 + IT7 = 33 + 21 = 54 \mu\text{m} \leq 65 \mu\text{m}$$

Por tanto, se obtiene una zona de tolerancia del agujero H8.

Se extrae una zona de tolerancia para el eje, u7, para que se cumpla el apriete máximo y mínimo.

$$A_{MAX} = d_{MAX} - D_{min} = 69 - 0 = +69 \mu\text{m} \leq +80 \mu\text{m}$$

$$A_{min} = d_{min} - D_{MAX} = 48 - 33 = +15 \mu\text{m} \geq +15 \mu\text{m}$$

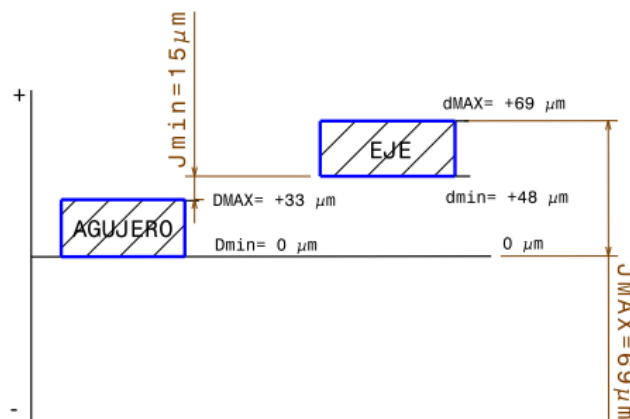


Figura 35- Representación del resultado del ajuste E.

El resultado del ajuste:

- Agujero: 28H8 mm.
- Eje: 28u7 mm.

5.2.6.6. Requerimiento funcional F

Se necesita un apriete prensado para evitar el giro entre la marca 7 y 1, ya que el deslizamiento entre ambas lo impide el subensamblaje tapa debido a que está atornillado a la base marca 1. Por tanto, se toma un apriete máximo de 84 μm y un apriete mínimo de 41 μm.

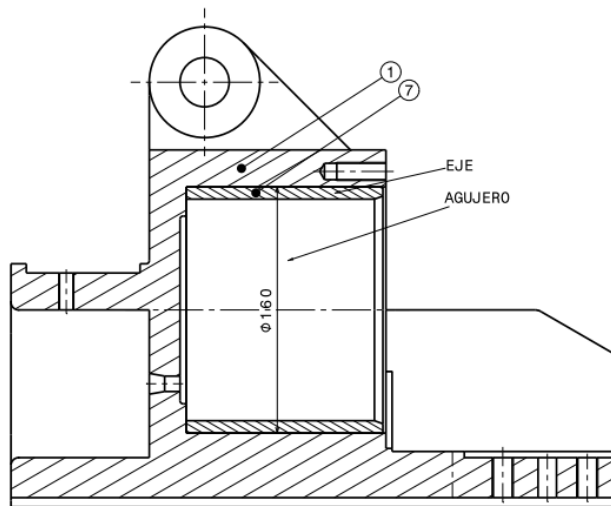


Figura 36- Representación del requerimiento F.

El diámetro nominal es de $\phi 160$ mm. Se toma un sistema de agujero único, H.

$$TA = A_{MAX} - A_{min} = 84 - 41 = 43 \mu\text{m}$$

$$TA = IT_{\text{agujero}} + IT_{\text{eje}} = IT_6 + IT_5 = 22 + 15 = 37 \mu\text{m} \leq 43 \mu\text{m}$$

La zona de tolerancia del agujero será H6.

Se extrae, r5, como zona preferente de tolerancia del eje para cumplir el apriete máximo y mínimo.

$$A_{MAX} = d_{MAX} - D_{min} = 83 - 0 = +83 \mu\text{m} \leq +84 \mu\text{m}$$

$$A_{min} = d_{min} - D_{MAX} = 65 - 22 = +43 \mu\text{m} \geq +41 \mu\text{m}$$

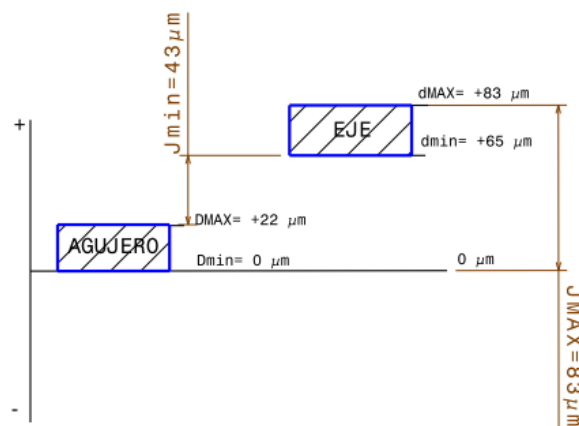


Figura 37- Representación del resultado del ajuste F.

El resultado del ajuste:

- Agujero: $\phi 160H6$ mm.
- Eje: $\phi 160r5$ mm.

5.2.7. Selección de ajustes recomendados para pasadores

Los pasadores al ser elementos normalizados tienen una tolerancia dimensional predefinida en el diámetro de su eje. La tolerancia normalizada para pasadores cilíndricos con cabeza viene recogida por la norma ISO 2341 y tienen una zona de tolerancia h11. Los bulones sin cabeza tienen una zona de tolerancia m6 que viene recogida en la norma ISO 8734. Como se puede apreciar, los pasadores de posicionamiento tienen una mayor calidad (m6) que los pasadores de giro (h11).

5.2.7.1. Requerimiento funcional G

La marca 20 es un pasador cilíndrico con cabeza, por lo que tiene una zona de tolerancia h11. El pasador tiene un diámetro nominal de $\phi 18$ mm. Se requiere un juego pequeño (fino) entre el pasador marca 20 y las marcas 8 y 10 a las que atraviesa. Permitiendo un giro relativo entre las tres marcas.

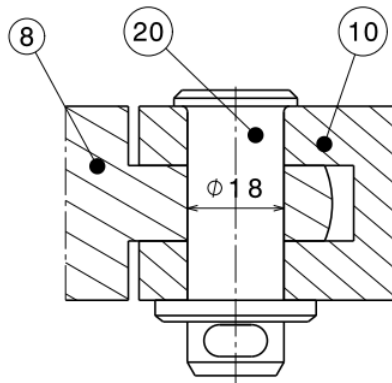


Figura 38- Representación del requerimiento G.

Entre las zonas de tolerancia preferentes se elige un H11, debido a que el resto de las tolerancias daría lugar a juegos bastantes más grandes del que se necesita.

El ajuste se encontraría entre los siguientes valores:

$$J_{MAX} = D_{MAX} - d_{min} = 110 - (-110) = +220 \mu m$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{MAX} = 0 - 0 = 0 \mu m$$

El resultado del ajuste:

- Agujero: $\phi 18H11$ mm.
- Eje: $\phi 18h11$ mm.

5.2.7.2. Requerimiento funcional H

La marca 15 es un pasador con cabeza que atraviesa las marcas 6, 10, 11, 15, 16 y 19. Al ser un pasador con cabeza tiene una tolerancia h11 en el diámetro de todo su eje, por lo que el ajuste será el mismo para todas las piezas a las que atraviese. Se quiere un juego fino que permita el giro relativo entre todas las piezas. La dimensión nominal del pasador es de $\varnothing 25$ mm.

Debido al mismo motivo que en el caso anterior, se escoge una zona de tolerancia H11 para los agujeros de todas las marcas citadas.

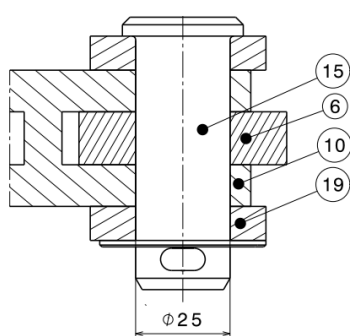


Figura 39- Representación del requerimiento G.

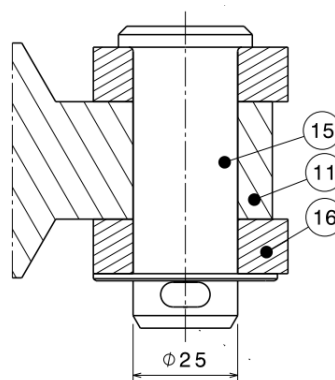


Figura 40- Representación del requerimiento G.

El ajuste se encontraría entre los siguientes valores:

$$J_{MAX} = D_{MAX} - d_{min} = 130 - (-130) = +260 \mu\text{m}$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{MAX} = 0 - 0 = 0 \mu\text{m}$$

El resultado del ajuste:

- Agujero: $\varnothing 25H11$ mm.
- Eje: $\varnothing 25h11$ mm.

5.2.7.3. Requerimiento funcional I

La dimensión nominal del bulón sin cabeza es de $\varnothing 32$ mm. Al ser un pasador sin cabeza tiene una zona de tolerancia m6 marcada por la norma ISO 2338. Este requerimiento tiene dos apartados, ya que se requiere un apriete con la marca 1 y un juego con la marca 11. Gracias a esto se permite que el pasador se fije con la marca 1 y la marca 11 pueda girar respecto al bulón y la marca 1.

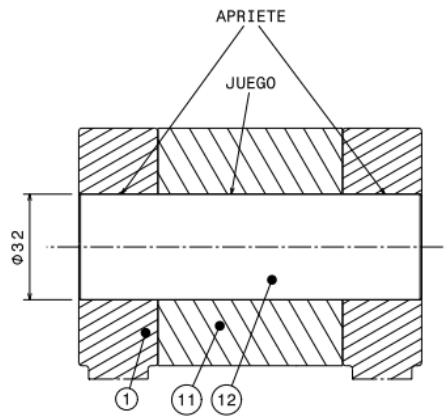


Figura 41- Representación del requerimiento I.

5.2.7.3.1. Juego con la marca 11

Se obtiene una zona de tolerancia preferente para el agujero F7, obteniendo un juego que permita el giro de la marca 11.

El ajuste se encontraría entre los siguientes valores:

$$J_{MAX} = D_{MAX} - d_{min} = 50 - (9) = +41 \mu\text{m}$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{MAX} = 25 - 25 = 0 \mu\text{m}$$

El resultado del ajuste:

- Agujero: $\phi 32F7$ mm.
- Eje: $\phi 32m6$ mm.

5.2.7.3.2. Apriete con la marca 1

Se extrae una zona de tolerancia preferente para el agujero de la marca 1 representada por S7. Consiguiendo así un apriete forzado duro para fijar el pasador y evitar su giro con respecto a la marca 1.

El ajuste se encontraría entre los siguientes valores:

$$A_{MAX} = d_{MAX} - D_{min} = 25 - (-59) = +84 \mu\text{m}$$

$$A_{min} = d_{min} - D_{MAX} = 9 - (-34) = +43 \mu\text{m}$$

El resultado del ajuste:

- Agujero: $\phi 32S7$ mm.
- Eje: $\phi 32m6$ mm.

5.2.7.4. Requerimiento funcional J

La marca 21 es un pasador sin cabeza de diámetro nominal $\varnothing 10$ mm. Se requiere un apriete forzado con la marca 11 para evitar el deslizamiento del pasador y así posicionar la marca 18. Para conseguir un apriete forzado se elige una zona de tolerancia del agujero S7.

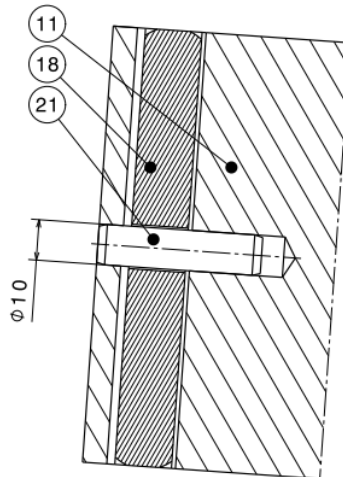


Figura 42- Representación del requerimiento J.

El ajuste se encontraría entre los siguientes valores:

$$A_{MAX} = d_{MAX} - D_{min} = 15 - (-32) = +47 \mu\text{m}$$

$$A_{min} = d_{min} - D_{MAX} = 6 - (-17) = +23 \mu\text{m}$$

El resultado del ajuste:

- Agujero: $\varnothing 10S7$ mm.
- Eje: $\varnothing 10m6$ mm.

5.2.7.5. Requerimiento funcional K

La marca 34 es un pasador sin cabeza de posicionamiento de diámetro nominal $\varnothing 12$ mm. Se requiere: un juego que permita que el pasador entre sin complicaciones en el agujero de la marca 2 y un apriete con la marca 1 que permita el correcto posicionamiento de la marca 2 sobre la marca 1.

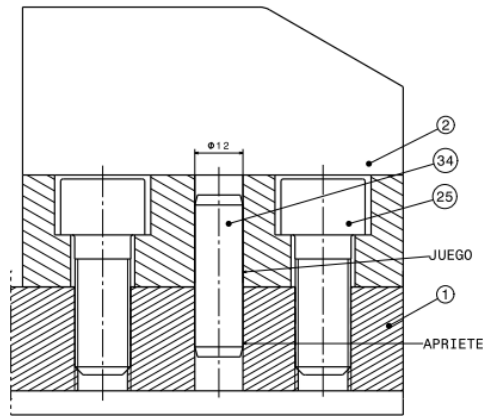


Figura 43- Representación del requerimiento K.

5.2.7.5.1. Juego con la marca 2

Se obtiene una zona de tolerancia preferente para el agujero E8, para conseguir un juego que permita la introducción del pasador en la marca 2 de forma sencilla.

El ajuste se encontraría entre los siguientes valores:

$$J_{MAX} = D_{MAX} - d_{min} = 59 - (7) = +52 \mu m$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{MAX} = 32 - 18 = +14 \mu m$$

El resultado del ajuste:

- Agujero: $\varnothing 12E8$ mm.
- Eje: $\varnothing 12m6$ mm.

5.2.7.5.2. Apriete con la marca 1

Se extrae una zona de tolerancia preferente para el agujero de la marca 1 representada por P7. Consiguiendo un apriete que permita el posicionamiento de la marca 2.

El ajuste se encontraría entre los siguientes valores:

$$A_{MAX} = d_{MAX} - D_{min} = 18 - (-29) = +47 \mu m$$

$$A_{min} = d_{min} - D_{MAX} = 7 - (-11) = +18 \mu m$$

El resultado del ajuste:

- Agujero: $\varnothing 12P7$ mm.
- Eje: $\varnothing 12m6$ mm.

5.3. Cadenas de cotas

ESPECIFICACIÓN ISO-GPS: La acotación funcional consiste en definir, a través de un dibujo de definición, la forma (geometría), las dimensiones y las características de las superficies de una pieza que aseguran su óptimo funcionamiento, así como la dispersión en torno a este óptimo, de esta manera aseguramos que siempre se satisface la función.

5.3.1. Demasía A

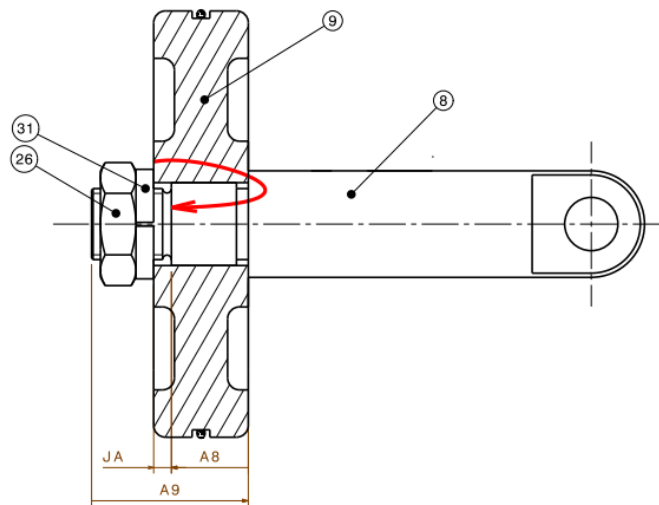


Figura 44- Representación de la demasía A.

$$JA = A9 - A8$$

$$JAMAX = A9MAX - A8min$$

$$JAmin = A9min - A8MAX$$

Se requiere una demasía JA comprendido entre 7'4 mm y 4'5 mm, para obtener mayor facilidad para el montaje y desmontaje entre la pieza 9 y 8. Permitiendo así que la demasía A sea mayor a la garganta del eje 8.

Por lo que los resultados obtenidos serían:

$$A8 = A9 - JA$$

$$A8min = A9MAX - JAMAX = 33 - 7'4 = 25'6 \text{ mm}$$

$$A8MAX = A9min - JAmin = 31 - 4,5 = 26,5 \text{ mm}$$

5.3.2. Demasía B

En esta demasía B, se quiere conocer la longitud roscada de la garganta del eje marca 8 (cota B8) para que se cumpla la norma DIN 78. Por tanto, se quiere conocer la cota B8 de la siguiente figura.

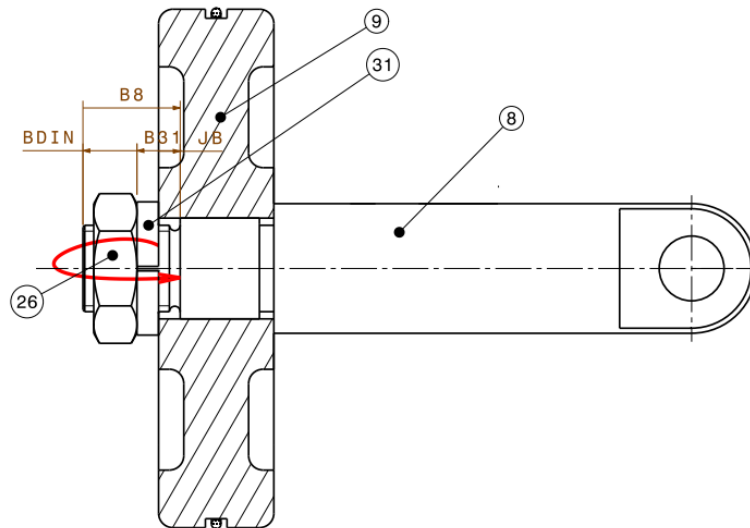


Figura 45- Representación de la demasía B.

Los cálculos realizados son los siguientes:

$$JB_{MAX} = B8_{MAX} - B31_{min} - BDIN_{min}$$

$$JB_{min} = B8_{min} - B31_{MAX} - BDIN_{MAX}$$

$$B8_{MAX} = JB_{MAX} + B31_{min} + BDIN_{min}$$

$$B8_{min} = JB_{min} + B31_{MAX} + BDIN_{MAX}$$

$$B8_{MAX} = 7'4 + 12 + 14,5 = 33'9 \text{ mm}$$

$$B8_{min} = 4'5 + 12'5 + 15 = 32 \text{ mm}$$

Por lo que la cota B8 cumpliría, al estar dentro del rango. En un principio este valor era de 24 mm y para cumplir la norma se cambió a una longitud de 33 mm.

5.3.3. Demasía C

Esta demasía está también relacionada con la demasía D. Entre ambas cadenas de cotas se va a calcular cuánto rebaje se tiene que hacer en las marcas 3 y 9. Para que la marca embolo 9 choque con la marca 3 cuando entra aire comprimido por el orificio N, en vez de con los tornillos 22 y evitar así su desgaste y rotura.

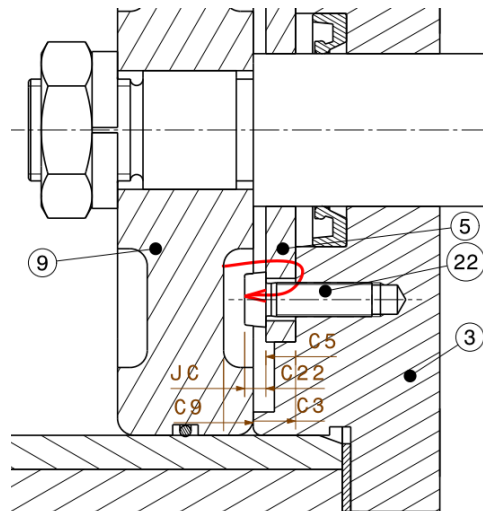


Figura 46- Representación de la demasía C.

Los cálculos realizados son los siguientes:

$$JC = C9 + C3 - C5 - C22$$

$$JC_{MAX} = C9_{MAX} + C3_{MAX} - C5_{min} - C22_{min}$$

$$JC_{min} = C9_{min} + C3_{min} - C5_{MAX} - C22_{MAX}$$

Datos: $C3 = 10 \pm 0,3$ mm; $C5 = 7 \pm 0,2$ mm; $C9 = 7 \pm 0,2$ mm; $C22 = 5 \pm 0,1$ mm

$$JC = 7 + 10 - 7 - 5 = 5 \text{ mm}$$

$$JC_{MAX} = 7,2 + 10,3 - 6,8 - 4,9 = 5,8 \text{ mm}$$

$$JC_{min} = 6,8 + 9,7 - 7,2 - 5,1 = 4,2 \text{ mm}$$

Por lo que la cota JC cumple esta demasía, ya que se encuentra entre el rango calculado, al tener un valor 5 mm.

5.3.4. Demasía D

Como se ha comentado el vector condición D, está relacionado con el vector condición C para calcular cual es el rebaje de las piezas 3 y 9 para que no golpeen contra los tornillos 22. Esta cadena de cotas se realiza para comprobar principalmente cual es el máximo saliente del tornillo 22, y así saber la distancia de rebaje de la pieza 9 para que no golpee contra el tornillo.

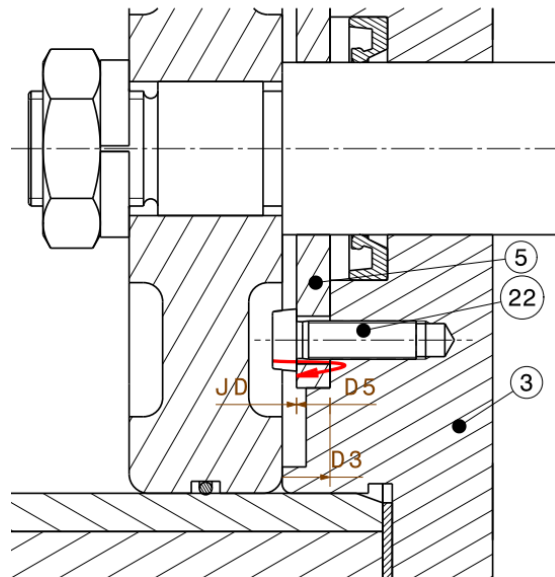


Figura 47- Representación de la demasía D.

Los cálculos realizados son los siguientes:

$$JC = D3 - D5$$

$$JD_{MAX} = D3_{MAX} - D5_{min}$$

$$JD_{min} = D3_{min} - D5_{MAX}$$

Datos: $D3 = 10 \pm 0,3$ mm; $A22 = 7 \pm 0,2$ mm

$$JD = 10 - 7 = 3 \text{ mm}$$

$$JD_{MAX} = 10,3 - 6,8 = 3,5 \text{ mm}$$

$$JD_{min} = 9,7 - 7,2 = 2,5 \text{ mm}$$

Por lo que la cota JD cumple esta demasía, ya que se encuentra entre el rango calculado al tener un valor 3 mm.

5.3.5. Demasía E

El vector condición E, permite conocer el espacio máximo y mínimo entre el retén 30 y la marca 5. Se necesita una demasía de espacio mínima, para que el retén pueda deformarse en el montaje, por lo que se debe cumplir $0 < JE$.

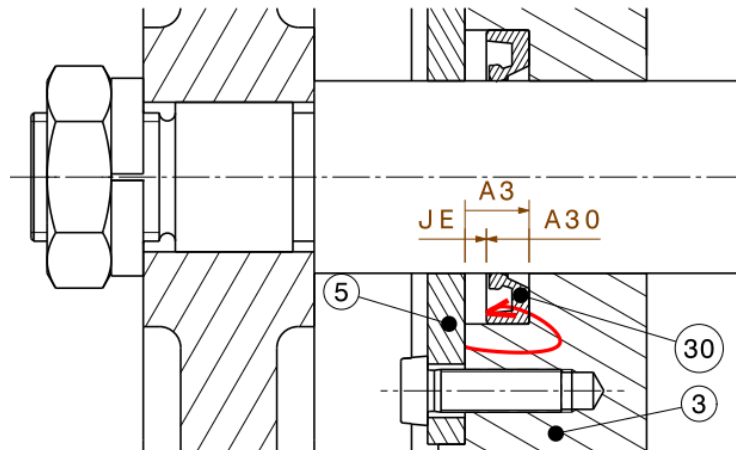


Figura 48- Representación de la demasía E.

Los cálculos realizados son los siguientes:

$$JE = A3 - A30$$

$$JEMAX = A3MAX - A30min$$

$$JEmin = A3min - A30MAX$$

Datos: $A3 = 12 \pm 0,5$ mm; $A30 = 8 \pm 0,2$ mm

$$JE = 12 - 8 = 4 \text{ mm}$$

$$JEMAX = 12,5 - 7,8 = 4,7 \text{ mm}$$

$$JEmin = 11,5 - 8,2 = 3,3 \text{ mm}$$

La demasía JE está dentro del rango de valores permitido, al tener un valor de 4 mm.

5.3.6. Demasía F

Está condición funcional debe cumplir que $JF > 0$, porque si no los tornillos 25 sobresaldrían por debajo de la base marca 1, pudiendo dar lugar al dañado de los tornillos e interferencias con otras marcas.

