



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Diseño de un aerógrafo para trabajos de precisión

- Memoria -

Autor

Luis de Fuentes Hergueta

Directores

José Luis Santolaya Sáenz  
Ana Cristina Majarena Bello

EINA  
2015

# Diseño de un aerógrafo para trabajos de precisión

## RESUMEN

Los aerógrafos son dispositivos que requieren de una corriente de aire que se mueve a gran velocidad para pulverizar pintura en finas gotas y proyectarlas sobre una superficie. Por tanto, el usuario ha de controlar dos flujos diferentes, aire y pintura, y a la vez, ha de ser capaz de manipular el aerógrafo con comodidad en diferentes aplicaciones.

Se establecieron las siguientes especificaciones de diseño: control de flujos independiente, efectos diferentes de pulverizado, agarre y manipulación adaptadas al usuario, desmontaje completo del dispositivo para limpieza y mantenimiento y aplicación de acabados superficiales ecológicos. Estas especificaciones pretender aportar notables mejoras en el producto en aspectos relacionados con la precisión, la ergonomía y la sostenibilidad. Para abordar el proceso de diseño se llevó a cabo un detallado análisis sobre el funcionamiento del dispositivo, su interacción con el usuario y los procesos empleados en su fabricación.

El aerógrafo proyectado es de doble acción, ya que es posible la regulación tanto del flujo de aire como del caudal de pintura que se pulveriza. Dispone de un depósito para alimentación por gravedad y tiene una aguja y una boquilla de 0,2 mm de diámetro, lo que lo hace ideal para trabajos de detalle. Para conseguir diferentes efectos de pulverización, la boquilla y la aguja pueden ser sustituidas, así como el capuchón de la aguja. Además, se puede desmontar completamente para realizar procesos de limpieza. Cuenta con un mango auxiliar ergonómico que facilita el agarre y permite obtener mayor control del dispositivo durante su uso. Fabricado principalmente en acero inoxidable, se deja un acabado pulido con efecto espejo en las superficies visibles, evitando procesos como el cromado que es más contaminante.

Se ha hecho el estudio del proceso productivo completo, considerando los recursos y equipos necesarios para obtener una propuesta viable, desde el punto de vista técnico y económico. En particular, se han calculado tiempos y costes de fabricación del aerógrafo y se ha obtenido un presupuesto final basado en una producción en serie.

## ÍNDICE

1. ESPECIFICACIONES Y FACTORES DE DISEÑO .....	3
1.1. Especificaciones iniciales .....	3
1.2. Factores de diseño .....	3
1.2.1. Operación y función .....	3
1.2.2. Usuario y entorno .....	7
1.2.3. Proceso productivo .....	8
2. DEFINICIÓN DEL AERÓGRAFO .....	14
2.1. Operación del aerógrafo .....	16
2.1.1. Recorrido de la pintura .....	16
2.1.2. Recorrido del aire .....	17
2.1.3. Regulación y control .....	18
2.2. Adaptación al usuario .....	21
2.3. Limpieza y mantenimiento .....	24
3. FABRICACIÓN DEL AERÓGRAFO .....	26
3.1. Materiales .....	26
3.2. Proceso de fabricación .....	29
3.2.1. Corte .....	29
3.2.2. Conformado .....	31
3.2.3. Mecanizado .....	32
3.2.4. Inyección de plásticos .....	35
3.2.5. Soldado .....	35
3.2.6. Pulido .....	36
3.2.7. Control de calidad .....	36
3.2.8. Montaje y embalaje .....	37
3.3. Selección de acabado superficial .....	39
4. Bibliografía .....	40

---



## 1. ESPECIFICACIONES Y FACTORES DE DISEÑO

Para desarrollar el proyecto se definieron las especificaciones iniciales y se realizó la identificación y estudio de los factores que afectan al proceso de diseño del aerógrafo.

### 1.1. Especificaciones iniciales

Se trata de diseñar un aerógrafo para detalle, con lo que es necesario que cuente con una pequeña capacidad de carga para la pintura, ya que no se utiliza mucha pintura para conseguir los diferentes efectos deseados. También es necesario que cuente con un mecanismo para la regulación del flujo de aire y la cantidad de pintura proyectada independientes, ya que con esto se pueden conseguir diferentes efectos dependiendo de la cantidad de aire y pintura proyectados por el conjunto.

Se busca que el conjunto con todas las pequeñas piezas que lo componen sea funcional, intentando facilitar la limpieza y el manejo del mismo. Por último es importante que el conjunto sea duradero y de buena calidad, utilizando materiales y métodos de fabricación que permitan conseguir componentes con buenos acabados tanto estéticos y ergonómicos como de resistencia al desgaste y a la manipulación de diferentes sustancias corrosivas.

### 1.2. Factores de diseño

#### 1.2.1. Operación y función

En este apartado se encuentran diversos factores que influyen en el funcionamiento del dispositivo así como en el resultado que se consigue con el mismo.

El primer factor que se debe considerar en este campo es la forma de atomizar la pintura y donde se produce ésta. La atomización de la pintura se puede conseguir mediante tres métodos:

- Atomización con presión: en este método la pintura se inyecta a través de una boquilla de reducidas dimensiones, de forma que la energía de presión se convierte en energía cinética y el líquido se pulveriza en la expansión.