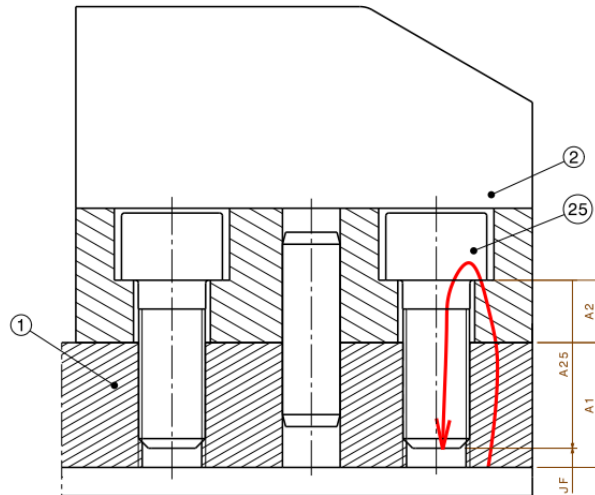


Figura 49- Representación de la demasía F.

Los cálculos realizados son los siguientes:

$$JF = A1 + A2 - A25$$

$$JF_{MAX} = A1_{MAX} + A2_{MAX} - A25_{min}$$

$$JF_{min} = A1_{min} + A2_{min} - A25_{MAX}$$

Datos: $A1 = 26 \pm 0,5$ mm; $A2 = 13 \pm 0,3$ mm; $A25 = 36,6 \pm 1,5$ mm

$$JF = 26 + 13 - 36,6 = 2,4 \text{ mm}$$

$$JF_{MAX} = 26,5 + 13,3 - 35,1 = 4,7 \text{ mm}$$

$$JF_{min} = 25,5 + 12,7 - 37,6 = 0,1 \text{ mm}$$

La cota JF se encuentra entre los valores calculados anteriormente, ya que tiene un valor de 4 mm.

5.3.7. Demasía G

Al igual que el juego F, se calcula el espacio sobrante del roscado de la pieza 3 que no va a poder alcanzar el tornillo 22. Esto permite saber si el taladro roscado en la marca 3 es excesivo o no.

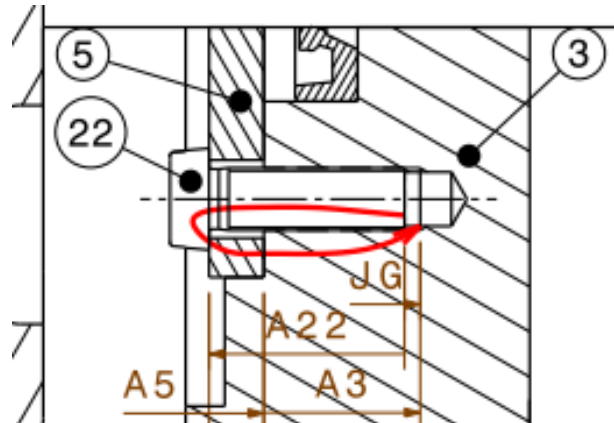


Figura 50- Representación de la demasía G.

Los cálculos realizados son los siguientes:

$$JG = -A_{22} + A_5 + A_3$$

$$JG_{MAX} = -A_{22min} + A_{5MAX} + A_{3MAX}$$

$$JG_{min} = -A_{22MAX} + A_{5min} - A_{3min}$$

Datos: $A_3 = 20 \pm 0,3$ mm; $A_5 = 7 \pm 0,2$ mm; $A_{22} = 25 \pm 0,5$ mm

$$JG = -25 + 7 + 20 = 2 \text{ mm}$$

$$JG_{MAX} = -24,5 + 7,2 + 20,3 = 3 \text{ mm}$$

$$JG_{min} = -25,5 + 6,8 + 19,7 = 1 \text{ mm}$$

La demasía JG se encuentra entre los valores calculados anteriormente, ya que tiene un valor de 2 mm. Por lo que se puede ver el roscado de la marca 3 no es excesivo.

5.3.8. Demasía H

Este requerimiento se basa en que la marca 1 y 25 tengan la suficiente longitud roscada para que no rompa la unión.

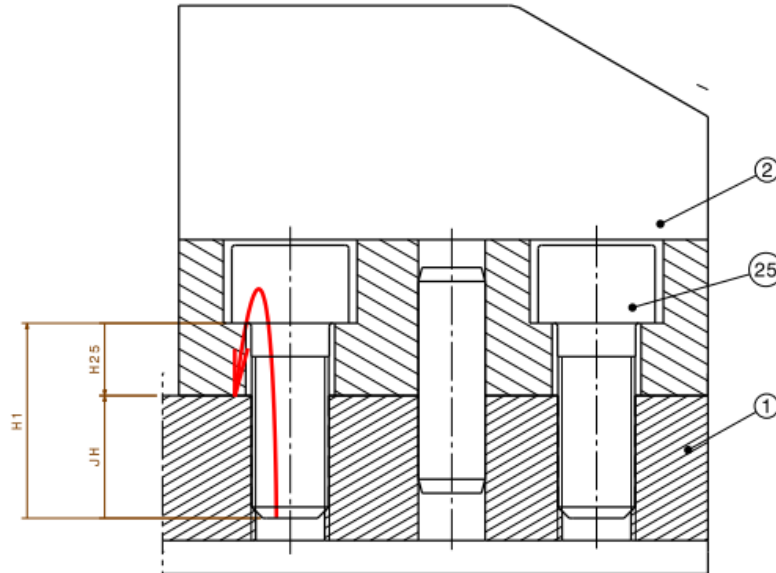


Figura 51- Representación de la demasía G.

Los cálculos realizados son los siguientes:

$$JH = H1 - H25$$

$$JH_{MAX} = H1_{MAX} - H25_{min}$$

$$JH_{min} = H1_{min} - H25_{MAX}$$

Datos: $H1 = 36,6 \pm 1,5$ mm; $H25 = 13 \pm 0,3$ mm

$$JH = 36,6 - 13 = 23,6$$
 mm

$$JH_{MAX} = 37,6 - 12,7 = 25,4$$
 mm

$$JF_{min} = 35,1 - 13,3 = 21,8$$
 mm

La demasía JH es correcta, ya que se encuentra entre los valores calculados anteriormente, ya que tiene un valor de 22 mm.

5.4. Tolerancias Geométricas

Una tolerancia geométrica es el intervalo de valores entre los que se debe encontrar la entidad de la pieza. Las tolerancias geométricas se basan principalmente en las necesidades funcionales de las piezas, pero también en menor medida en los requisitos de fabricación. Las tolerancias geométricas limitan tanto la forma y la orientación de las entidades como la posición entre entidades. Mientras que la acotación tradicional solo limita la forma.

5.4.1. Simbología de la norma ISO 1101:2017

La norma ISO 1101:2017 utiliza una serie de símbolos para definir las características y los intervalos de tolerancia de las magnitudes de las piezas.

Elementos y tipo de tolerancia		Características	Símbolos
Elementos simples	Forma	Rectitud	—
		Planicidad	
		Redondez	
		Cilindricidad	
Elementos simples o asociados	Forma	Forma de una línea	
		Forma de una superficie	
Elementos asociados	Orientación	Paralelismo	//
		Perpendicularidad	
		Inclinación	
	Situación	Posición	
		Concentricidad / coaxialidad	
		Simetría	
	Oscilación	Circular	
		Total	

Tabla 2- Simbología de tolerancias Geométricas. Recuperado de Normas ISO de acotación de planos técnicos. Renault Version 3.0

Existen cuatro tipos de tolerancias geométricas según su tipo:

Tolerancia de forma: son aquellas tolerancias que intentan controlar la geometría de las piezas. Estas tolerancias controlan la rectitud, planicidad, redondez, cilindricidad, perfil de línea y perfil de superficie. Estas tolerancias no toman como referencia ningún plano o *datum*.

Tolerancia orientación: permiten controlar la desviación de una entidad respecto a un elemento de referencia o *datum*. Estas tolerancias controlan el paralelismo, perpendicularidad y inclinación de un elemento respecto a otro elemento de referencia.

Tolerancia de situación: son las tolerancias que controlan la posición, concentricidad y simetría de los elementos de la pieza con respecto a otros elementos de referencia o *datums*.

Tolerancias de oscilación: hacen referencia a planos de referencia perpendiculares al eje donde las circunferencias o arcos de circunferencia deben encontrarse en las tolerancias indicadas.

5.4.2. Indicadores de tolerancias geométricas

Para indicar las tolerancias geométricas se utiliza un rectángulo que se divide entre dos y cinco compartimentos o casillas.

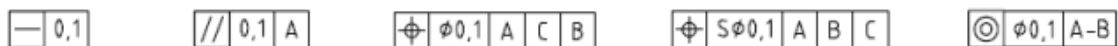


Figura 52- Indicadores de tolerancias geométricas. Copyright ISO 1101:2012

- La primera casilla es obligatoria, hace referencia al símbolo de la tolerancia geométrica.
- La segunda casilla también es obligatoria, representa el valor de la tolerancia geométrica. Si está precedida por el símbolo \varnothing la zona de tolerancia es circular o cilíndrica y si está precedida por una S la zona de tolerancia es esférica.
- Del tercer al quinto compartimento, son casillas no obligatorias que representan los elementos de referencia de la pieza.
- Una referencia se representa con una letra mayúscula en una casilla. Dos letras con un guion en un mismo compartimento representan una referencia

común. Tres letras en tres casillas distintas representan tres referencias distintas.

5.4.3. Requerimientos geométricos

5.4.3.1. Marca 2

Se toma como elemento de referencia A, la superficie que estará en contacto con la marca 1, ya que se necesita que una cierta rectitud y planitud de esta superficie. También se requiere una rectitud y planitud en la superficie donde se desplazará la roldana.

El elemento de referencia B es el eje del agujero del pasador, que debe tener una tolerancia de perpendicularidad a la referencia A y una tolerancia de simetría respecto al eje B.

5.4.3.2. Marca 3

Para el plano de la marca 3, el elemento de referencia A es el eje central debido a que es el elemento más importante. Por el cual debe desplazarse el vástago marca 8. Por tanto, el eje necesita en toda su longitud una tolerancia de simetría y sus agujeros respectivos una tolerancia de oscilación simple.

5.4.3.3. Marca 8

En la marca 8 es muy importante su eje central, que se toma como referencia y tiene una tolerancia de oscilación simple. En la cara final de la rosca se le da una tolerancia de planitud y rectitud para mejorar la colisión con la marca 1.

5.4.3.4. Marca 11

Se toman como elementos de referencia una de las dos superficies que entra en contacto con las orejas de la marca 1 y los dos ejes de los agujeros donde se acoplan los pasadores. A la superficie de contacto se da una tolerancia de planitud y a su homóloga una tolerancia de paralelismo respecto de esta. A los dos ejes de referencia se les impone una tolerancia de perpendicularidad respecto a la superficie de referencia y una tolerancia de simetría por la cual se ve afectado el eje.

5.4.3.5. Marca 14

El elemento de referencia A es la superficie de contacto con la marca 1 y se ve afectada por una tolerancia de planitud y otra de rectitud. Y el elemento de referencia B es el eje del agujero donde se inserta la marca 13, el cual tiene una tolerancia de perpendicularidad respecto a A y una tolerancia de simetría.

5.4.3.6. Marca 16

Los elementos de referencia de la marca 16 son los dos ejes de los que se compone la pieza. EL eje horizontal se ve sometido a una tolerancia de planitud y el eje vertical se ve afectado por una tolerancia de perpendicularidad respecto del eje horizontal y una tolerancia de simetría.

5.4.3.7. Marca 19

Al ser la pieza 19 muy parecida a la marca 16, se compone de los mismos elementos de referencia y además se ve afectada por las mismas tolerancias geométricas.

5.5. Indicación de la calidad superficial en la documentación técnica de productos

Las superficies que necesitan un determinado acabado superficial son aquellas que se encuentran en contacto con otras marcas o superficies exteriores que pueden producir daños o perjuicios, es decir las llamadas superficies funcionales.

La siguiente tabla muestra el tipo de acabado de las superficies según su contacto:

Tipo de superficie	Contacto	Acabado
Superficie funcional	Contacto dinámico con otras superficies.	Acabado muy fino.
Superficie de apoyo	Contacto estático con otras superficies.	Acabado fino.
Superficie libre	Sin contacto con otras superficies	Acabado basto u fino.

Tabla 3- Acabados superficiales según el contacto entre superficies. Román Freire et al. (2021)

Existe otras clasificaciones de acabados superficiales mucho más especializadas que permiten conocer el requerimiento mínimo de acabado superficial de la superficie según su función:

Función	Ejemplo de aplicación	Ra (μm)
Fricción por deslizamiento	Árboles	0.8
Fricción por rotación	Rodamientos, cojinetes	0.4
Estanqueidad dinámica	Juntas tóricas	0.4
	Retenes	0.3
Estanqueidad estática	Sellado con junta	1.6
	Sellado sin junta	0.1
Montaje fijo con facilidad	Soporte y pieza desmontable	3.2
Montaje fijo	Soporte de cojinete	1.6
	Soporte de rodamiento	0.8

Tabla 4- Rugosidades superficiales (Ra) según la función de la superficie de la marca. Román Freire et al. (2021)

Con la ayuda de las dos tablas anteriores se ha elegido el estado superficial de cada pieza y cada superficie funcional del utillaje neumático de fijación.

5.5.1. Representación gráfica de acabados superficiales

Basado en la norma ISO 1302:2002, la posición de los requisitos para los acabados superficiales es la siguiente:

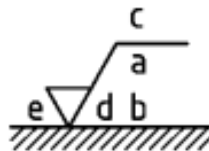


Figura 53- Representación de las especificaciones del estado superficial. Copyright ISO 1302:2002

- La posición a es el requisito individual del acabado superficial. Si hay más de un requisito de calidad superficial se escribirán en la posición de a y b.
- La posición c informa sobre el proceso de fabricación.
- La posición d permite conocer como son los surcos y orientación de la superficie.
- La posición e indica la tolerancia de mecanizado.

La siguiente ilustración informa de cuando es obligatorio la retirada de material o no y de cuando se permite las dos cosas.

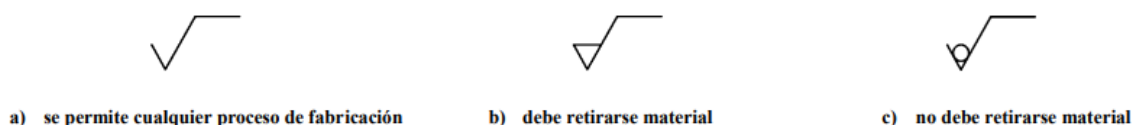
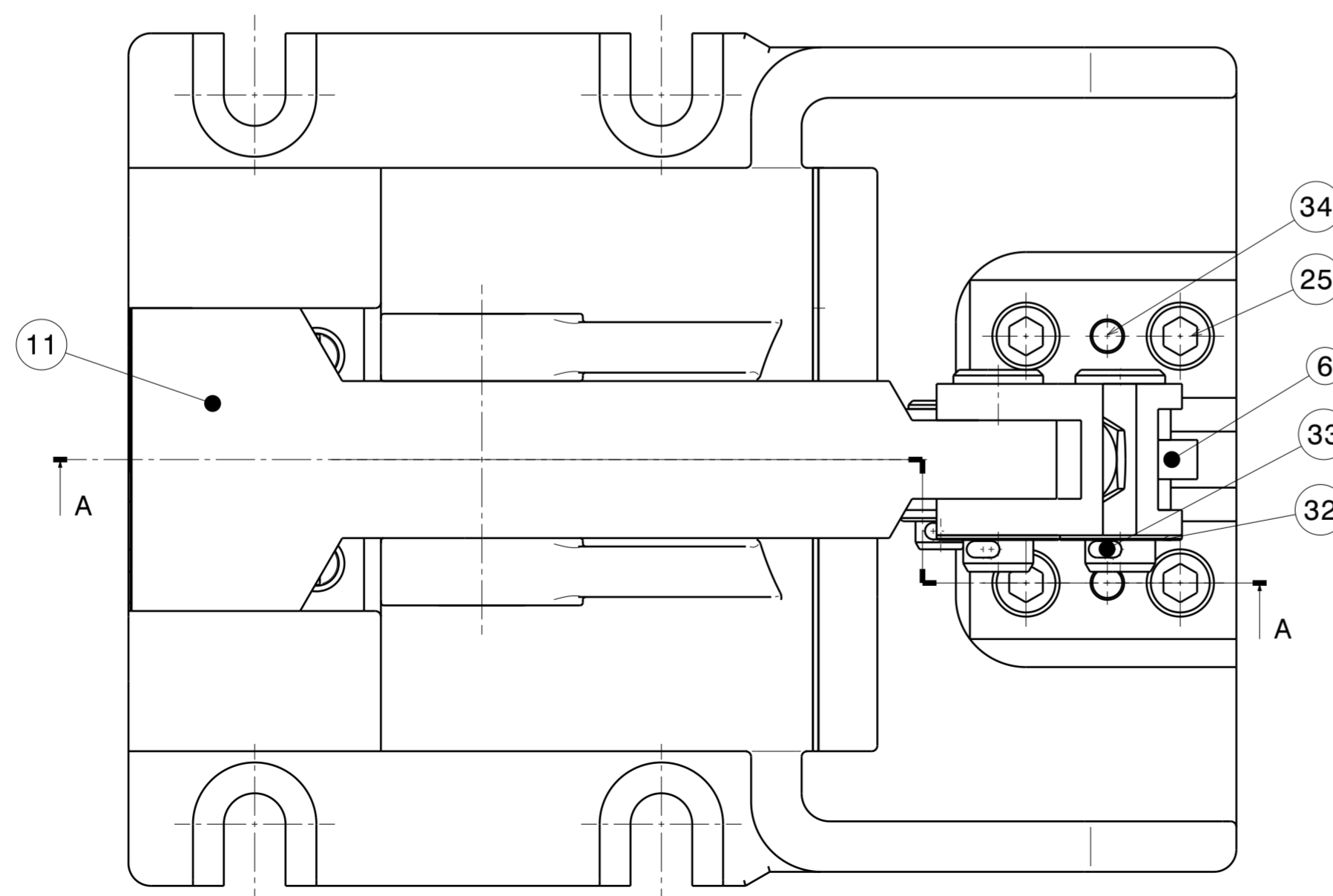
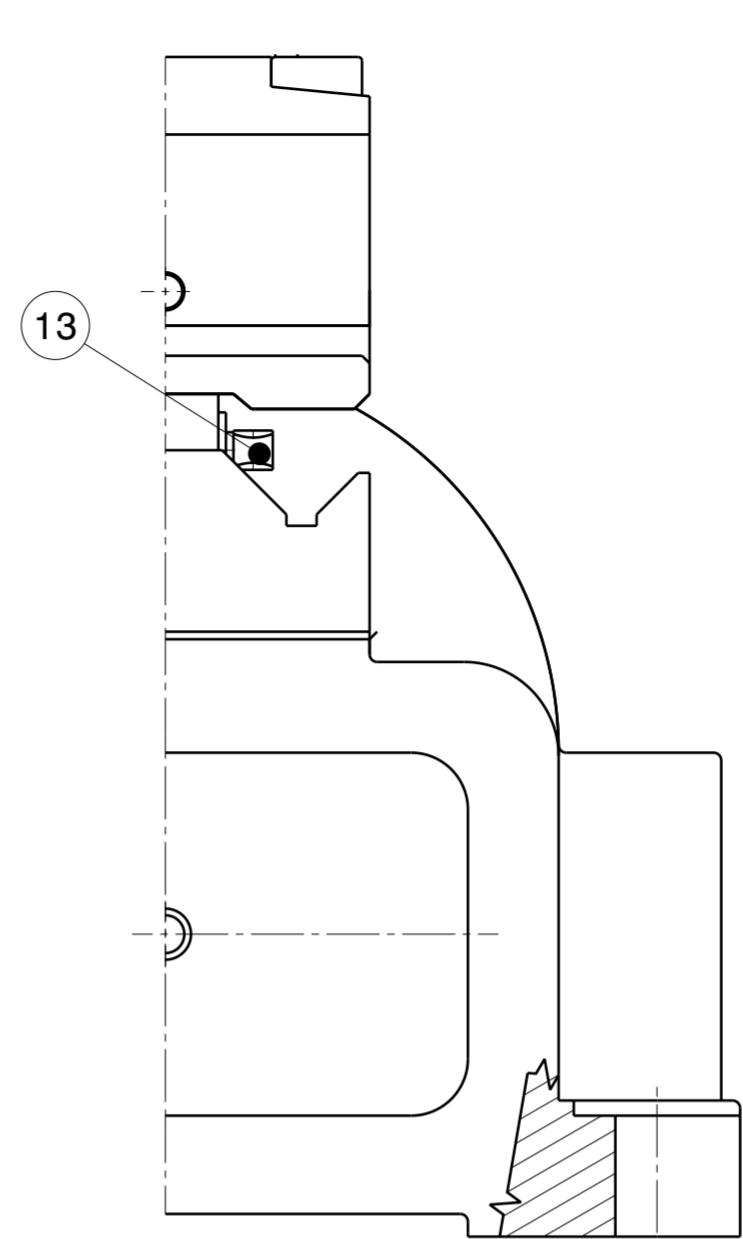
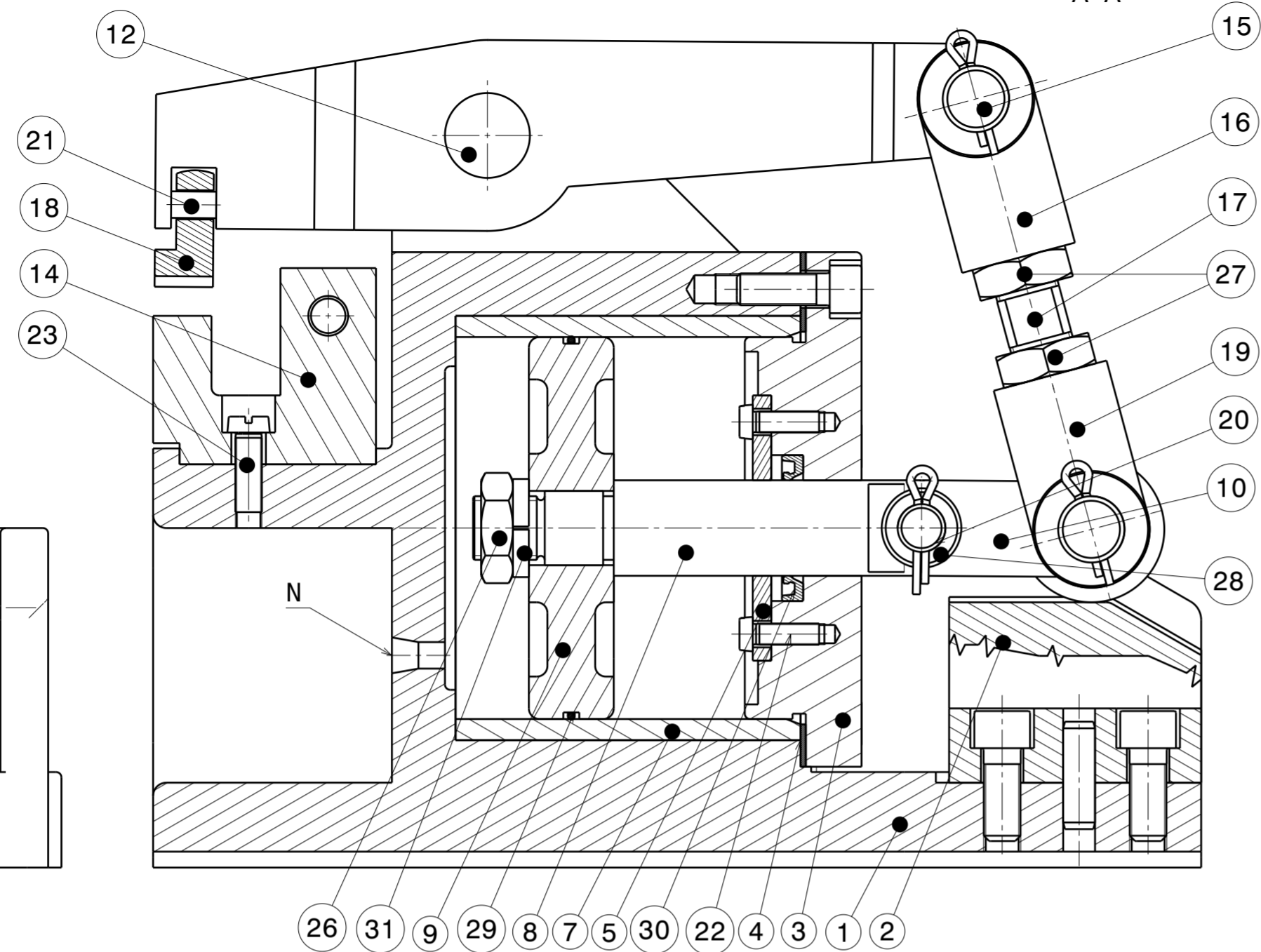
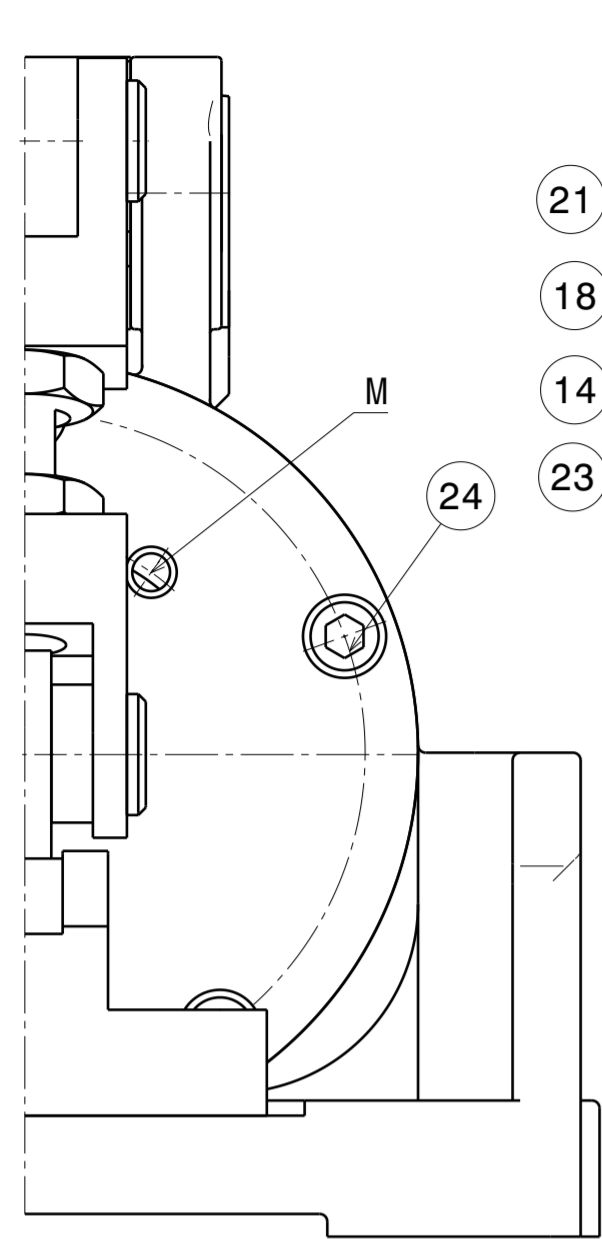


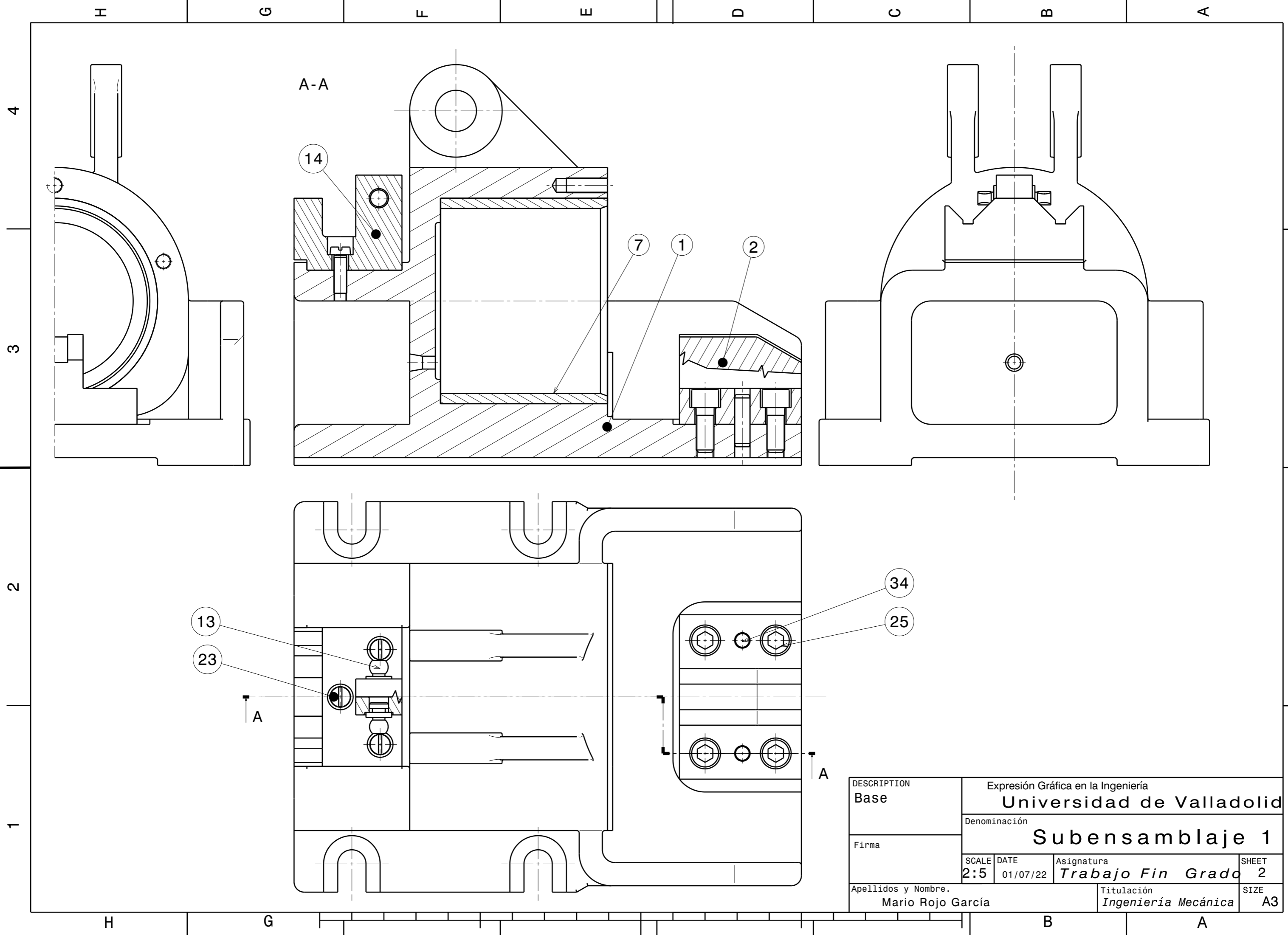
Figura 54- Símbolos gráficos de los acabados superficiales. Copyright ISO 1302:2002

6. Planos



34	2	Bulón sin cabeza Ø12x40	ISO 8734
33	3	Albura 3x32	ISO 1234
32	2	Arandela 25x44x2	ISO 7090
31	1	Arandela Grower 25x37x6	DIN 127
30	1	Retén 35x55x8	DIN 3760
29	1	Junta tórica 139x3	ISO 3601
28	1	Arandela 18x30 e=4	ISO 7091
27	2	Tuerca M24x2	ISO 8675
26	1	Tuerca M24x2	ISO 8675
25	4	Tornillo M14x35	ISO 4762
24	5	Tornillo M12x35	ISO 4762
23	3	Tornillo M10x30	ISO 1207
22	4	Tornillo M8x25	ISO 1207
21	1	Bulón sin cabeza Ø10x40	ISO 8734
20	1	Pasador con cabeza Ø18x53	ISO 2341
19	1	Hombro inferior	
18	1	Mordaza superior	
17	1	Perno doble rosca M24x90	
16	1	Hombro superior	
15	2	Pasador con cabeza Ø25x72	ISO 2341
14	1	Mordaza inferior	
13	2	Agarrador	
12	1	Pasador sin cabeza	
11	1	Palanca	
10	1	Brazo	
9	1	Embolo	
8	1	Vástago	
7	1	Camisa cilíndrica	
6	1	Roldana	
5	1	Tapa interior	
4	1	Junta estanqueidad	
3	1	Tapa exterior	
2	1	Guía roldana	
1	1	Base soporte	
Marca	Num. piezas	Denominación	Norma

Description		Universidad de Valladolid		
Plano de conjunto		Denominación		
Firma		Plano de conjunto y listado de marcas		
Scale	Date	Asignatura	Sheet	
1:2	04/07/22	Trabajo Fin de Grado	1	
Apellidos y Nombre		Titulación		
Rojo García, Mario		Ingeniería Mecánica		
		Size		
		A2		



DESCRIPTION Base	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 2
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Subensamblaje 1			Asignatura <i>Trabajo Fin Grado</i>
	SCALE 2:5	DATE 01/07/22		
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García			Titulación <i>Ingeniería Mecánica</i>	SIZE A3

H

G

F

E

D

C

B

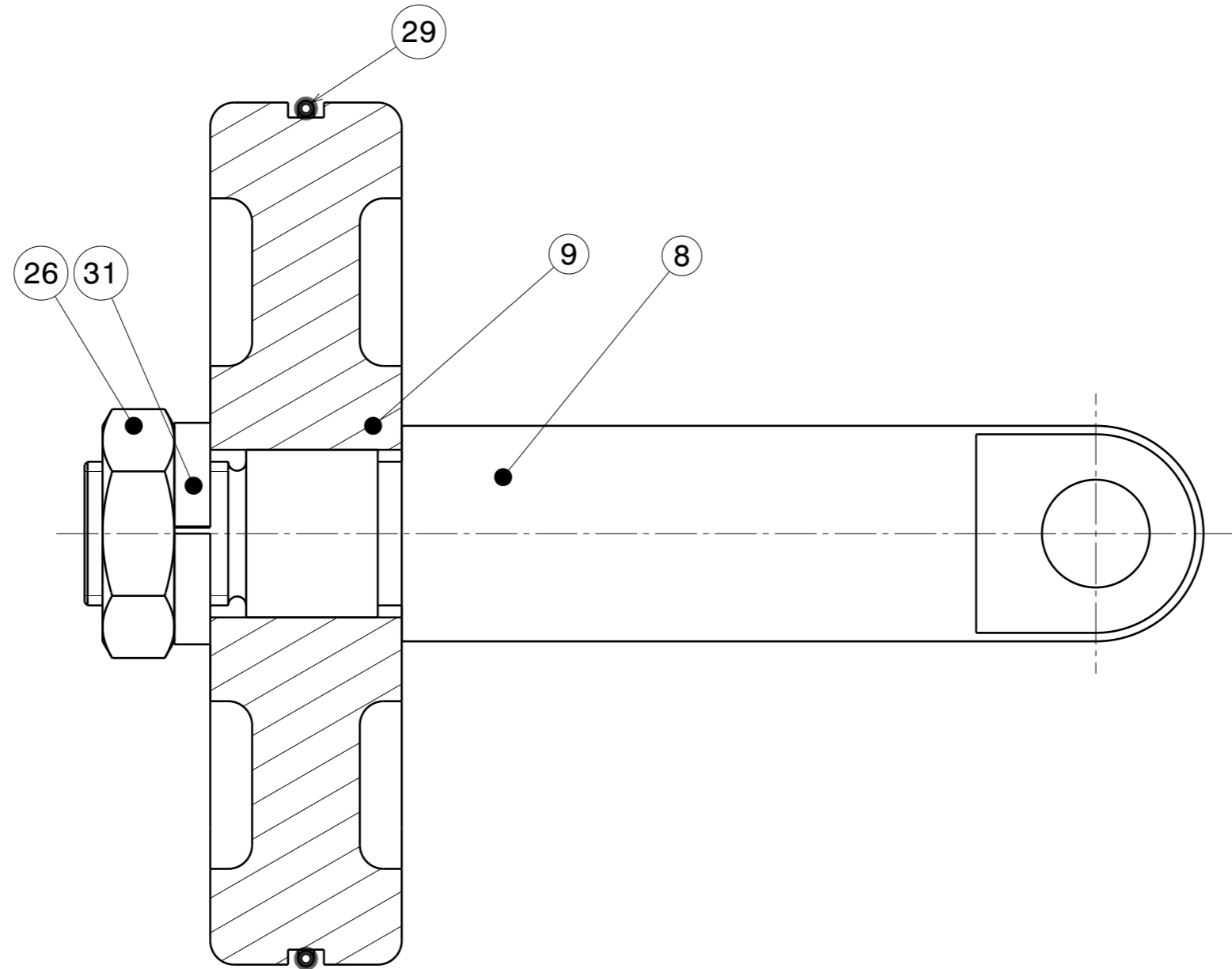
A

4

3

2

1



4

3

2

1

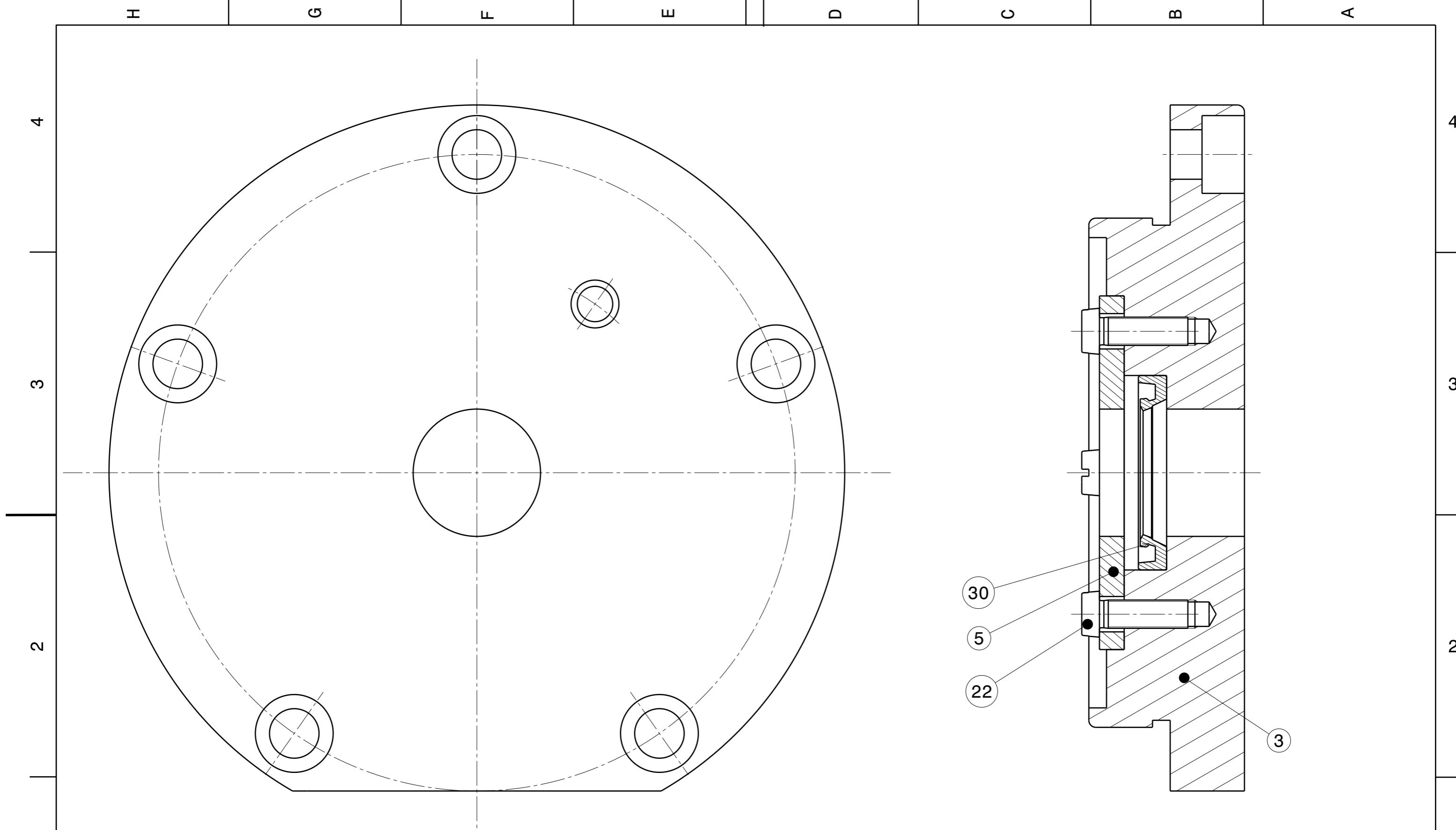
DESCRIPTION Pistón	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 3
	Universidad de Valladolid			
Firma	Subensamblaje 2			SIZE A3
	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García			Titulación Ingeniería Mecánica	

H

G

B

A



DESCRIPTION Tapa	Expresión Gráfica en la Ingeniería			
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Subensamblaje 3			
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	SHEET 4
	Titulación Ingeniería Mecánica			SIZE A3

4

4

3

3

2

2

1

1

D

C

B

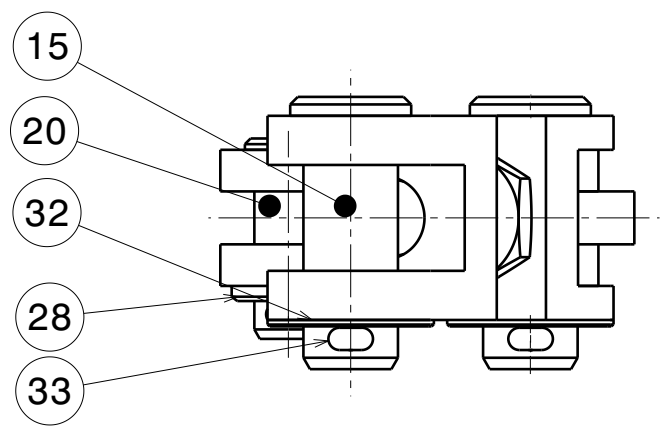
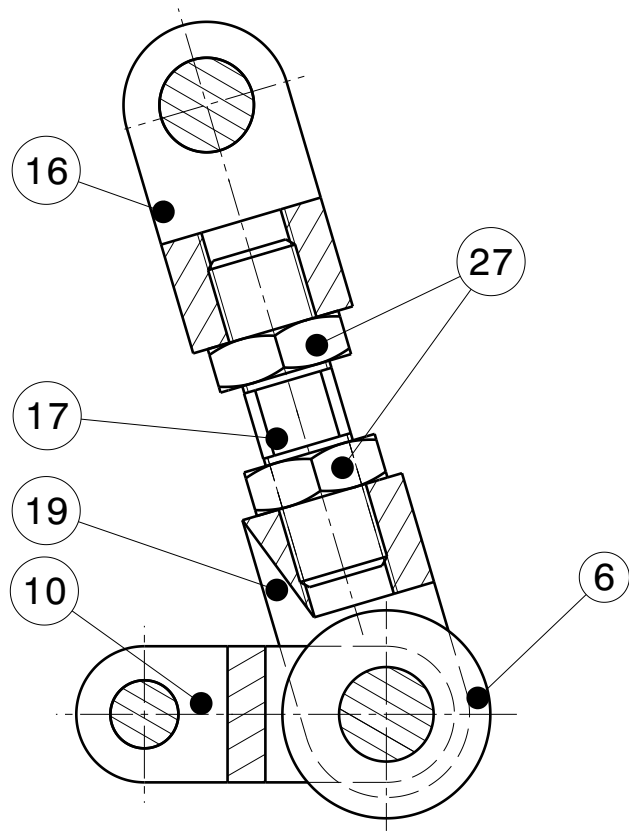
A

D

C

B

A



DESCRIPTION Brazo	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 5
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Subensamblaje 4			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:2	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
			Titulación Ingeniería Mecánica	

H

G

F

E

D

C

B

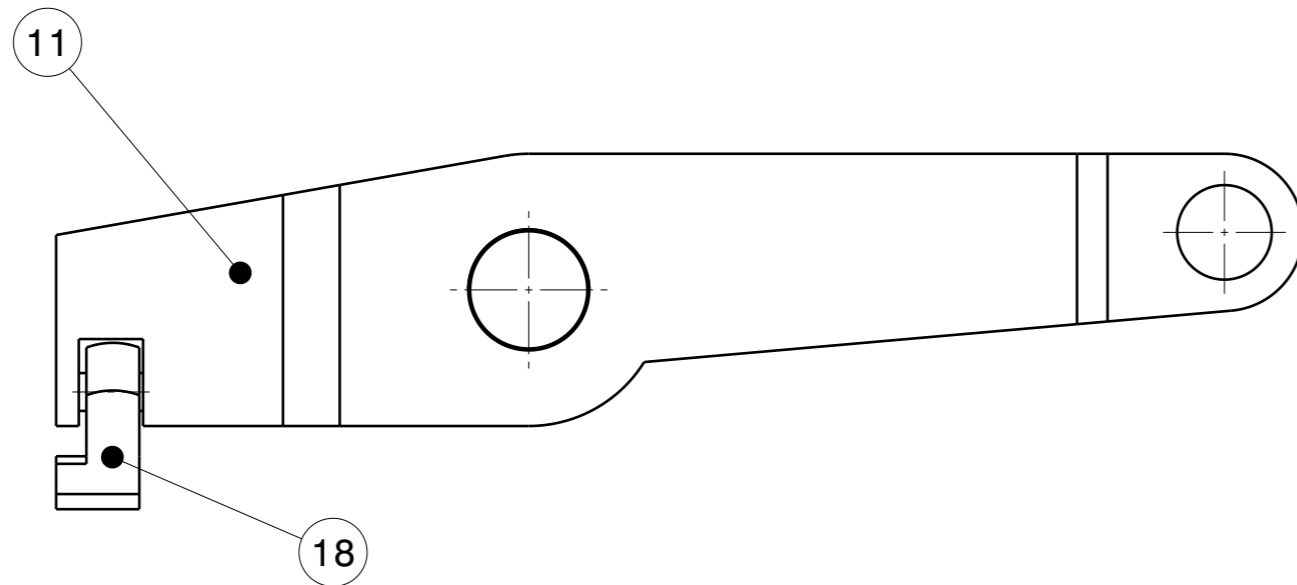
A

4

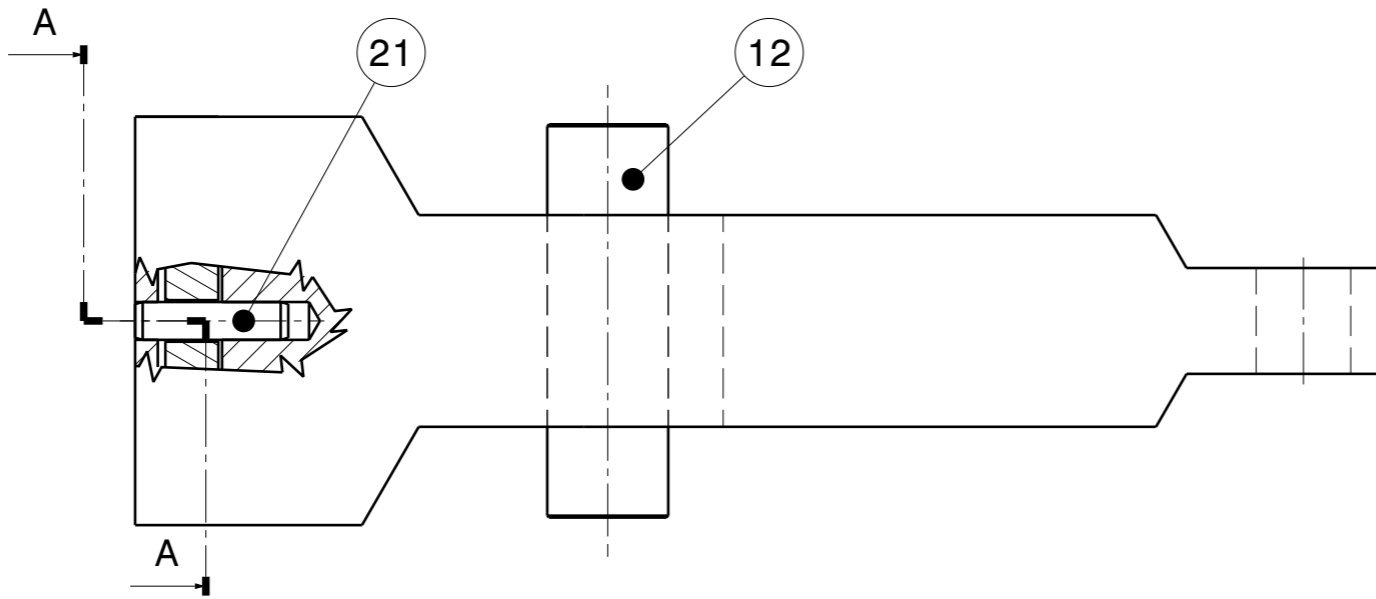
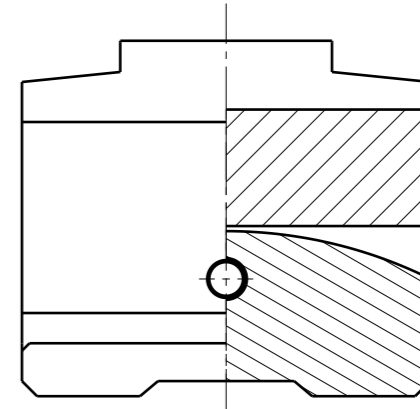
3

2

1



A-A



DESCRIPTION Mordaza superior y Palanca	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 6
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Subensamblaje 5			SIZE A3
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:2	DATE 01/07/22	Asignatura <i>Trabajo Fin Grado</i>	
			Titulación <i>Ingeniería Mecánica</i>	

H

G

B

A

4

3

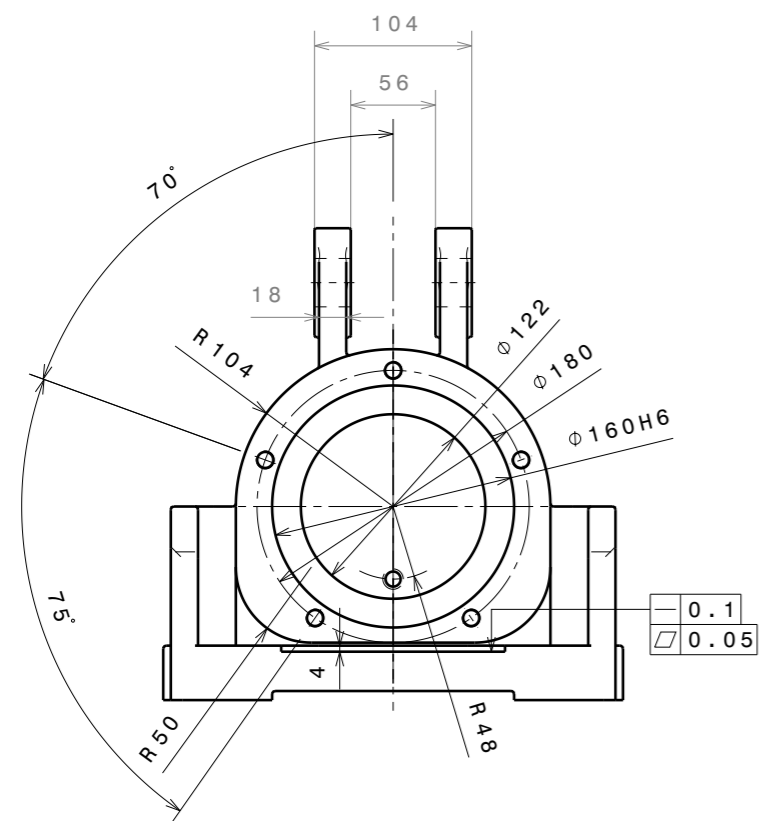
2

1

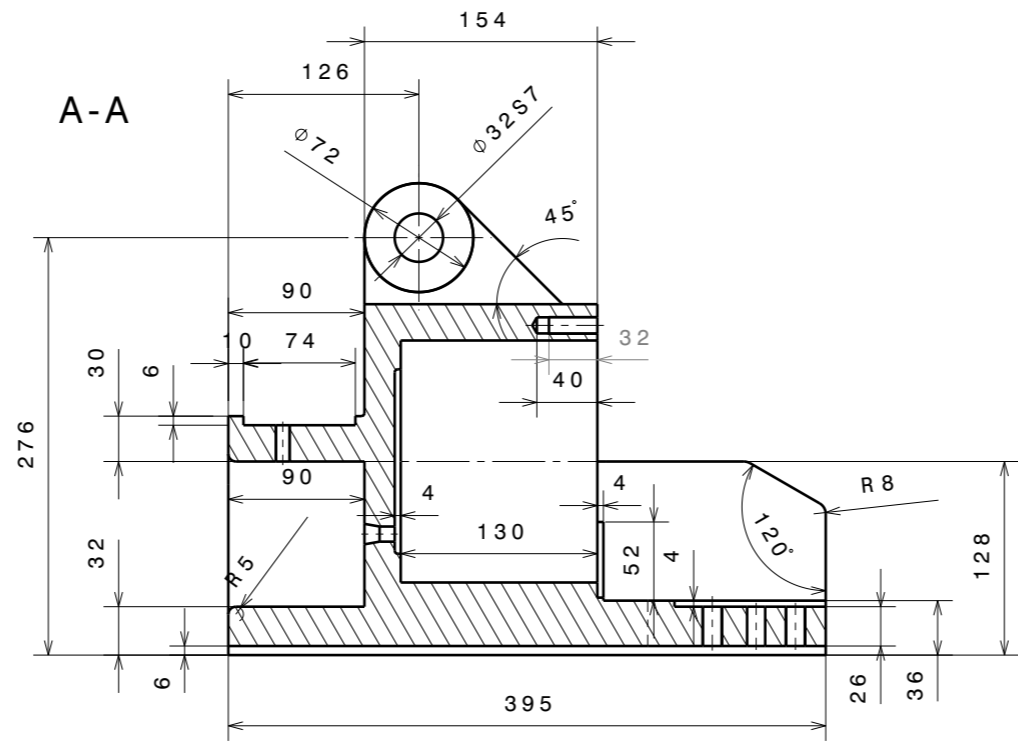
H G F E D C B A

4

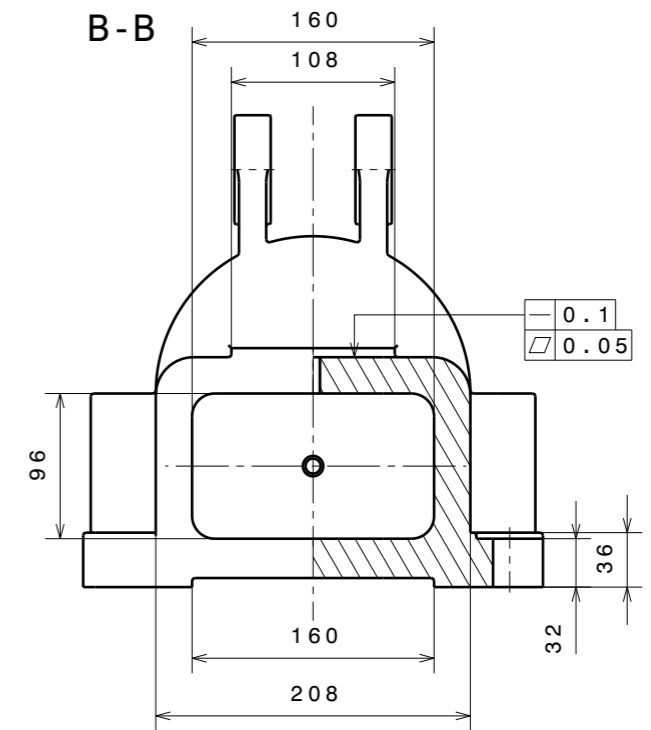
3



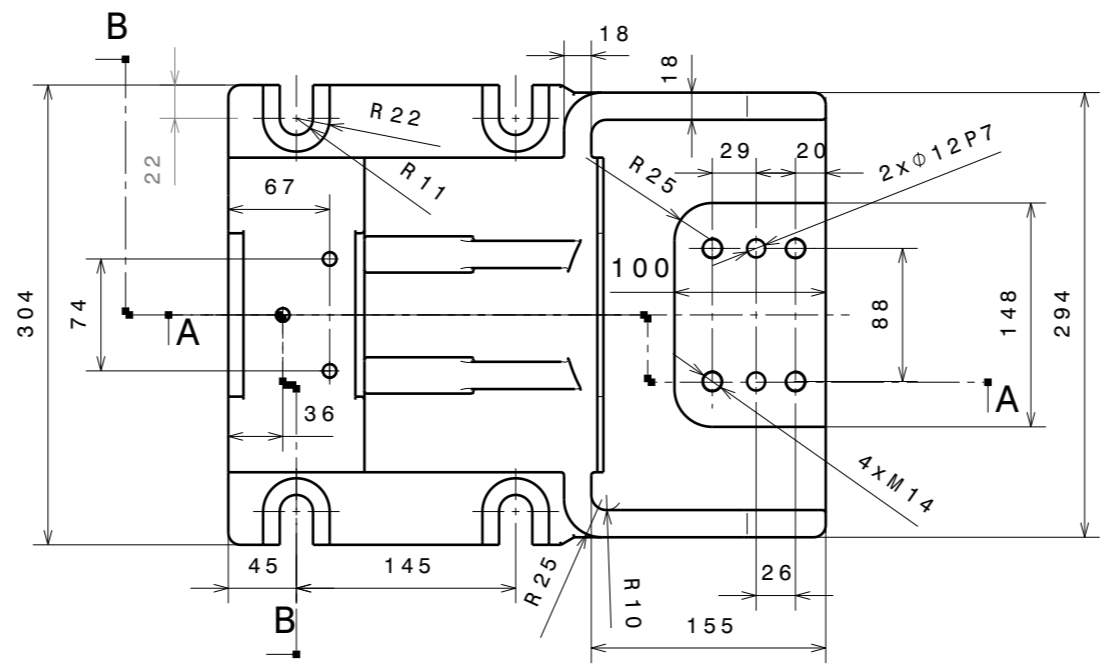
A-A



B-B



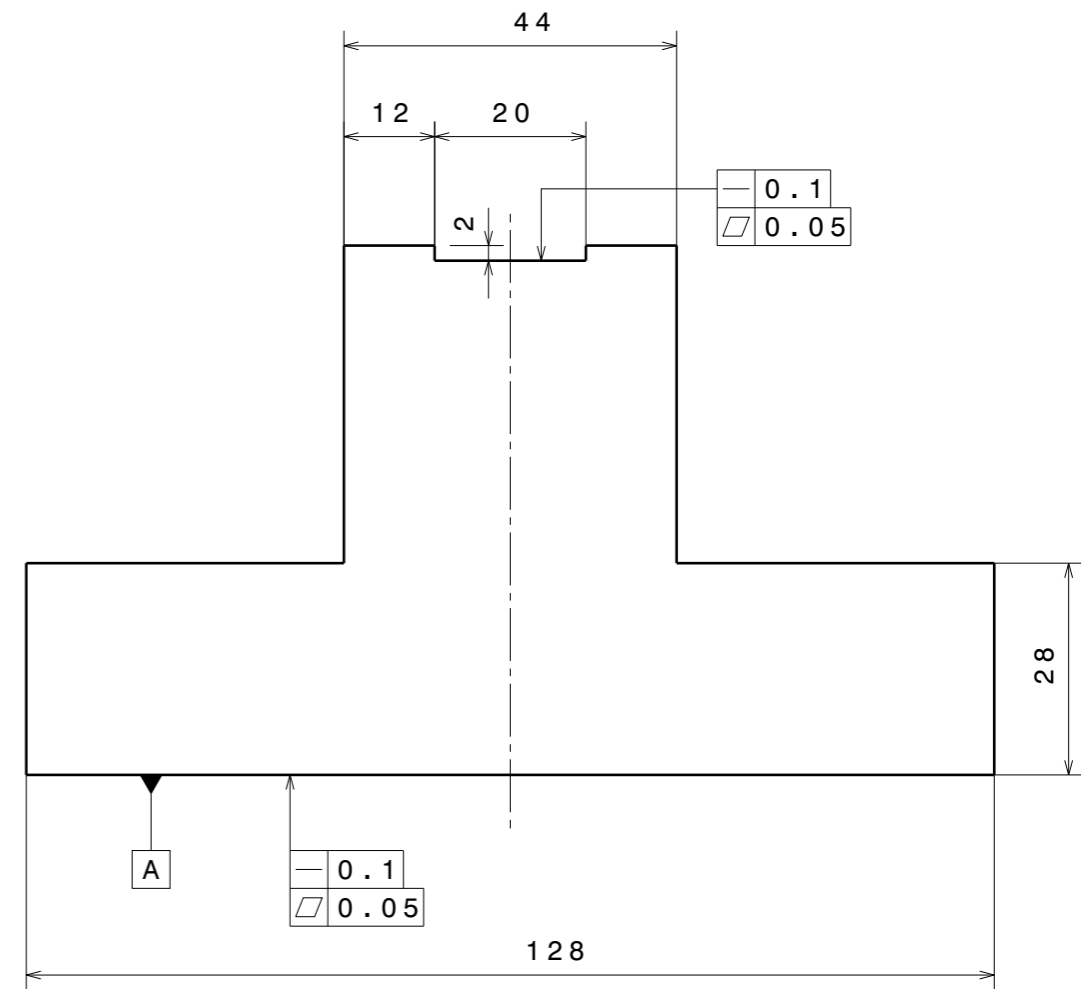
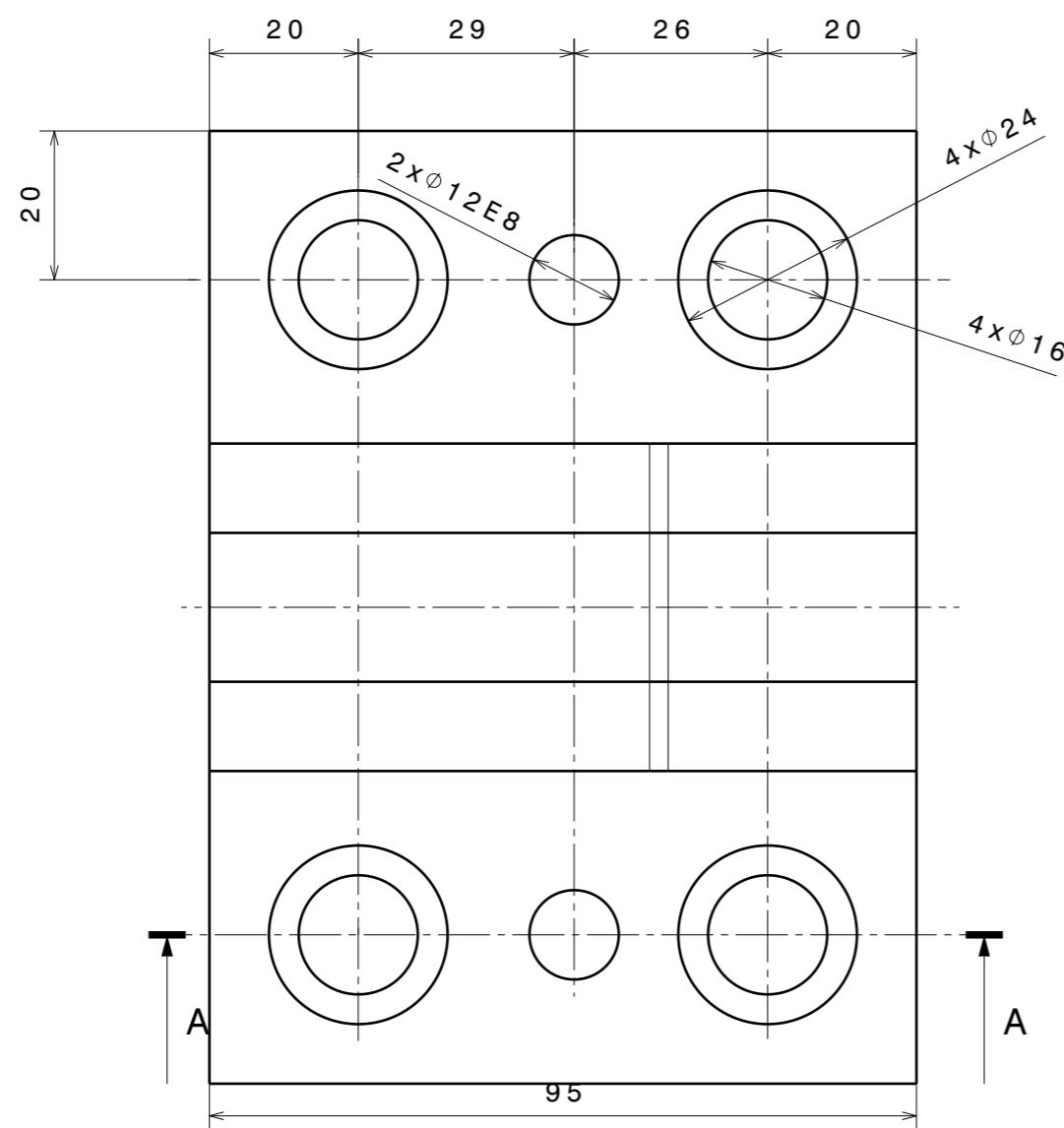
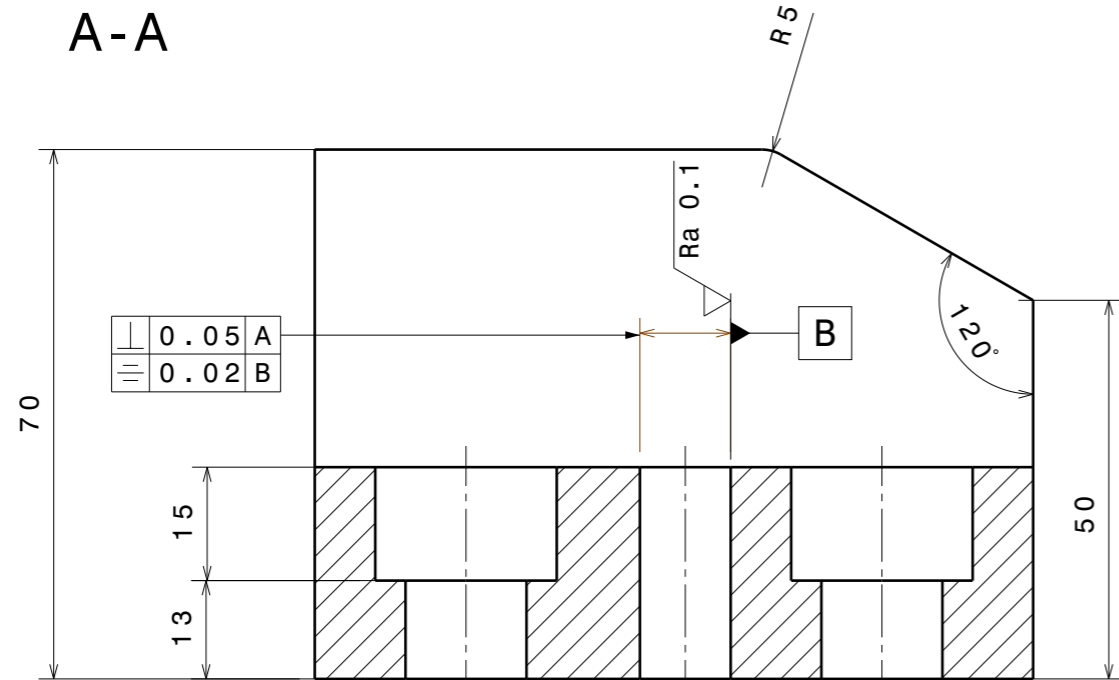
2



1

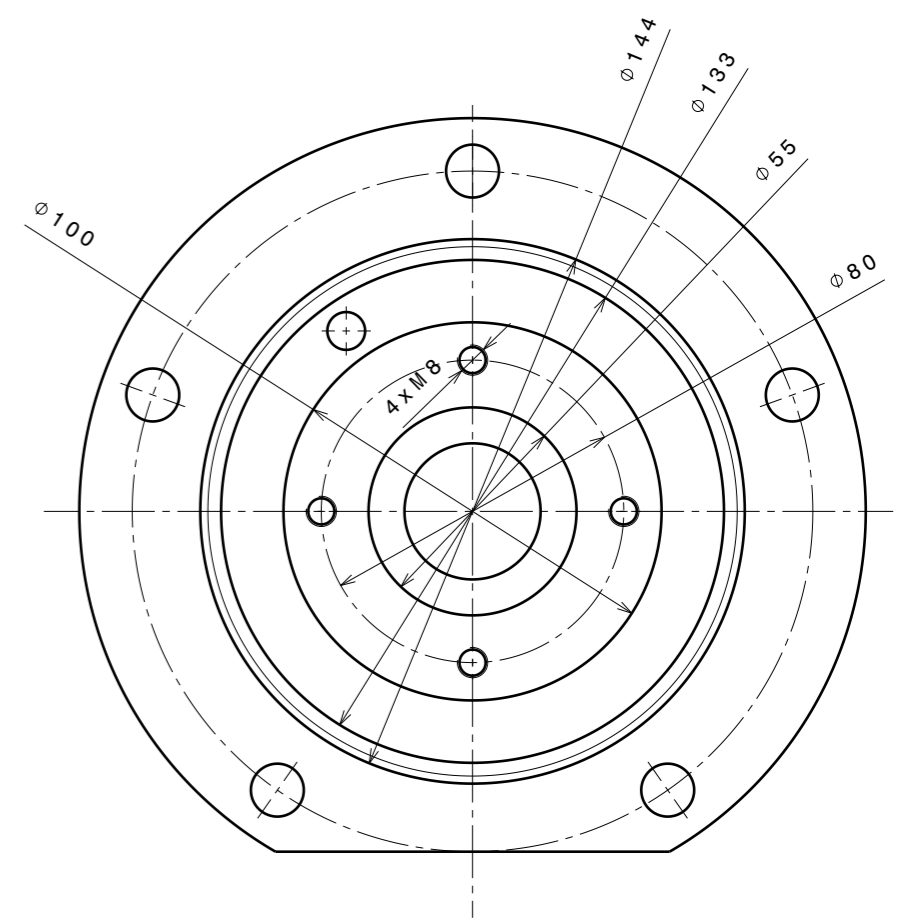
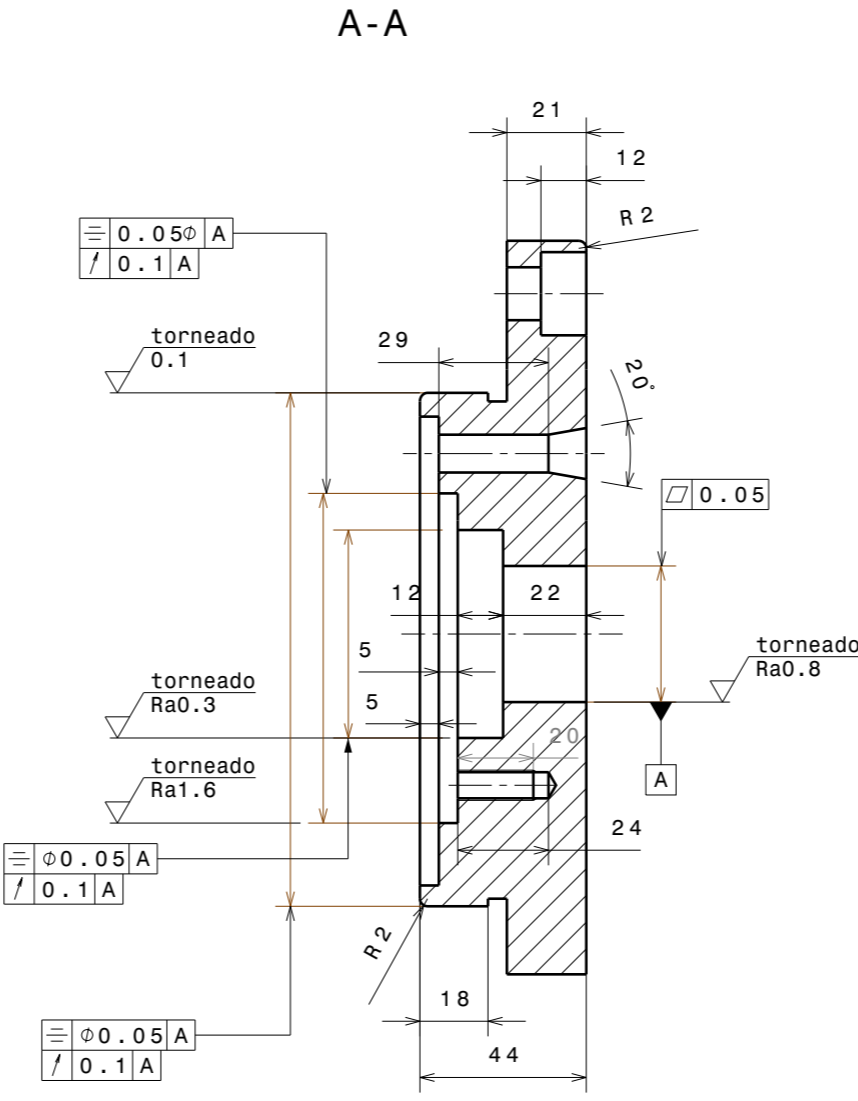
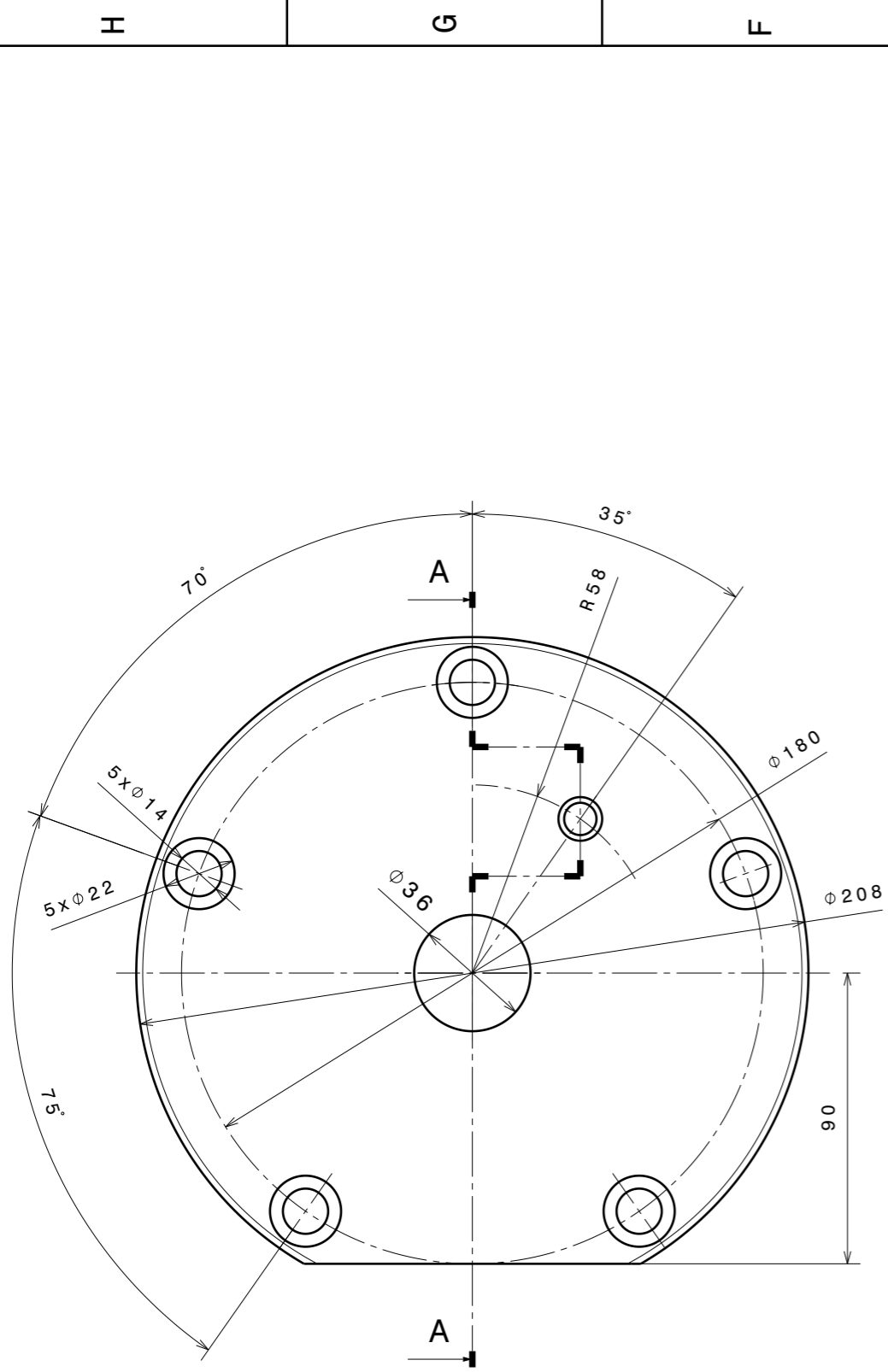
DESCRIPTION Base	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 7
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación			SIZE A3
	Marca 1			
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:5	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	Titulación Ingeniería Mecánica

H G F E D C B A



fresado
Ra 3.2 (Ra 0.1)

DESCRIPTION Guía roldana	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 8
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 2			Asignatura <i>Trabajo Fin Grado</i>
	SCALE 1:1	DATE 1/07/2022		
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García			Titulación <i>Ingeniería Mecánica</i>	SIZE A3



torneado
Ra3.2

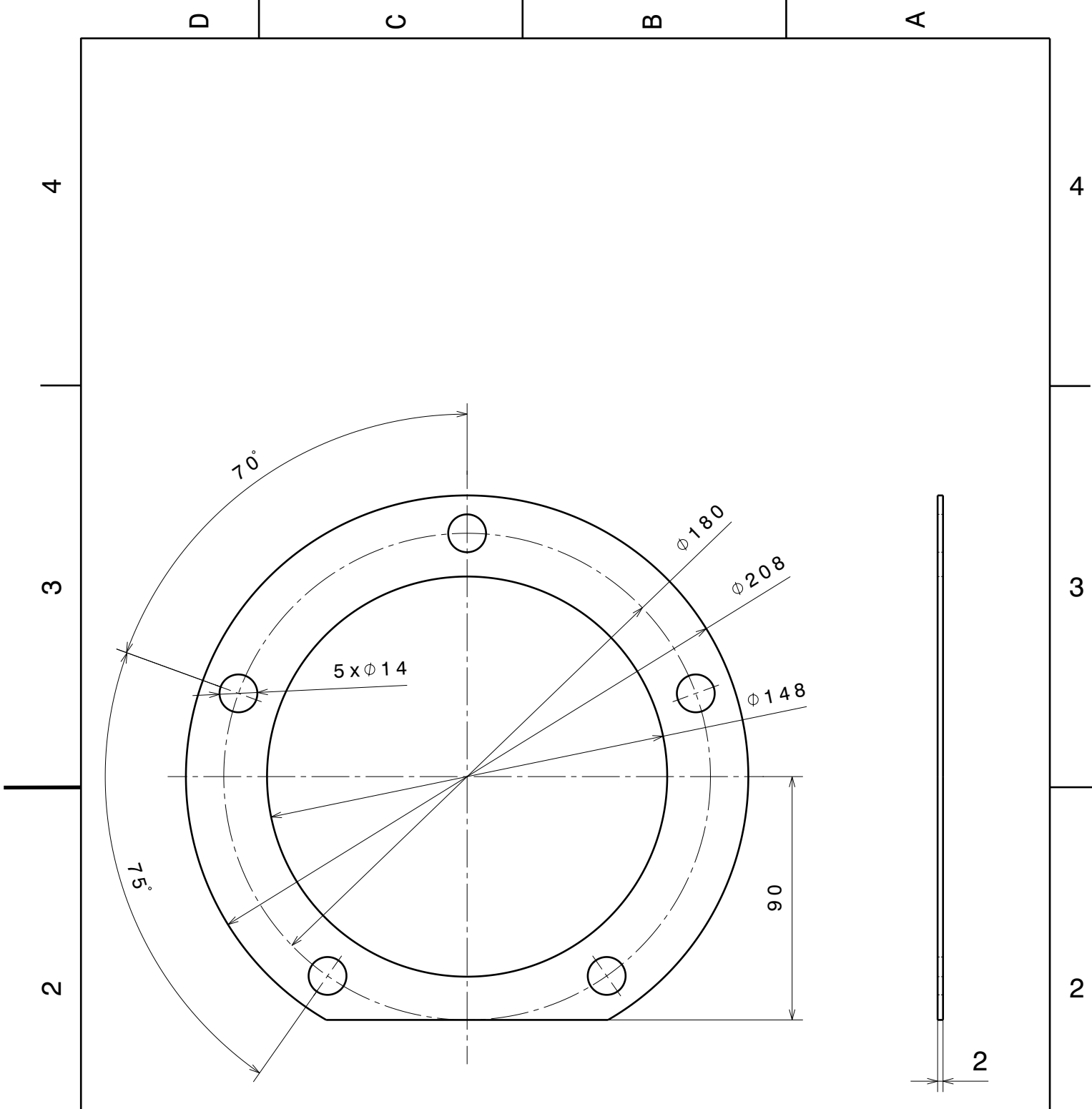
torneado
Ra0.1

torneado
Ra0.3

torneado
Ra0.8

torneado
Ra1.6

DESCRIPTION Tapa exterior	Expresión Gráfica en la Ingeniería Universidad de Valladolid			
	Denominación Marca 3			
Firma	SCALE 1:1	DATE 1/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	SHEET 9
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García			Titulación Ingeniería Mecánica	SIZE A3



DESCRIPTION Junta Estanqueidad	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 10
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 4			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:2	DATE 1/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
			Titulación Ingeniería Mecánica	

D

C

B

A

4

4

3

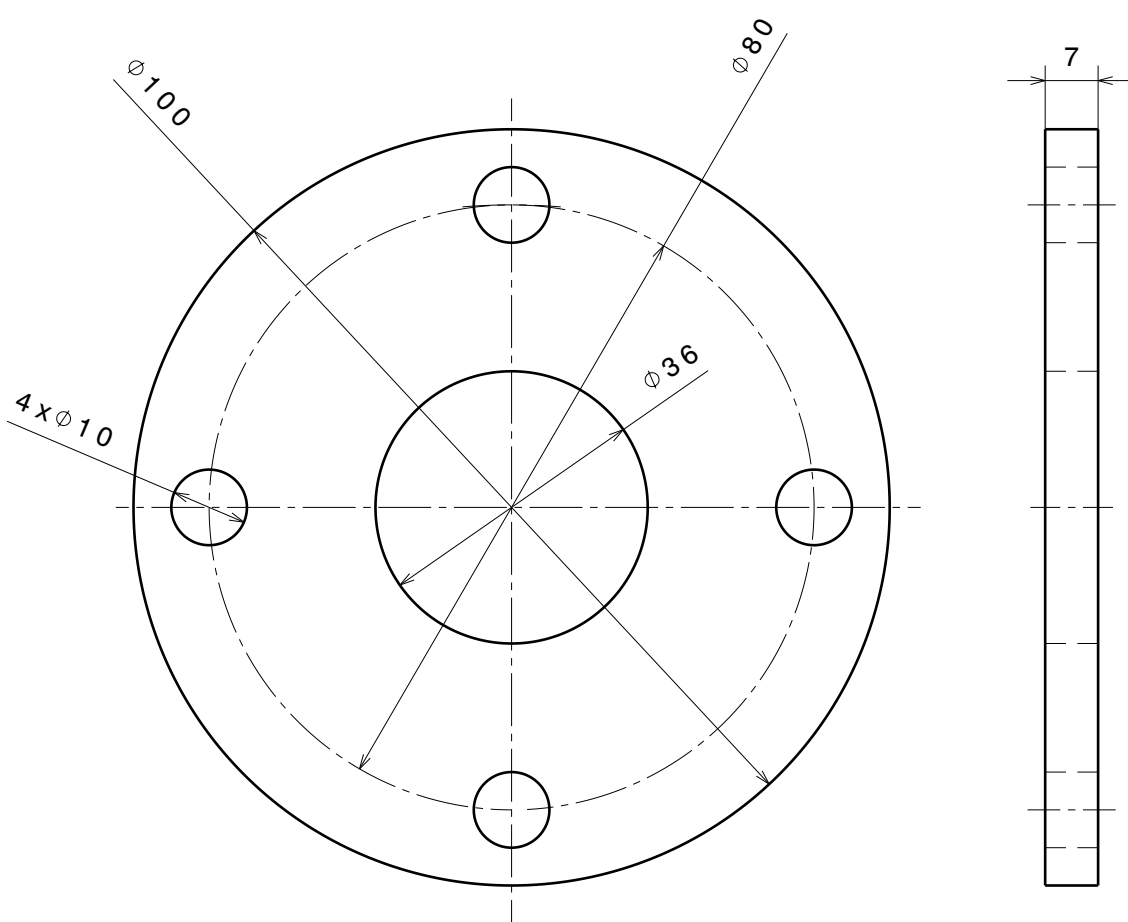
3

2

2

1

1



DESCRIPTION Tapa Interior	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 11
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 5			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 1/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
			Titulación Ingeniería Mecánica	

D

C

B

A

D

C

B

A

4

4

3

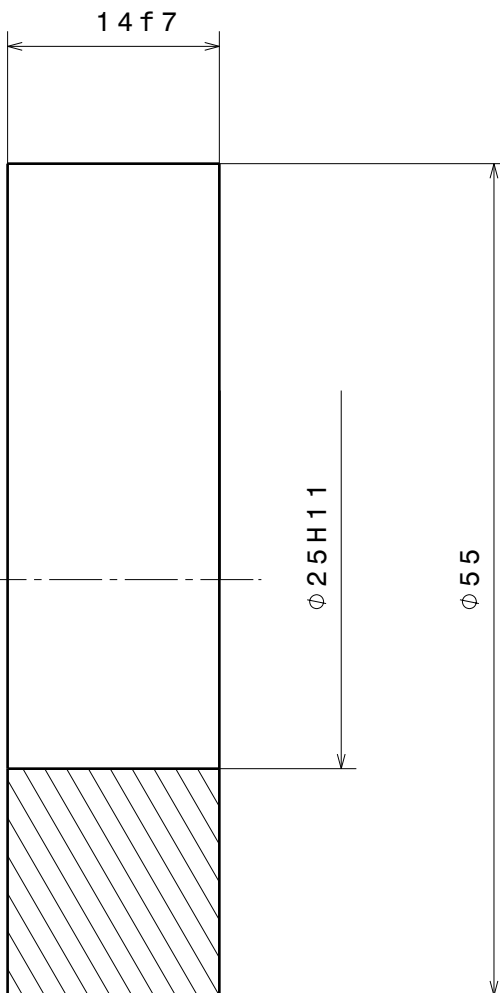
3

2

2

1

1



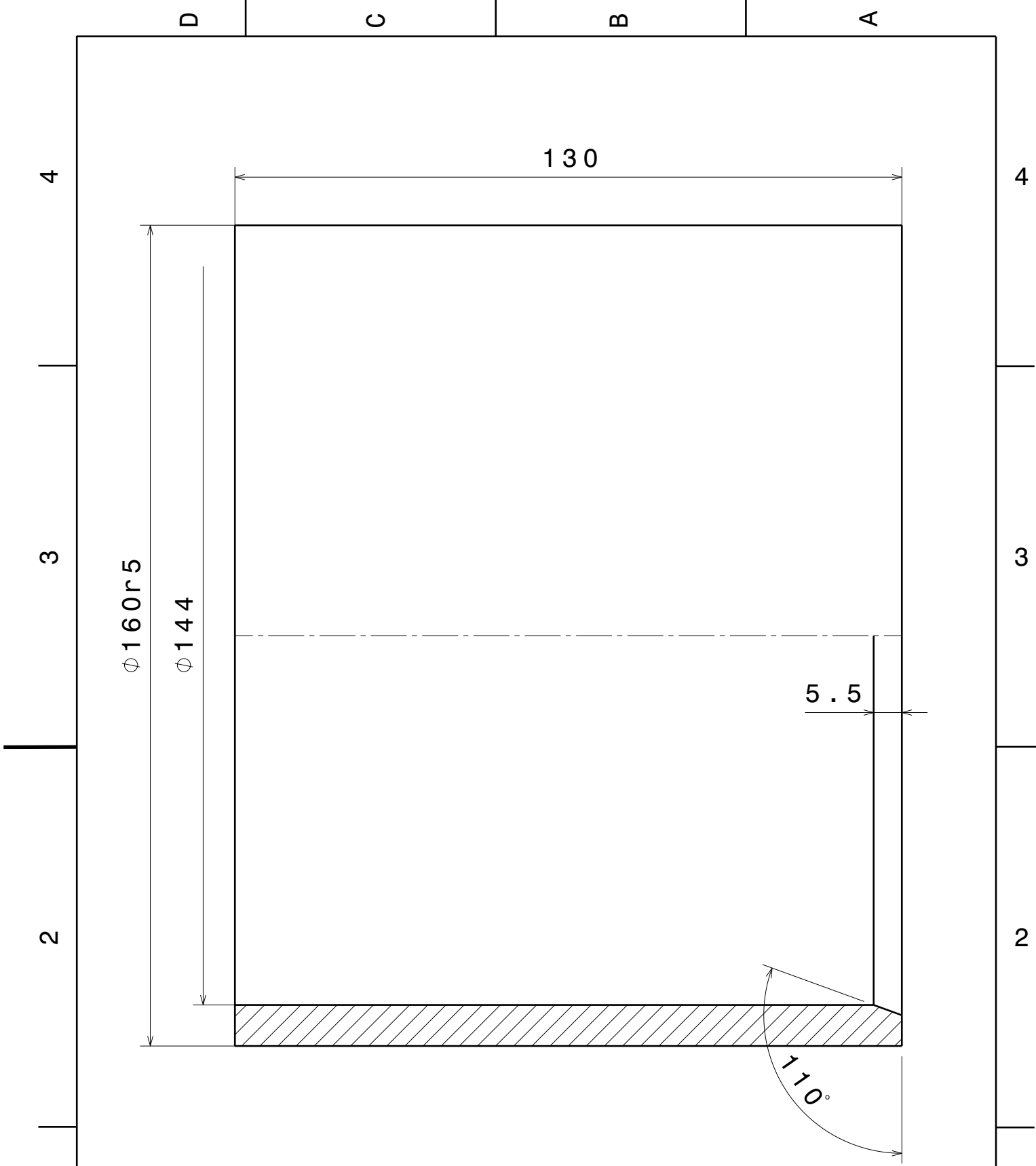
DESCRIPTION Roldana	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 12
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación			SIZE A4
	Marca 6			
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García		Titulación <i>Ingeniería Mecánica</i>		
SCALE 2:1	DATE 01/07/22	Asignatura <i>Trabajo Fin Grado</i>		

D

C

B

A



DESCRIPTION Camisa del Cilindro	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 13
	Universidad de Valladolid			
Firma	Marca 7			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
			Titulación Ingeniería Mecánica	

H G F E D C B A

4

3

2

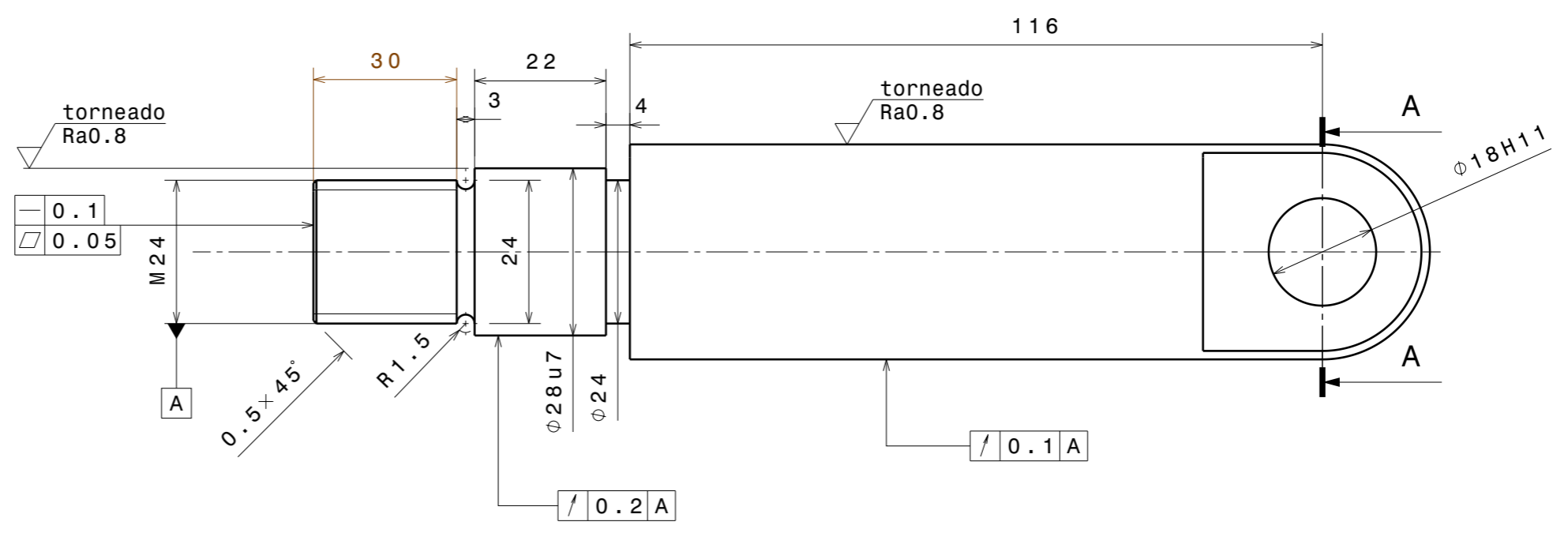
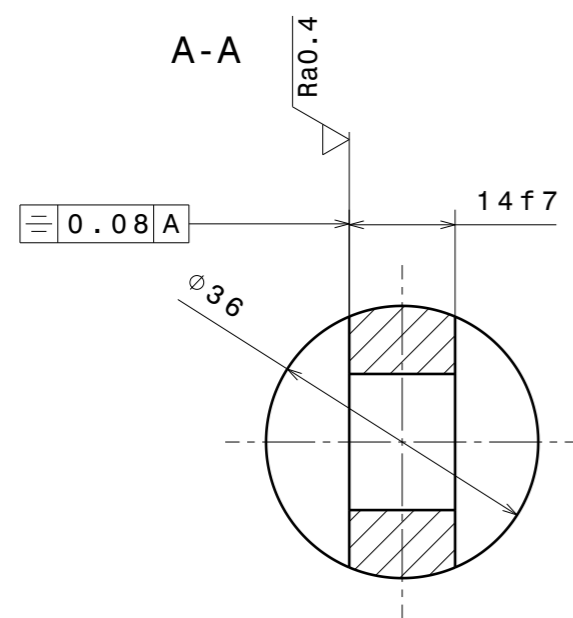
1

4

3

2

1

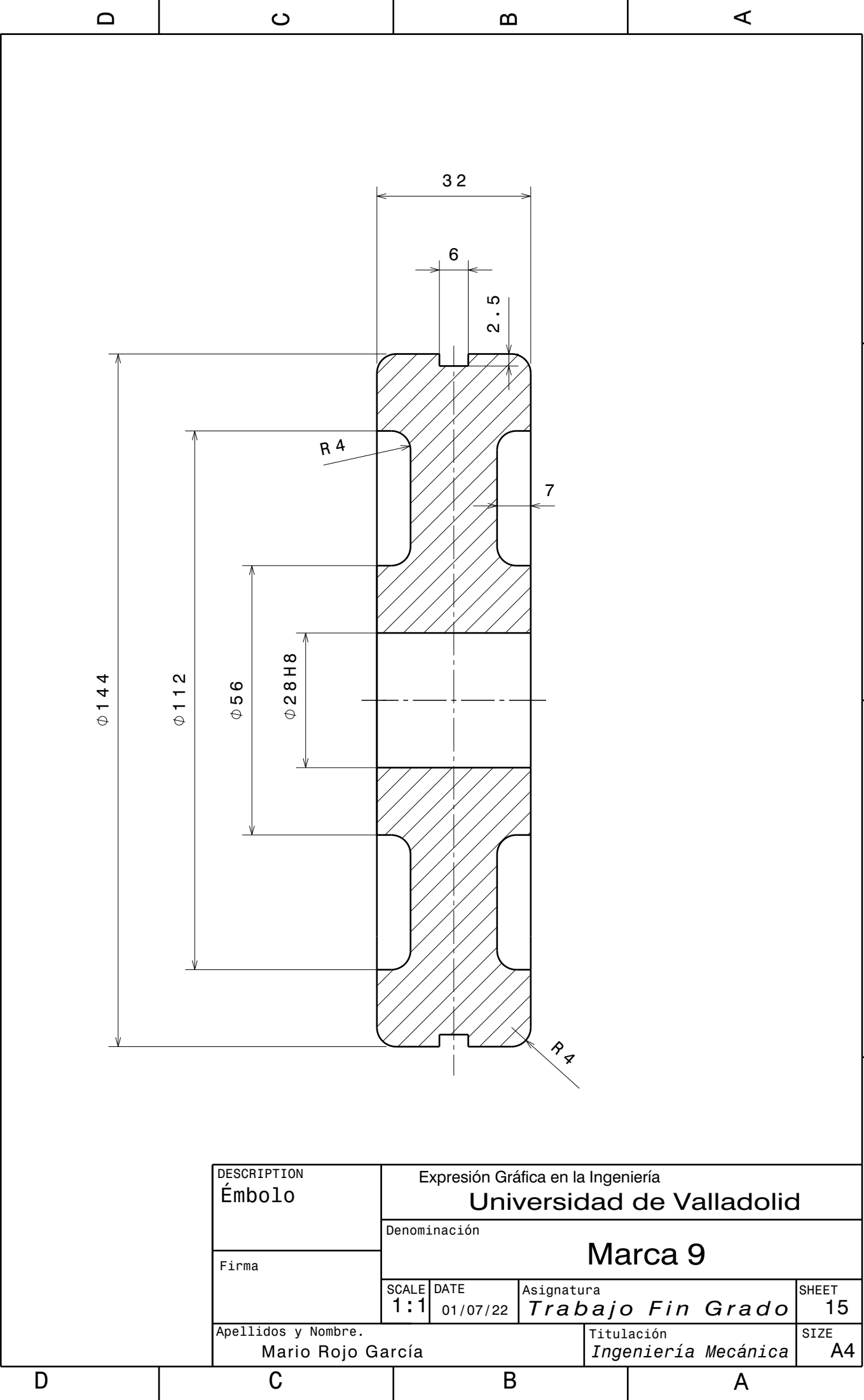


Ra3.2 (torneado Ra0.8 Ra0.4)

DESCRIPTION Vástago	Expresión Gráfica en la Ingeniería Universidad de Valladolid			
	Denominación Marca 8			
Firma	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura <i>Trabajo Fin Grado</i>	SHEET 14
	Apellidos y Nombre. Mario Rojo García			Titulación <i>Ingeniería Mecánica</i>

H G B A

4
3
2
1



DESCRIPTION Émbolo	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 15
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 9			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
			Titulación Ingeniería Mecánica	

D C B A

4

3

2

1

D

C

B

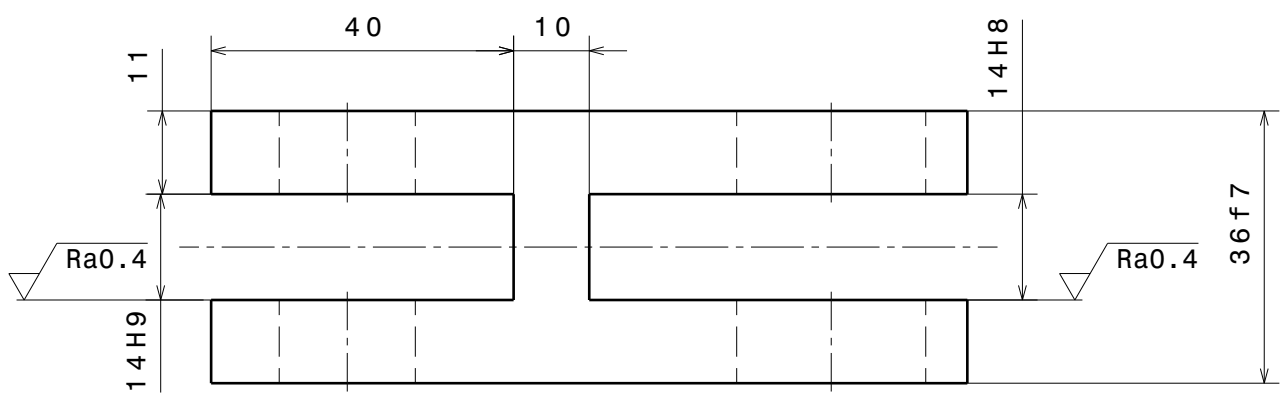
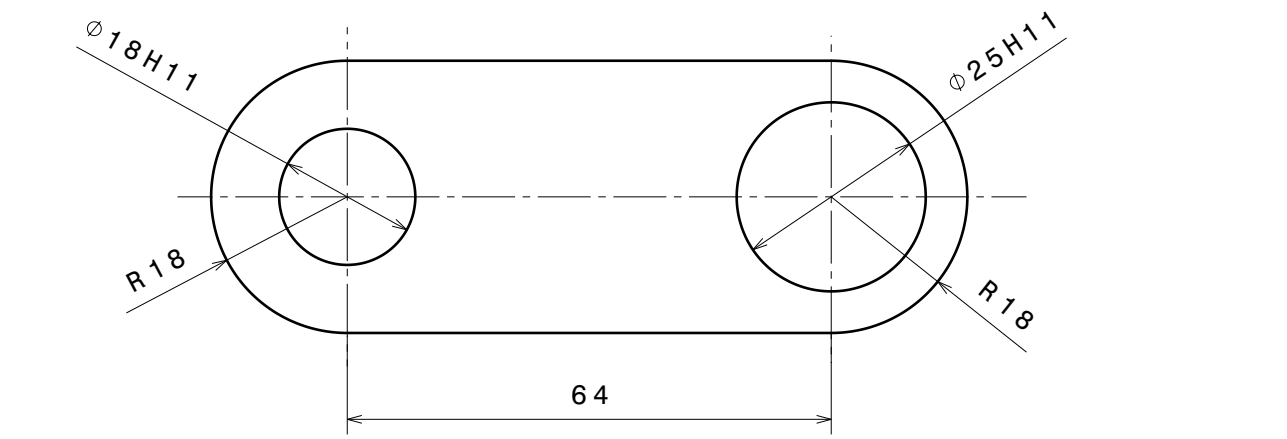
A

4

3

2

1



$\sqrt{Ra01,6}$ ($\sqrt{Ra0.4}$)

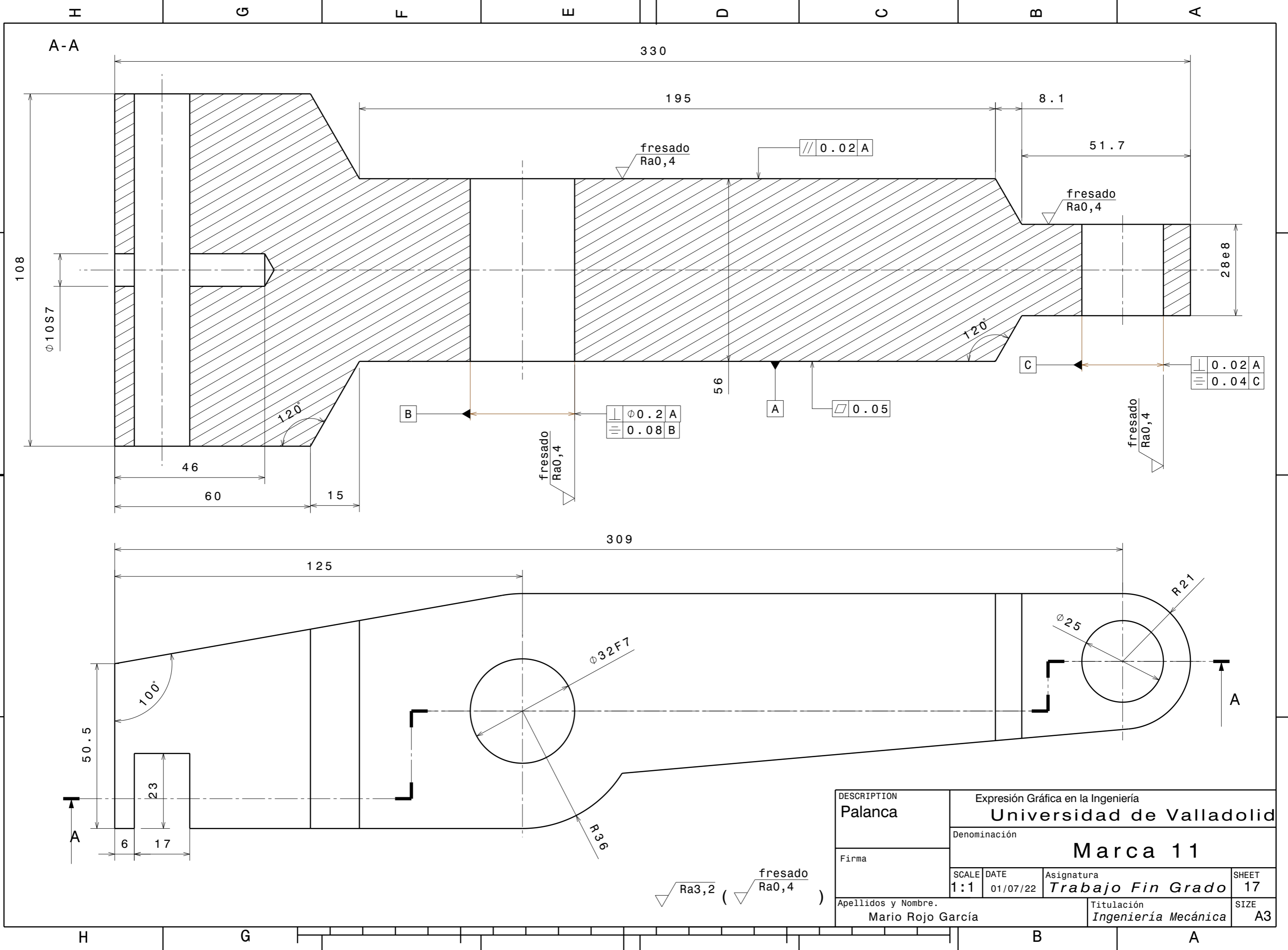
DESCRIPTION Brazo	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 16
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 10			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
			Titulación Ingeniería Mecánica	

D

C

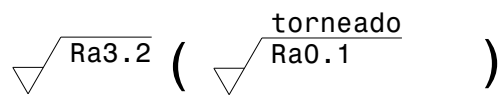
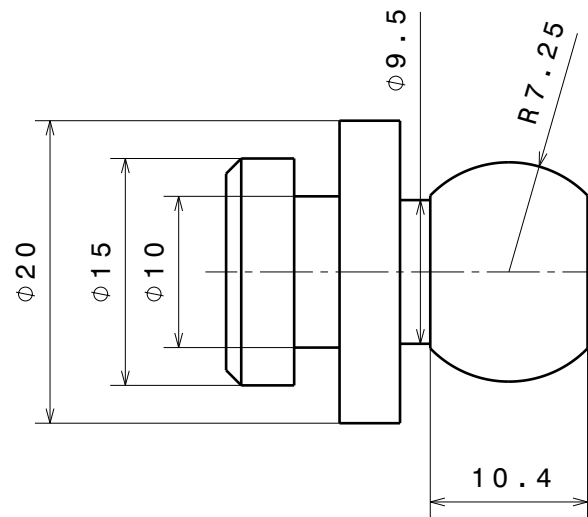
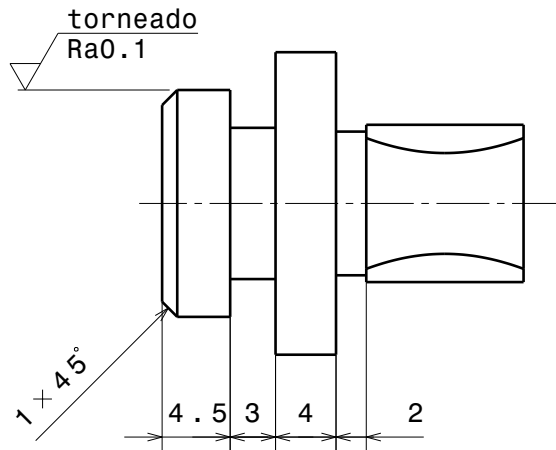
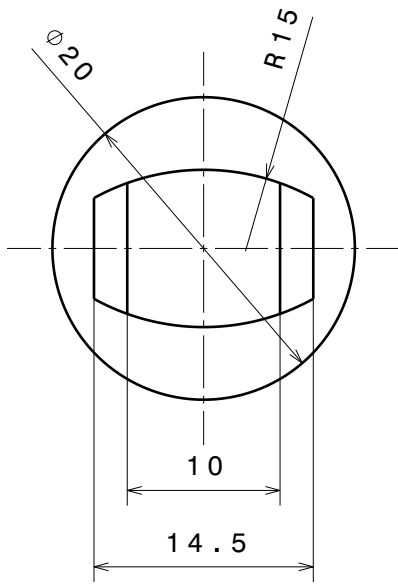
B

A

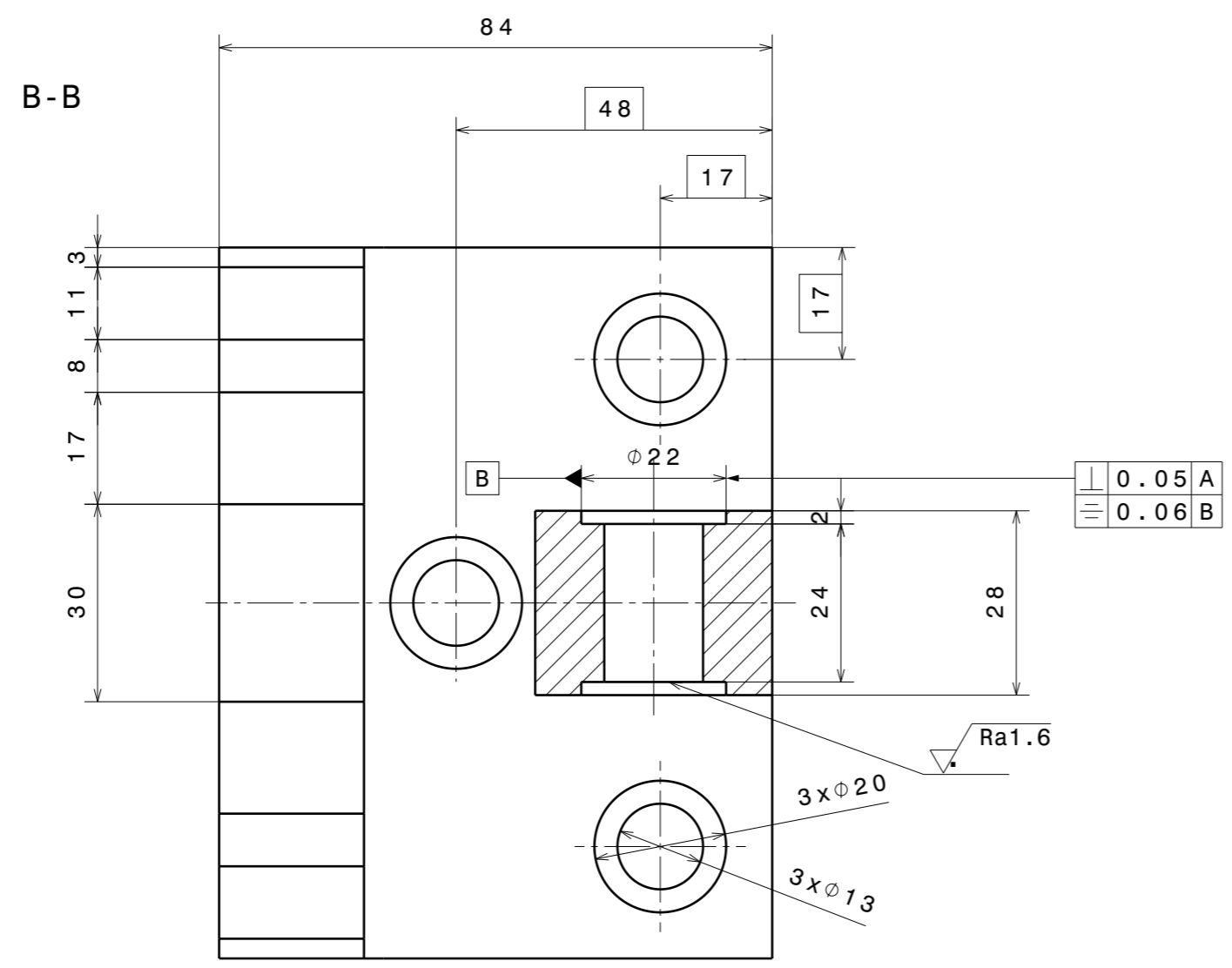
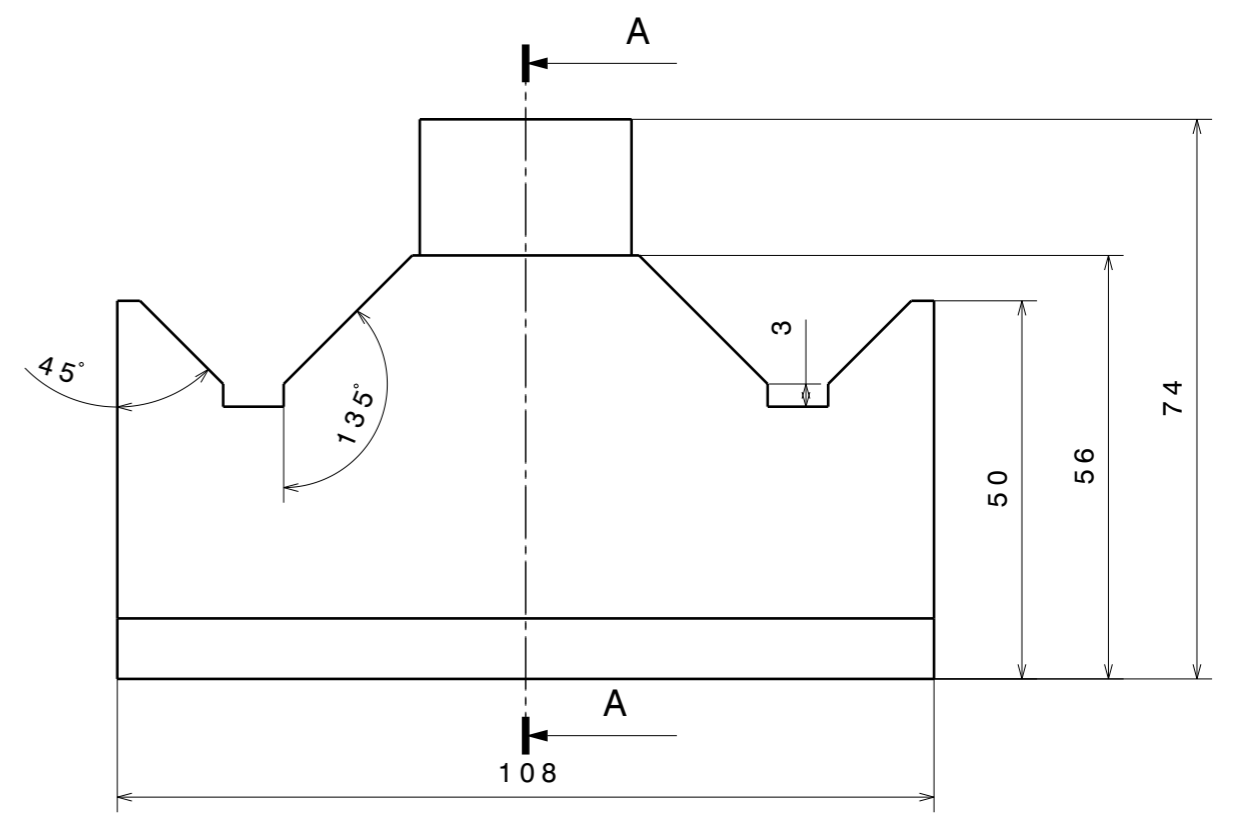
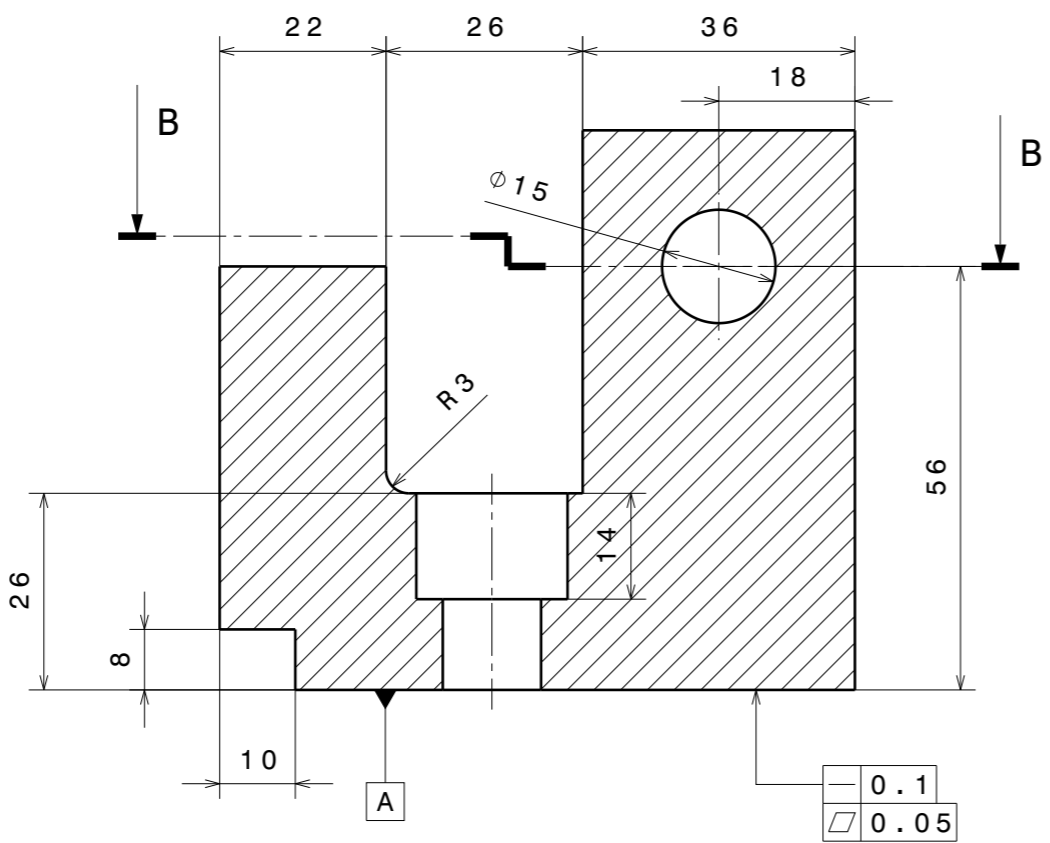


DESCRIPTION Palanca	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 17
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 11			SIZE A3
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura <i>Trabajo Fin Grado</i>	Titulación <i>Ingeniería Mecánica</i>

$\sqrt{Ra3,2}$ ($\sqrt{fresado Ra0,4}$)



DESCRIPTION Agarrador	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 18
	Universidad de Valladolid			
Firma	Marca 13			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
			Titulación Ingeniería Mecánica	

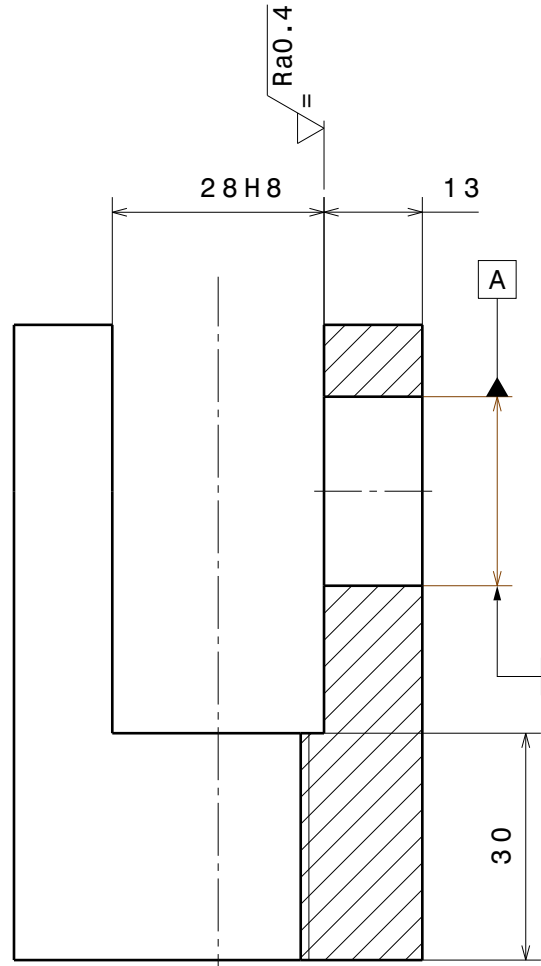


fresado
 $Ra3.2$ ($Ra1.6$)

DESCRIPTION Mordaza inferior	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 19
	Universidad de Valladolid Denominación Marca 14			
Firma	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura <i>Trabajo Fin Grado</i>	SIZE A3
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García			Titulación <i>Ingeniería Mecánica</i>	

4
3
2
1

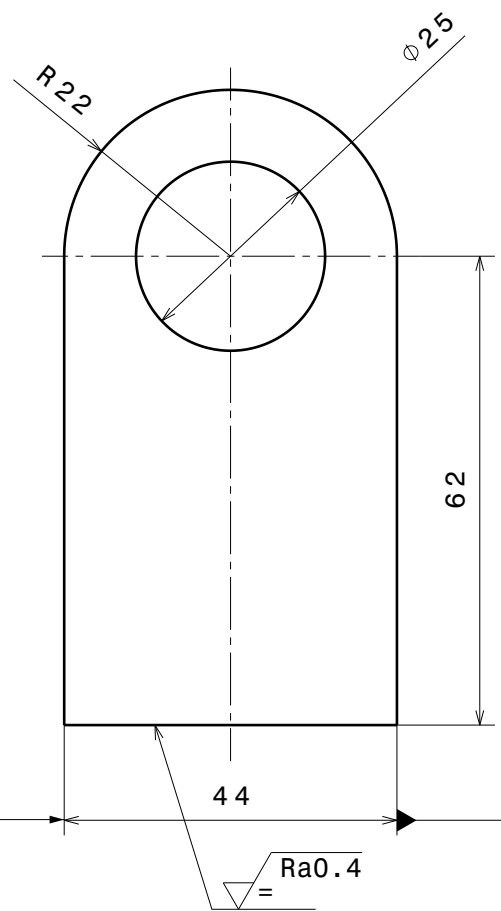
D C B A



A

$\square \phi 0.04$

\perp	0.04	A
\equiv	0.05	B



B

fresado
Ra3.2 ($\sqrt{\text{Ra0.4}}$)

DESCRIPTION Hombro superior	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 20
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 16			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura <i>Trabajo Fin Grado</i>	
			Titulación <i>Ingeniería Mecánica</i>	

D C B A

4

3

2

1

D

C

B

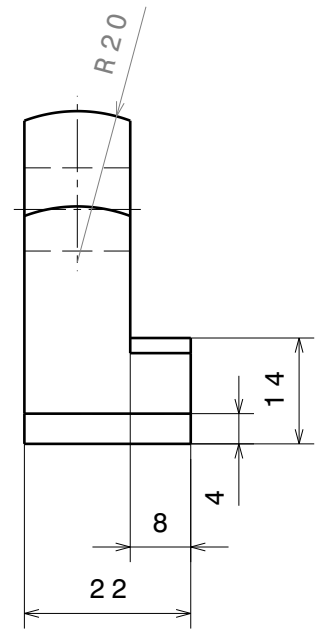
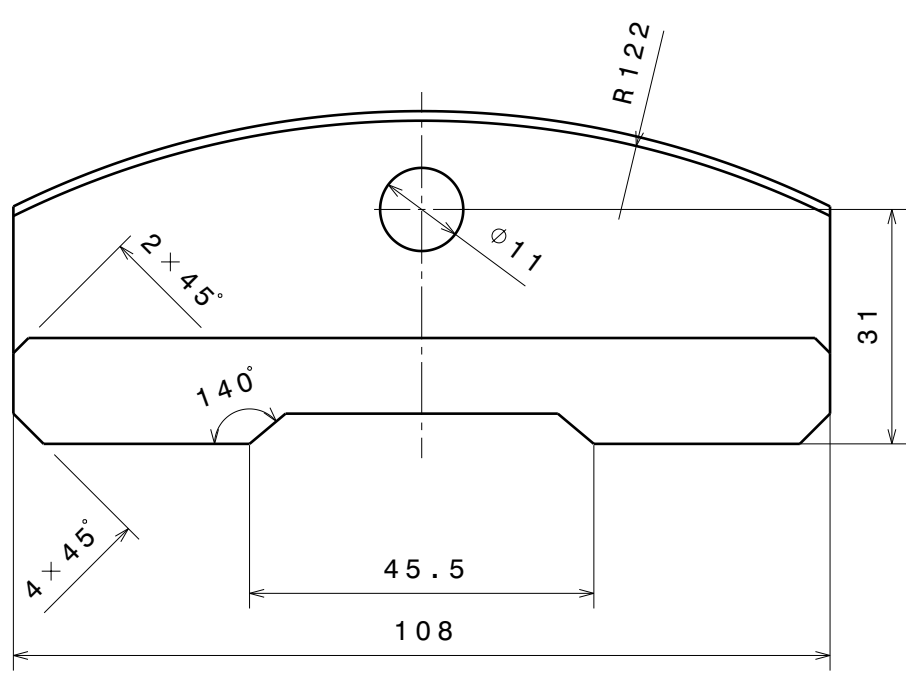
A

4

3

2

1



DESCRIPTION Mordaza superior	Expresión Gráfica en la Ingeniería			
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 18			
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	SHEET 21
	Titulación Ingeniería Mecánica			SIZE A4

D

C

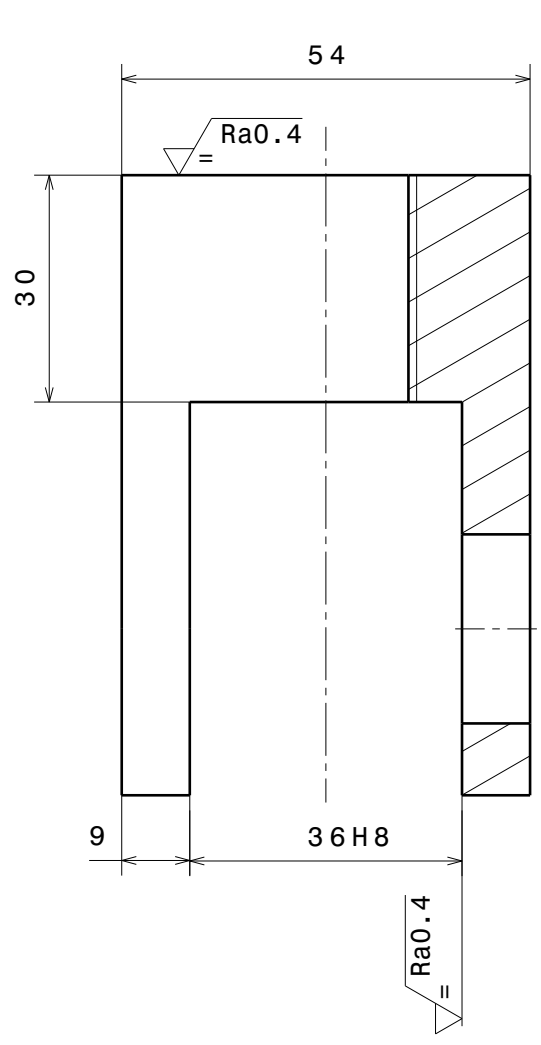
B

A

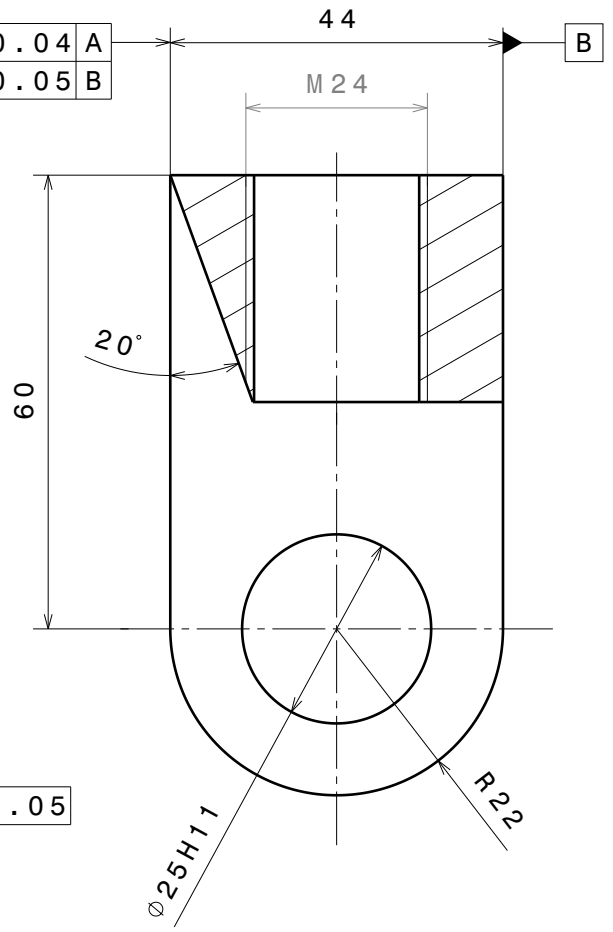
4
3
2
1

D C B A

4
3
2
1



\perp	0.04	A
\equiv	0.05	B



fresado
Ra3.2 (Ra0.4)

DESCRIPTION Hombro inferior	Expresión Gráfica en la Ingeniería			SHEET 22
	Universidad de Valladolid			
Firma	Denominación Marca 19			SIZE A4
Apellidos y Nombre. Mario Rojo García	SCALE 1:1	DATE 01/07/22	Asignatura Trabajo Fin Grado	
			Titulación Ingeniería Mecánica	

D C B A

7. Conclusiones

La inserción de la acotación funcional y el estudio de los requerimientos funcionales que se han tratado en este trabajo (ajustes dimensionales, cadenas de cotas con sus respectivas demasías, tolerancias geométricas y acabados superficiales.) en la fase de modelado de las marcas, mejora y facilita la fabricación y montaje posterior del utillaje, permitiendo:

- Un funcionamiento del utillaje de forma más correcta, dando lugar a que se reduzcan de forma incremental los fallos durante su funcionamiento.
- Reducir el coste de fabricación de muchas de las piezas, debido que se han estudiado los ajustes preferentes para evitar incompatibilidades.
- Elimina el riesgo de rechazo de las marcas, al haberse estudiado independiente y conjuntamente el funcionamiento de cada marca.
- Mejora la adaptación de la calidad superficial de las marcas a su funcionamiento.
- Facilita el montaje y reduce tiempo de montaje.

Gracias al estudio funcional realizado en este trabajo se ha podido completar y mejorar los planos de las marcas del utillaje neumático de fijación de piezas a mecanizar. Ya que en estos planos se han introducido tanto ajustes dimensionales preferentes, tolerancias geométricas y calidades superficiales para mejorar el funcionamiento del utillaje una vez fabricado y montado. Además, gracias a las cadenas de cotas se han podido modificar algunas marcas para que estas cumplan los requerimientos funcionales fijados.

8. Bibliografía

1. Acosta Peña, B. D., & Salazar Carrascal, D. F. Desarrollo de un material de apoyo para la conceptualización de las tolerancias dimensionales y geométricas basados en las normas ISO-GPS 2011 (2017), 286-1 (2010), 286-2 (2010) y 8015 (2011) mediante el programa CAD (Solidworks).
2. Buenache Vega, Alejandro Jesús, TFG Teoría, Diseño y simulación de componentes y circuitos para la docencia interactiva vía web, Universidad Carlos III de Madrid.
3. Conesa Foix, X, Becerra, G. (2010). CÓMO ELABORAR UN CUADERNO DE CARGAS PARA GALGAS, CALIBRES, ÚTILES DE CONTROL DIMENSIONAL Y PRESENTADORES Recuperado en Mayo 2022 <http://www.measurecontrol.com/wp-content/uploads/2010/03/Cuaderno_Carga_Tecnomatrix.pdf>
4. Dantan, J. Y., ANWER, N., & MATHIEU, L. (2003). Integrated tolerancing process for conceptual design. *CIRP Annals*, 52(1), 135-138.
5. Félez, J., & Aguado, M. L. (2008). *Ingeniería gráfica y diseño*. Síntesis.
6. Hernández-Castellano, P. M., Taboada-Margalejo, E. A., Rodríguez-Perdomo, J. I., Marrero-Alemán, M. D., Ortega García, F., Socorro-Perdomo, P. P., ... & Suárez-García, L. A. (2016). Introducción al sistema ISO GPS. Tolerancias dimensionales.
7. Lanzotti, A. Cadenas de Cotas y Reparto de Tolerancias. N.p., 2000. Print.
8. Palacios-Villa, F. M. (2014). Diseño de un reductor de velocidad para una trituradora de neumáticos de 15CV.
9. Pérez Rodríguez, R. (2002). Caracterización y representación de los requerimientos funcionales y las tolerancias en el diseño conceptual: aportaciones para su implantación en los sistemas CAD.
10. Román Freire, J. F. (2021). Estudio comparativo de la acotación de una línea de ejes de un buque mediante tolerancias dimensionales y geométricas conforme a normativa ISO.
11. Tornero, M. J. E., & Fernández, A. J. R. (2016). Actuadores neumáticos. *Huelva-España: Universidad de Huelva*.

9. Normas

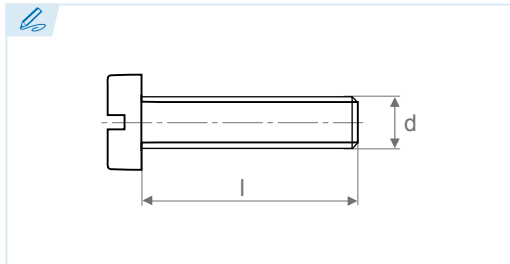
1. ISO 286-1:2010, Especificación Geométrica de Productos (GPS). Sistema de codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales. Parte 1: Base de tolerancias, desviaciones y ajustes.
2. ISO 286-2:2010, Especificación Geométrica de Productos (GPS). Sistema de codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales. Parte 2: Tablas de las clases de tolerancia normalizada y de las desviaciones límite para los agujeros y ejes.
3. ISO 1101:2017, Especificación Geométrica de Productos (GPS). Tolerancia geométrica. Tolerancias de forma, orientación, localización y alabeo. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en abril de 2017.)
4. ISO 1302:2002, Especificación Geométrica de Productos (GPS). Indicación de la calidad superficial en la documentación técnica de productos.
5. UNE-EN ISO 128-1:2020, Documentación técnica de productos (TDP). Principios generales de representación. Parte 1: Introducción y requisitos fundamentales.
6. UNE-EN ISO 128-2:2020, Documentación técnica de productos (TDP). Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para líneas.
7. UNE-EN ISO 128-3:2020, Documentación técnica de productos (TDP). Principios generales de representación. Parte 3: Vista, secciones y cortes.
8. UNE-EN ISO 129-1:2019, Documentación técnica de los productos (TDP). Representación de dimensiones y tolerancias. Parte 1: Principios generales.
9. UNE-EN 22768-1:1994, Tolerancias generales. Parte 1: tolerancias para cotas dimensionales lineales y angulares sin indicación individual de tolerancia.
10. UNE-EN 22768-2:1994, Tolerancias generales. Parte 2: tolerancias para cotas geométricas sin indicación individual de tolerancia.
11. UNE-EN ISO 8734:1998, Pasadores cilíndricos, de acero templado y acero inoxidable martensítico.
12. ISO 2341:1986, *Clevis pins with head*.
13. UNE-EN ISO 1207:2011, Tornillos de cabeza cilíndrica ranurada. Producto de clase A.
14. UNE-EN ISO 4762:2005, Tornillos de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal.
15. UNE-EN ISO 8675:2013, Tuercas hexagonales bajas biseladas con rosca métrica de paso fino. Productos de clase A y B.
16. UNE-EN ISO 7091:2000, Arandelas planas. Serie normal. Producto C.
17. UNE-EN ISO 1234:1998, Pasadores de aleta.
18. UNE-En ISO 2338:1998, Pasadores cilíndricos, de acero no templado y acero inoxidable austenítico.
19. ISO 3601-1:2012/Amd 1:2019, *Fluid power systems-O-rings-Part 1: Inside diameters, cross-sections, tolerances and designations codes- Amendment 1*.
20. UNE-EN ISO 7090:2000, Arandelas planas achaflanadas. Serie normal. Producto de clase A.

10. Anexos

Se añade las cuatro tablas utilizadas para los ajustes dimensionales.



ISO 1207 (DIN 84)*



Tornillo cilíndrico de nylon con ranura
Pan head (socket head) screws with slit
 Vis à tête cylindrique fendue nylon
 Parafuso cilíndrico de nylon com ranhura

***Similar a ISO 1207 (antigua DIN 84)**
**Similar to ISO 1207 (former DIN 84)*
 *Similaire norme ISO 1207 (ancienne DIN 84)
 *Semelhante ISO 1207 (antiga DIN 84)

Material estándar: Poliamida
Standard material: Polyamide
 Matière standard: Polyamide
 Material padrão: Poliamida

Color: Blanco natural
Colour: Natural
 Couleur: Blanc naturel
 Cor: Branco natural

Otros materiales, dimensiones y colores RAL o especiales bajo consulta.
Other materials, dimensions and RAL or special colours upon request.
 Sur demande autres matières, dimensions, couleurs RAL ou spéciaux.
 Outros materiais, dimensões e cores RAL ou especiais, disponíveis sob consulta.

d	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	d
	04	04	04	04	04	05	04	04	09	
	05	05	05	05	06	06	05	06	10	
	06	06	06	06	07	07	06	07	11	
	08	08	08	08	08	08	07	08	12	
	10	10	10	10	09	10	08	10	15	
	12	12	12	12	10	12	09	12	20	
	16	16	14	13	12	15	10	13	25	
	20	20	15	14	13	16	11	14	30	
	25	25	16	15	14	17	12	15	35	
			18	16	15	20	13	16	40	
			20	18	16	25	15	20	45	
			22	20	17	30	16	25	50	
			25	23	20	35	17	30	60	
			28	25	25	40	18	35	70	
			30	28	30	45	20	40	75	
			33	30	35	50	23	45	80	
			35	35	40	55	25	50	100	
			40	40	45	60	26	55		
			45	45	50	70	30	60		
				50	60	75	35	65		
				55	65	80	40	70		
				60	70	90	45	80		
				70	80	100	50	90		
							55	100		
							60			
							65			
							70			
							75			
							80			
							90			
							100			
							110			

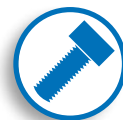
Las longitudes en negrita son las más utilizadas.
Bold numbers represent the most commonly used lengths.
 En noir les longueurs les plus utilisées.
 Os comprimentos em negrito são os mais utilizados.

Ref: ?

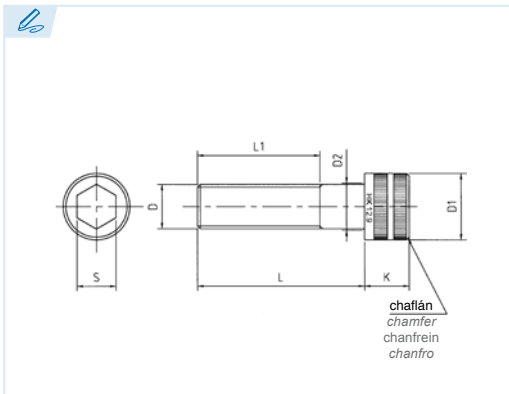
ejemplo
example
 exemple
 exemplo

DIN 84
M6x20

Ref. = 84N-6-20



ISO 4762 (DIN 912)



Tornillo de cabeza cilíndrica con hexágono interior
 Socket head cap screw
 Vis six pans creux tête cylindrique
 Parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interior

Acero aleado de alta resistencia
 Heat treated alloy steel
 Acier allié haute résistance
 Liga de aço de alta resistência

Calidad: 12.9
 Property class: 12.9
 Classe: 12.9
 Classe de resistência: 12.9

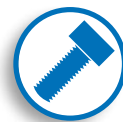
Normas ISO 898-1
 Standards ISO 898-1
 Normes ISO 898-1
 Normas ISO 898-1

Holo-Code: M5 - M36

D	M2 (x0,40)	M2,5 (x0,45)	M3 (x0,50)	M4 (x0,70)	M5 (x0,80)	M6 (x1,00)	M8 (x1,25)	M10 (x1,50)	M12 (x1,75)
D1 (max.)	3,8	4,5	5,68	7,22	8,72	10,22	13,27	16,27	18,27
D2 (max.)	2,6	3,1	3,6	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2	13,7
K (max.)	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
S nom.	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10
L1* (min.)	16	17	18	20	22	24	28	32	36
Sección útil mm ²	2,07	3,39	5,03	8,78	14,2	20,1	36,6	58	84,3
N.m	0,69	1,43	2,48	5,85	12,0	20,3	48,8	97,5	165
L	4	5	5	5	6	8	10	10	12
	5	6	6	6	8	10	12	12	15
	6	8	8	8	10	12	14	15	16
	8	10	10	10	12	14	15	16	20
	10	12	12	12	14	15	16	18	25
	12		15	14	15	16	18	20	30
			16	15	16	18	20	22	35
			20	16	18	20	22	25	40
			25	18	20	22	25	30	45
			30	20	22	25	30	35	50
			35	22	25	30	35	40	55
				25	30	35	40	45	60
				30	35	40	45	50	65
				35	40	45	50	55	70
				40	45	50	55	60	75
				45	50	55	60	65	80
				50	55	60	65	70	90
					60	65	70	75	100
					65	70	75	80	110
					70	75	80	90	120
				80	80	90	100	130	
				90	90	100	110	140	
				100	100	110	120	150	
					110	120	130	160	
					120	130	140	170	
						140	150	180	
						150	160	190	
						160	180	200	
							200	220	
							220	240	
							240	260	
							260	280	
							280	300	
							300		

Ref: ?

ejemplo Ref. = H912-XX-XXX
 example
 exemple
 exemplo
 DIN 912 D L
 M6x20
 Ref. = H912-6-20



Resistencia a la tracción 1220 N/mm² min.

Tensile strength
Résistance à la rupture
Resistência à tração

Temperaturas de uso -29° a +204°C

Working temperatures
Températures d'emploi
Temperaturas de utilização

Dureza 39 HRC min.

Hardness
Dureté
Dureza

Alargamiento mínimo a la ruptura 8%

Minimum elongation at fracture
Allongement minimum à la rupture
Elongação mínima à ruptura

ES EN FR PT

Sección útil mm²

Usable Section mm²
Section utile mm²
Secção útil mm²



Par de apriete recomendado

Recommended tightening torque
Couple de serrage recommandé
Binário de aperto recomendado

* Los tornillos por encima de la línea azul están totalmente roscados, por debajo de la línea disponen de rosca parcial según L1.

* According to L1, fasteners above the blue line are completely threaded while those below are partially threaded.

* Vis entièrement fileté pour les dimensions au dessus de la ligne, vis partiellement fileté pour les dimensions en dessous de la ligne suivant L1.

* Os parafusos acima da linha azul estão totalmente roscados, abaixo da linha dispõem de rosca parcial conforme L1.



Cantidad en caja

Box qty.

Boîte

Quantidade na caixa

x1

x5

x10

x25

x50

x100

M14 (x2,00)	M16 (x2,00)	M20 (x2,50)	M24 (x3,00)	M27 (x3,00)	M30 (x3,50)	M36 (x4,00)	M42 (x4,50)	M48 (x5,00)	D
21,33	24,33	30,33	36,39	40	45,39	54,46	63,46	72,46	D1 (max.)
15,7	17,7	22,4	26,4	30,4	33,4	39,4	45,6	52,6	D2 (max.)
14	16	20	24	27	30	36	42	48	K (max.)
12	14	17	19	19	22	27	32	36	S nom.
40	44	52	60	66	72	84	96	108	L1* (min.)
115	157	245	353	459	561	817	1.120	1.470	Sección útil mm ²
265	413	825	1.425	2.008	2.775	4.875	7.536	11.545	N.m
20	25	30	40	50	50	80	60	70	L
25	30	35	45	60	60	90	65	80	
30	35	40	50	70	70	100	70	90	
35	40	45	55	80	80	110	80	100	
40	45	50	60	90	90	120	90	110	
45	50	55	65	100	100	130	100	120	
50	55	60	70	110	110	140	110	130	
55	60	65	75	120	120	150	120	140	
60	65	70	80	130	130	160	130	150	
65	70	75	90	140	140	170	140	160	
70	75	80	100	150	150	180	150	180	
75	80	90	110	160	160	200	160	200	
80	90	100	120	180	180	220	180	220	
85	100	110	130	200	200	240	200	240	
90	110	120	140	220	220	260	220	260	
100	120	130	150	240	240	280	240	280	
110	130	140	160	260	260	300	260	300	
120	140	150	180	280	280	340	280	320	
	150	160	200	300	300	360	300	340	
	160	180	220	320	320	380	320	360	
	180	200	240	340	340	400	340	380	
	200	220	260	360	360	420	360	400	
	210	240	280	380	380	440	380	420	
	220	260	300	420	420	460	400	440	
	230	280	320	480	480	500	420	460	
	240	300	340	520	520	540	440	480	
	250	320	360	540	540	560	460	500	
	260	340	380	560	560	580	480		
	280	400		580	580	600	500		
	300			600	600	640			
	320			640	640	650			
	340								



M42 y M48 bajo consulta.
M42 & M48 upon request.
M42 et M48 sur demande.
M42 e M48, disponíveis sob consulta.



Tuercas hexagonales de grosor reducidoa

Acero / Acero inoxidable, con rosca fina

ESPECIFICACIÓN

Versión en acero

- Clase de resistencia **04**
- ennegrecido **BT**
- zincado, azul pasivado **ZB**

Modelo en acero inoxidable

- Clase de resistencia **035**
- AISI 304 (A2) **NI**
- AISI 316 (A4) **A4**

INFORMACIÓN

Las tuercas hexagonales de forma baja con rosca fina ISO 8675 se utilizan en conexiones atornilladas, como p. ej. contratuercas para bloquear componentes y prevenir el aflojado, giro o desplazamiento accidental.

Además, las tuercas se utilizan también junto con pernos de retención, posicionadores de muelle por palanca, casquillos de posicionamiento o cabezales de rótula

Su diseño plano hace que las tuercas hexagonales sean ideales para roscas cortas. Al montar los pernos de retención, solo reducen ligeramente el rango de ajuste, lo que puede ser importante sobre todo al utilizar dos contratuercas.

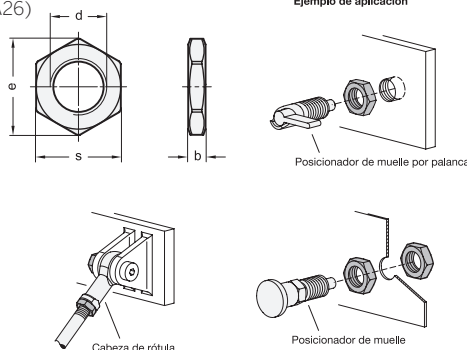


BAJO PEDIDO

- otras roscas

DATOS TÉCNICOS

- Características del acero inoxidable (ver página A26)



ISO 8675-BT

Descripción	d	b	e	s	⚖️
ISO 8675-M8x1-04-BT	M 8 x 1	4	14.4	13	3
ISO 8675-M10x1-04-BT	M 10 x 1	5	17.8	16	5
ISO 8675-M12x1,5-04-BT	M 12 x 1,5	6	20.1	18	8
ISO 8675-M16x1,5-04-BT	M 16 x 1,5	8	26.8	24	17
ISO 8675-M20x1,5-04-BT	M 20 x 1,5	10	33	30	31
ISO 8675-M24x2-04-BT	M 24 x 2	12	39.6	36	35

ISO 8675-ZB

Descripción	d	b	e	s	⚖️
ISO 8675-M8x1-04-ZB	M 8 x 1	4	14.4	13	3
ISO 8675-M10x1-04-ZB	M 10 x 1	5	17.8	16	5
ISO 8675-M12x1,5-04-ZB	M 12 x 1,5	6	20.1	18	9
ISO 8675-M16x1,5-04-ZB	M 16 x 1,5	8	26.8	24	18
ISO 8675-M20x1,5-04-ZB	M 20 x 1,5	10	33	30	32
ISO 8675-M24x2-04-ZB	M 24 x 2	12	39.6	36	35

ISO 8675-A4

STAINLESS STEEL

Descripción	d	b	e	s	⚖️
ISO 8675-M8x1-035-A4	M 8 x 1	4	14.4	13	3
ISO 8675-M10x1-035-A4	M 10 x 1	5	17.8	16	5
ISO 8675-M12x1,5-035-A4	M 12 x 1,5	6	20.1	18	8
ISO 8675-M16x1,5-035-A4	M 16 x 1,5	8	26.8	24	19
ISO 8675-M20x1,5-035-A4	M 20 x 1,5	10	33	30	33

ISO 8675-NI

STAINLESS STEEL

Descripción	d	b	e	s	⚖️
ISO 8675-M8x1-035-NI	M 8 x 1	4	14.4	13	3
ISO 8675-M10x1-035-NI	M 10 x 1	5	17.8	16	6
ISO 8675-M12x1,5-035-NI	M 12 x 1,5	6	20.1	18	8
ISO 8675-M16x1,5-035-NI	M 16 x 1,5	8	26.8	24	18
ISO 8675-M20x1,5-035-NI	M 20 x 1,5	10	33	30	31
ISO 8675-M24x2-035-NI	M 24 x 2	12	39.6	36	35

C/ Tellería, 9
20570 Bergara (Gipuzkoa)
Telf: 943-769823 / Fax: 943-769824

FICHA TÉCNICA

ESPÁRRAGO ROSCADO DIN 835

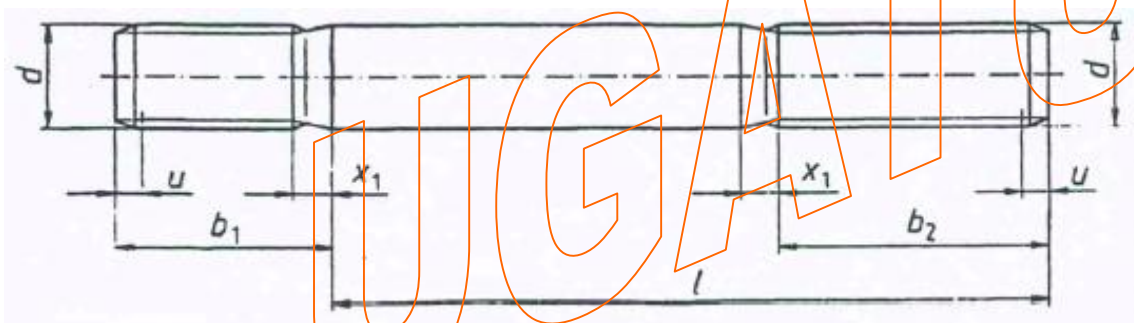
Extremo para atornillar, aprox.= 2d

Campo de aplicación

Según indica esta norma, los espárragos son principalmente aplicados para ser atornillados en aleaciones en aluminio.

Para la rosca extremo para atornillar, es válido según DIN 267- parte 2, las tolerancias Sk 6 según DIN 12 parte 51, en caso de que no se de en la designación Fo (=sin rosca de asiento fijo) o Sn 4.

Medidas



u (rosca incompleta): máximo 1,5 p
 b_1 : extremo para atornillar
 b_2 : extremo para la tuerca

Final de rosca DIN 78 --K

d	M4	M5	M6	(M7)	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24
	—	—	—	—	M8×1	M10×1,25	M12×1,25 M12×1,5	(M14×1,5)	M16×1,5	(M18×1,5)	M20×1,5	(M22×1,5)	M24×2
b ₁	8	10	12	14	16	20	24	28	32	36	40	44	48
b ₂	14	18	18	20	22	28	30	34	38	42	48	50	54
	20	22	24	26	28	32	36	40	44	48	52	56	60
x ₁	1,75	2,0	2,5	2,5	3,2	3,8	4,3	5,0	5,0	6,3	6,3	6,3	7,5
l	Peso (7.85 kg/dm ³ ; kg/1000 piezas, aprox.)												
12													
(14)													
16													
(18)													
20	2,28												
(22)	2,48	4,08											
25	2,75	4,54	6,74										
(28)	3,05	5,00	7,41	10,7									
30	3,25	5,30	7,85	11,3	15,0								
35	3,74	6,07	8,98	12,8	17,0	28,2							
40	4,23	6,84	10,1	14,3	18,8	31,3	47,5						
45		7,61	11,2	15,8	20,9	34,4	51,9	73,9					
50		8,38	12,3	17,3	22,9	37,4	58,4	79,8	111				
55			13,4	18,8	24,9	40,5	60,8	85,0	119	152			
60			14,5	20,4	28,8	43,6	65,3	92,0	127	182	211		
65				21,9	28,8	46,7	69,7	98,1	135	172	223	280	
70				23,4	30,8	49,8	74,1	104	143	182	236	298	358
75					32,8	52,9	78,6	110	150	192	248	313	376
80					34,7	55,9	83,0	116	158	202	260	328	394
(85)						59,0	87,5	122	166	212	273	343	411
90						62,1	91,0	128	174	222	285	358	429
(95)						65,2	95,3	134	182	232	297	373	447
100						68,3	101	140	190	242	310	387	465
110							110	152	208	262	334	417	500
120							118	165	221	282	359	447	535
130								177	237	302	384	477	571
140								188	253	322	408	507	607
150									269	342	433	537	642
160									285	362	458	566	678
170										382	482	596	713
180										402	507	626	749
190											532	656	784
200											556	686	820

Tabla 1: Medidas

- 1) Hace referencia a longitudes $l \leq 125$ mm
- 2) Hace referencia a longitudes $125 \text{ mm} < l \leq 200$ mm
- 3) Hace referencia a longitudes $l > 200$ mm (éstos son escalonados de 20 en 20 mm).

Se deberá evitar en lo posible las medidas entre paréntesis y las longitudes intermedias.

Las longitudes usuales para la rosca corriente se sitúan entre las líneas escalonadas en negra

En caso de espárrago de longitud superior a la línea escalonada continua, no es fabricada con longitud mencionada de rosca b2. La longitud de rosca asciende aprox. $= l - (x1+3)$

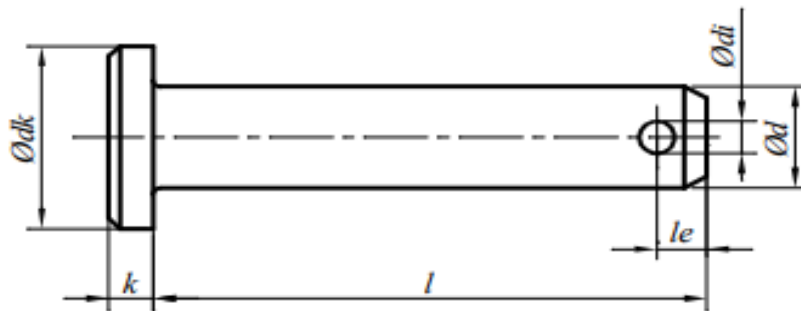
CONDICIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO

MATERIAL		ACERO	
Requisitos generales		Según DIN ISO 8992	
Rosca	Tolerancia	Extremo para enroscar Sk 6	Extremo para tuerca 6 g
	Norma	DIN 13 parte 51	DIN 13 parte 12 y 15
Propiedades mecánicas	Clase de resistencia ⁽¹⁾	5.6, 8.8, 10.9	
	Norma	DIN EN 20898 parte 1	
Diferencias límite, tolerancias de forma y de posición	Clase de producto	A	
	Norma	DIN ISO 4759 parte 1	
Superficie	5.6: como fabricado 8.8 y 10.9: energizado (térmicamente o químicamente) Para las rugosidades de las superficies sirve DIN 267 parte 2 Para valores límites de los defectos superficiales sirve DIN EN 26157-3 Para la protección de superficie galvánica sirve DIN ISO 4042 Las medidas de rosca límite para los extremos roscados mencionadas son válidas también después de algún recubrimiento.		
Ensayo de recepción		Para el ensayo de recepción sirve DIN ISO 3269	

⁽¹⁾ Posibilidad de otras clases de resistencia, según acuerdo

FICHA TÉCNICA

PASADOR ISO 2341~DIN 1444-B



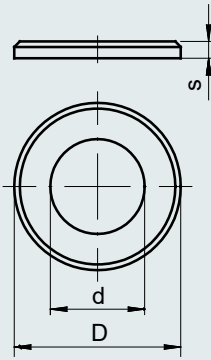
MEDIDAS

$\varnothing d$ $h11^{1)}$	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
$\varnothing dk$	5	6	8	10	14	18	20	22	25	28	30	33	36
$\varnothing di^{2)}$	0,8	1	1,2	1,6	2	3,2	3,2	4	4	5	5	5	6,3
k	1	1	1,6	2	3	4	4	4	4,5	5	5	5,5	6
le	1,6	2,2	2,9	3,2	3,5	4,5	5,5	6	6	7	8	8	9

$\varnothing d$ $h11^{1)}$	27	30	33	36	40	45	50	55	60	70	80	90	100
$\varnothing dk$	40	44	47	50	55	60	60	72	78	90	100	110	120
$\varnothing di^{2)}$	6,3	8	8	8	8	10	10	10	10	13	13	13	13
k	6	8	8	8	8	9	9	11	12	13	13	13	13
le	9	10	10	10	10	12	12	14	14	16	16	16	16

DIN 125 A ISO 7089
DIN 125 B ISO 7090

ARANDELA PLANA



MATERIAL: ACERO

DUREZA: 140 HV - 200 HV - 300 HV

RECUBRIMIENTO: Zincado / pulido

APLICACIÓN: Apoyo de la tuerca o cabeza del tornillo, cuando el material que se ha de unir entre sí es más blando que el de la tuerca o el tornillo, o si la superficie de apoyo no es lisa.

DIMENSIONES

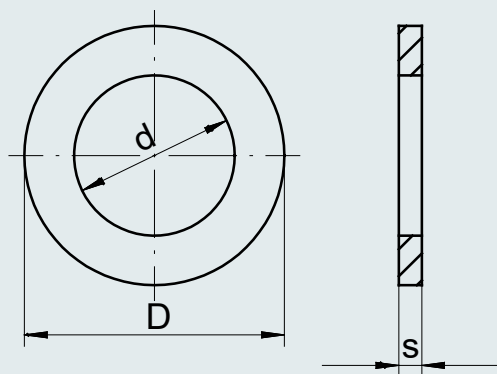
	d	D	s
M 4	4,3	9	0,8
M 5	5,3	10	1
M 6	6,4	12	1,6
M 7	7,4	14	1,6
M 8	8,4	16	1,6
M 10	10,5	20	2
M 12	13	24	2,5
M 13	13,5	24	2,5
M 14	15	28	2,5
M 16	17	30	3
M 18	19	34	3
M 20	21	37	3
M 22	23	39	3
M 24	25	44	4
M 26	27	50	4
M 27	28	50	4

	d	D	s
M 30	31	56	4
M 33	34	60	5
M 36	37	66	5
M 39	40	72	6
M 42	43	78	7
M 45	46	85	7
M 48	50	92	8
M 52	54	98	8
M 56	58	105	9
M 60	62	110	9
M 64	66	115	9
M 68	70	120	10
M 72	74	125	10
M 76	78	135	10
M 80	82	140	12
M 90	93	160	12

PESOS

	Peso Kg 1000 piezas
M 4	0,308
M 5	0,443
M 6	1,14
M 7	1,39
M 8	2,14
M 10	4,08
M 12	6,27
M 13	
M 14	8,60
M 16	11,3
M 18	14,7
M 20	17,2
M 22	18,4
M 24	32,3
M 26	43,7
M 27	42,3

	Peso Kg 1000 piezas
M 30	53,6
M 33	75,4
M 36	92,0
M 39	133
M 42	183
M 45	220
M 48	294
M 52	330
M 56	425
M 60	458
M 64	492
M 68	586
M 72	625
M 76	748
M 80	952
M 90	1250

**MATERIAL:** ACERO**DUREZA:** HV 140**RECUBRIMIENTO:** Pulido

APLICACIÓN: Apoyo de la tuerca o cabeza del tornillo, cuando el material que se ha de unir entre sí es más blando que el de la tuerca o el tornillo, o si la superficie de apoyo no es lisa.

DIMENSIONES

	d	D	s
M 4	4,5	9	0,8
M 5	5,5	10	1
M 6	6,6	12	1,6
M 8	9	16	1,6
M 10	11	20	2
M 12	13,5	24	2,5
M 14	15,5	28	2,5
M 16	17,5	30	3
M 18	20	34	3
M 20	22	37	3
M 22	24	39	3
M 24	26	44	4

	d	D	s
M 27	30	50	4
M 30	33	56	4
M 33	36	60	5
M 36	39	66	5
M 39	42	72	6
M 42	45	78	8
M 45	48	85	8
M 48	52	92	8
M 52	56	98	8
M 56	62	105	10
M 60	66	110	10
M 64	70	115	10

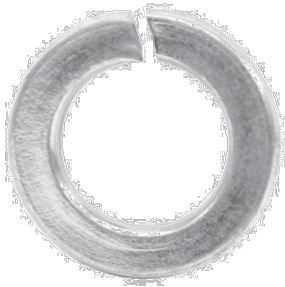
PESOS

	Peso Kg 1000 piezas
M 4	
M 5	0,43
M 6	1,11
M 8	2,05
M 10	3,94
M 12	5,85
M 14	8,13
M 16	10,6
M 18	14,0
M 20	16,4
M 22	17,5
M 24	31,1

	Peso Kg 1000 piezas
M 27	39,4
M 30	50,5
M 33	71,0
M 36	87,3
M 39	126
M 42	175
M 45	212
M 48	284
M 52	319
M 56	398
M 60	430
M 64	462



DIN-127



Materiales de Uso:

METAL

Material producto / Recubrimiento:

Cincado

CAJA PROFESIONAL

CÓDIGO	MEDIDA			EAN	PRECIO
D12703	M3	500 pcs.	22500 pcs.	8423533830760	0,737
D12704	M4	500 pcs.	22500 pcs.	8423533768865	0,913
D12705	M5	500 pcs.	22500 pcs.	8423533720917	1,160
D12706	M6	500 pcs.	12000 pcs.	8423533720924	1,433
D12708	M8	200 pcs.	4800 pcs.	8423533720931	2,943
D12710	M10	100 pcs.	2400 pcs.	8423533720948	4,597
D12712	M12	100 pcs.	2400 pcs.	8423533720955	6,867
D12714	M14	100 pcs.	2400 pcs.	8423533768872	10,597
D12716	M16	50 pcs.	1200 pcs.	8423533720962	18,037
D12718	M18	50 pcs.	1200 pcs.	8423533768889	19,027
D12720	M20	25 pcs.	300 pcs.	8423533720979	26,300
D12722	M22	25 pcs.	600 pcs.	8423533768896	30,200
D12724	M24	25 pcs.	600 pcs.	8423533768902	54,527
D12727	M27	25 pcs.	600 pcs.	8423533768919	79,700
D12730	M30	25 pcs.	300 pcs.	8423533768926	146,003
D12736	M36	25 pcs.	300 pcs.	8423533768933	296,237

BLISTER



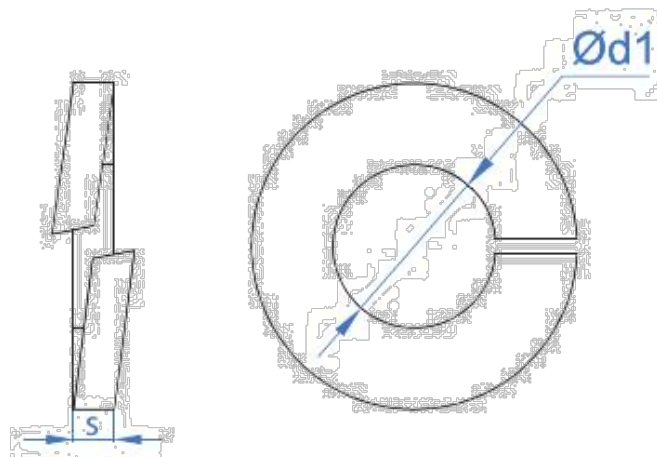
CÓDIGO	MEDIDA	CANTIDAD	BOLSAS	EAN	CANTIDAD	EAN	PRECIO
BZ12703	M3	400 pcs.	20 bolsas	8423533855015	20pcs.	8423533487919	2,029
BZ12704	M4	400 pcs.	20 bolsas	8423533432612	20pcs.	8423533424969	2,029
BZ12705	M5	400 pcs.	20 bolsas	8423533432629	20pcs.	8423533424976	2,029
BZ12706	M6	200 pcs.	20 bolsas	8423533432636	10pcs.	8423533424983	2,029
BZ12708	M8	100 pcs.	20 bolsas	8423533432643	5pcs.	8423533424990	2,029
BZ12710	M10	100 pcs.	20 bolsas	8423533432650	5pcs.	8423533425003	2,029
BZ12712	M12	80 pcs.	20 bolsas	8423533432667	4pcs.	8423533425010	2,029

CAJA VENTANA



CÓDIGO	MEDIDA	CANTIDAD	BOLSAS	EAN	CANTIDAD	EAN	PRECIO
VD12704	M4	800 pcs.	8 bolsas	8423533405869	100pcs.	8423533766953	3,018
VD12705	M5	800 pcs.	8 bolsas	8423533401939	100pcs.	8423533756909	3,297
VD12706	M6	800 pcs.	8 bolsas	8423533401946	100pcs.	8423533756916	4,172
VD12708	M8	400 pcs.	8 bolsas	8423533401953	50pcs.	8423533756923	3,700
VD12710	M10	200 pcs.	8 bolsas	8423533401960	25pcs.	8423533756930	3,375
VD12712	M12	200 pcs.	8 bolsas	8423533401977	25pcs.	8423533756947	4,433

INFORMACIÓN TÉCNICA



CÓDIGO

D12703

D12704

MEDIDA

M3

M4

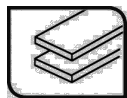
D12705	M5
D12706	M6
D12708	M8
D12710	M10
D12712	M12
D12714	M14
D12716	M16
D12718	M18
D12720	M20
D12722	M22
D12724	M24
D12727	M27
D12730	M30
D12736	M36
BZ12703	M3
BZ12704	M4
BZ12705	M5
BZ12706	M6
BZ12708	M8
BZ12710	M10
BZ12712	M12
VD12704	M4
VD12705	M5
VD12706	M6
VD12708	M8
VD12710	M10
VD12712	M12

CARACTERÍSTICAS

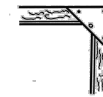


Cincado

RECOMENDADO PARA



Ensamblaje chapas



Tornillos pletina

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA



FICHA TÉCNICA

<https://www.indexfix.com/docs/ft-met-es.pdf>

*Los datos que se muestran en esta tabla son meramente informativos y no constituyen, en ningún caso, condiciones contractuales de suministro. Las referencias contenidas en nuestro catálogo estarán

disponibles hasta fin de existencias.

Nuestros precios públicos no incluyen impuestos indirectos sobre valor añadido los cuales se gravarán según normativa vigente en transacciones nacionales e internacionales.

Alburas DIN EN ISO 1234

Descripción del artículo/Imágenes del producto



Descripción

Material:

Acero o acero inoxidable 1.4310.

Versión:

Acero galvanizado.

Acero inoxidable con acabado natural.

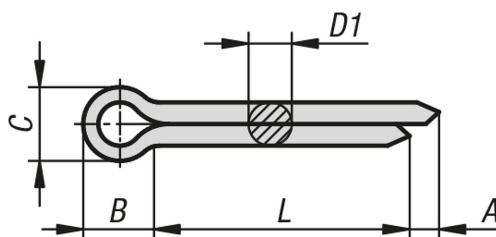
Indicación:

Las alburas se emplean en la construcción de máquinas y vehículos como elementos de seguridad. Se emplean principalmente como seguro de tuercas de cabeza almenada. El seguro se realiza insertando la alburas en la perforación y doblando los extremos.

Es posible recortar las alburas. La longitud de la alburas debe tener como referencia el doble de la longitud de la perforación.

Como el entramado del material cambia al asegurar y liberar, no se deben volver a usar las alburas después de desmontarlas.

Planos



Nuestros productos

Alburas DIN EN ISO 1234

Referencia	Material del cuerpo de base	Diámetro de taladrar	D1 máx.	L	A mín.	B	C máx.	Para tornillos Ø	para pernos Ø
K1136.1010X10	acero	1	0,9	10	0,8	3	1,8	3,5-4,5	3-4
K1136.1010X12	acero	1	0,9	12	0,8	3	1,8	3,5-4,5	3-4
K1136.1010X16	acero	1	0,9	16	0,8	3	1,8	3,5-4,5	3-4
K1136.1010X20	acero	1	0,9	20	0,8	3	1,8	3,5-4,5	3-4
K1136.1010X25	acero	1	0,9	25	0,8	3	1,8	3,5-4,5	3-4
K1136.1016X12	acero	1,6	1,4	12	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.1016X16	acero	1,6	1,4	16	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.1016X20	acero	1,6	1,4	20	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.1016X25	acero	1,6	1,4	25	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.1016X32	acero	1,6	1,4	32	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.1020X10	acero	2	1,8	10	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.1020X16	acero	2	1,8	16	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.1020X20	acero	2	1,8	20	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.1020X25	acero	2	1,8	25	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.1020X32	acero	2	1,8	32	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.1020X36	acero	2	1,8	36	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.1020X40	acero	2	1,8	40	1,25	4	3,6	7-9	6-8

Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	Diámetro de taladrar	D1 máx.	L	A min.	B	C máx.	Para tornillos Ø	para pernos Ø
K1136.1020X50	acero	2	1,8	50	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.1025X20	acero	2,5	2,3	20	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.1025X25	acero	2,5	2,3	25	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.1025X32	acero	2,5	2,3	32	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.1025X36	acero	2,5	2,3	36	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.1025X40	acero	2,5	2,3	40	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.1025X50	acero	2,5	2,3	50	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.1032X16	acero	3,2	2,9	16	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.1032X20	acero	3,2	2,9	20	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.1032X25	acero	3,2	2,9	25	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.1032X32	acero	3,2	2,9	32	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.1032X36	acero	3,2	2,9	36	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.1032X40	acero	3,2	2,9	40	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.1032X50	acero	3,2	2,9	50	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.1032X63	acero	3,2	2,9	63	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.1040X20	acero	4	3,7	20	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.1040X25	acero	4	3,7	25	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.1040X32	acero	4	3,7	32	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.1040X36	acero	4	3,7	36	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.1040X40	acero	4	3,7	40	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.1040X50	acero	4	3,7	50	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.1040X63	acero	4	3,7	63	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.1040X80	acero	4	3,7	80	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.1050X25	acero	5	4,6	25	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.1050X32	acero	5	4,6	32	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.1050X36	acero	5	4,6	36	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.1050X40	acero	5	4,6	40	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.1050X50	acero	5	4,6	50	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.1050X63	acero	5	4,6	63	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.1050X80	acero	5	4,6	80	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.1063X32	acero	6,3	5,9	32	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.1063X36	acero	6,3	5,9	36	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.1063X40	acero	6,3	5,9	40	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.1063X50	acero	6,3	5,9	50	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.1063X63	acero	6,3	5,9	63	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.1063X80	acero	6,3	5,9	80	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.1063X100	acero	6,3	5,9	100	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.1080X50	acero	8	7,5	50	2	16	15	39-56	29-44
K1136.1080X63	acero	8	7,5	63	2	16	15	39-56	29-44
K1136.1080X80	acero	8	7,5	80	2	16	15	39-56	29-44
K1136.1080X100	acero	8	7,5	100	2	16	15	39-56	29-44
K1136.2010X16	acero inoxidable	1	0,9	16	0,8	3	1,8	3,5-4,5	3-4
K1136.2010X20	acero inoxidable	1	0,9	20	0,8	3	1,8	3,5-4,5	3-4
K1136.2016X12	acero inoxidable	1,6	1,4	12	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.2016X16	acero inoxidable	1,6	1,4	16	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.2016X20	acero inoxidable	1,6	1,4	20	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.2016X25	acero inoxidable	1,6	1,4	25	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.2016X32	acero inoxidable	1,6	1,4	32	1,25	3,2	2,8	5,5-7	5-6
K1136.2020X10	acero inoxidable	2	1,8	10	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.2020X16	acero inoxidable	2	1,8	16	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.2020X20	acero inoxidable	2	1,8	20	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.2020X25	acero inoxidable	2	1,8	25	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.2020X32	acero inoxidable	2	1,8	32	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.2020X40	acero inoxidable	2	1,8	40	1,25	4	3,6	7-9	6-8
K1136.2025X20	acero inoxidable	2,5	2,3	20	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.2025X25	acero inoxidable	2,5	2,3	25	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.2025X32	acero inoxidable	2,5	2,3	32	1,25	5	4,6	9-11	8-9
K1136.2032X16	acero inoxidable	3,2	2,9	16	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.2032X20	acero inoxidable	3,2	2,9	20	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.2032X25	acero inoxidable	3,2	2,9	25	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.2032X32	acero inoxidable	3,2	2,9	32	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12

Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	Diámetro de taladrar	D1 máx.	L	A min.	B	C máx.	Para tornillos Ø	para pernos Ø
K1136.2032X36	acero inoxidable	3,2	2,9	36	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.2032X40	acero inoxidable	3,2	2,9	40	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.2032X50	acero inoxidable	3,2	2,9	50	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.2032X63	acero inoxidable	3,2	2,9	63	1,6	6,4	5,8	11-14	9-12
K1136.2040X20	acero inoxidable	4	3,7	20	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.2040X25	acero inoxidable	4	3,7	25	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.2040X32	acero inoxidable	4	3,7	32	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.2040X40	acero inoxidable	4	3,7	40	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.2040X50	acero inoxidable	4	3,7	50	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.2040X63	acero inoxidable	4	3,7	63	2	8	7,4	14-20	12-17
K1136.2050X32	acero inoxidable	5	4,6	32	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.2050X36	acero inoxidable	5	4,6	36	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.2050X40	acero inoxidable	5	4,6	40	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.2050X50	acero inoxidable	5	4,6	50	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.2050X63	acero inoxidable	5	4,6	63	2	10	9,2	20-27	17-23
K1136.2063X36	acero inoxidable	6,3	5,9	36	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.2063X40	acero inoxidable	6,3	5,9	40	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.2063X50	acero inoxidable	6,3	5,9	50	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.2063X63	acero inoxidable	6,3	5,9	63	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.2063X80	acero inoxidable	6,3	5,9	80	2	12,6	11,8	27-39	23-29
K1136.2080X50	acero inoxidable	8	7,5	50	2	16	15	39-56	29-44
K1136.2080X80	acero inoxidable	8	7,5	80	2	16	15	39-56	29-44
K1136.2080X100	acero inoxidable	8	7,5	100	2	16	15	39-56	29-44