- Atomización con dos fluidos: con éste método la pintura se expone a la interacción de una corriente de aire (gas o vapor), con elevada velocidad relativa, que produce la rotura del líquido en pequeñas gotas. Hay diseños donde las corrientes se mezclan en el exterior del atomizador, y diseños de mezcla interior, que requieren de los mismos valores de presión de inyección de fluidos.

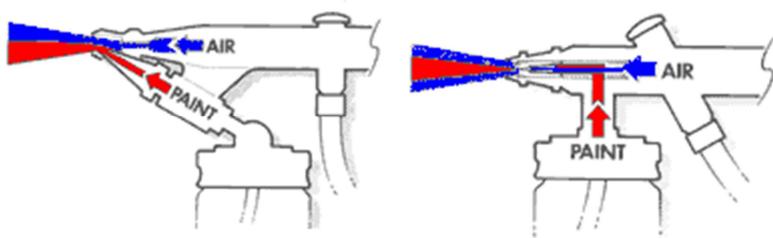


Figura 1.2. Aerógrafo atomización externa, izquierda, e interna, derecha.

- Atomización con rotación: en este caso, la pintura llega a un elemento giratorio que se mueve a gran velocidad, recibiendo por tanto una elevada energía cinética que causa su desintegración.

Una vez seleccionada la forma de atomización, uno de los factores importantes es el de la forma de alimentación de la pintura. Existe dos variantes en este campo:

- Alimentación por succión: en los aerógrafos que funcionan con este método de alimentación el depósito queda por debajo del cuerpo. Por tanto, la pintura es aspirada. Suelen tener depósitos intercambiables y de distintos tamaños, lo que facilita su limpieza y los hace versátiles en su uso.
- Alimentación por gravedad: con esta forma de alimentación, el depósito está situado sobre el cuerpo del aerógrafo, de forma que la pintura cae por gravedad. En este caso se logra un mejor aprovechamiento de la pintura. Normalmente, el depósito es fijo, aunque en algunos aerógrafos se puede desmontar.

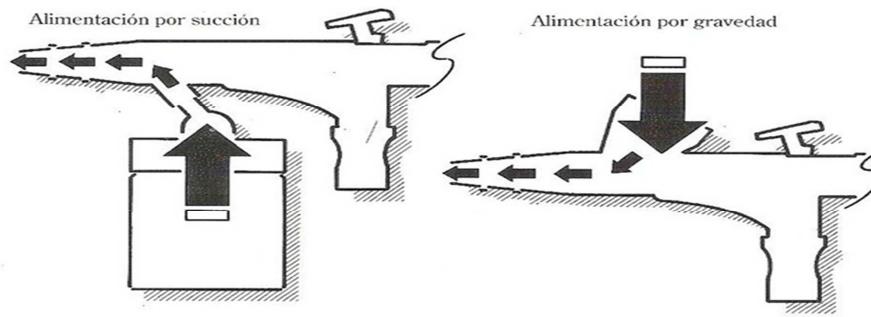


Figura 1.3. Alimentación por succión y gravedad.

Otro factor a considerar es la forma de controlar el caudal de pintura y de aire que se quieren proyectar, existen 3 posibilidades:

- Aerógrafos de acción simple: el gatillo tiene una sola función: permitir la salida de aire, de ahí este tipo de aerógrafos toma su nombre. Son aquellos en que la pintura y el aire salen al mismo tiempo con una relación constante. Por tanto, no se puede controlar la cantidad de pintura al mismo tiempo que se está pintando y tiene que detenerse el pulverizado para poder realizar los ajustes necesarios. Esto normalmente se hace mediante alguna perilla o tornillo.

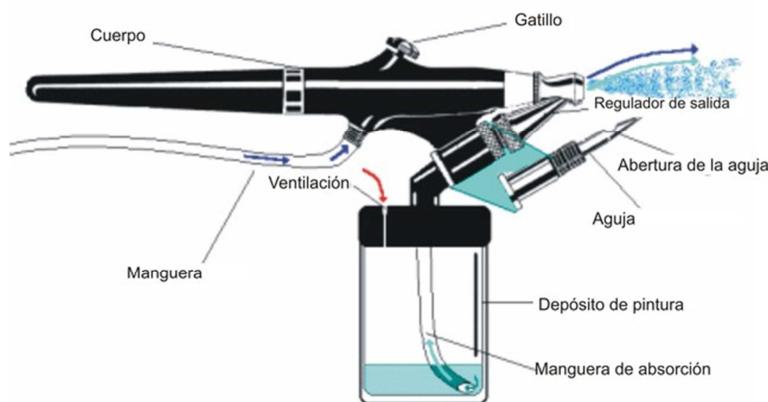


Figura 1.4. Aerógrafo de acción simple.

- Aerógrafos de doble acción: estos aerógrafos tienen un simple gatillo que controla tanto el paso del aire como el de la pintura. Se empuja hacia abajo para dejar paso al aire y, a continuación, se empuja hacia atrás para permitir el paso de pintura a la corriente de aire. De esta forma es correcta la proporción de aire y pintura, pero durante el trabajo es inalterable la mezcla. Ofrece mejor calidad que el de acción simple.

- Aerógrafos de doble acción independiente: en este caso, el mecanismo del gatillo es muy parecido al de doble acción, pero a diferencia del anterior, se puede controlar la cantidad de aire que fluye a través del aerógrafo y la cantidad de pintura que se aplicará durante el rociado.

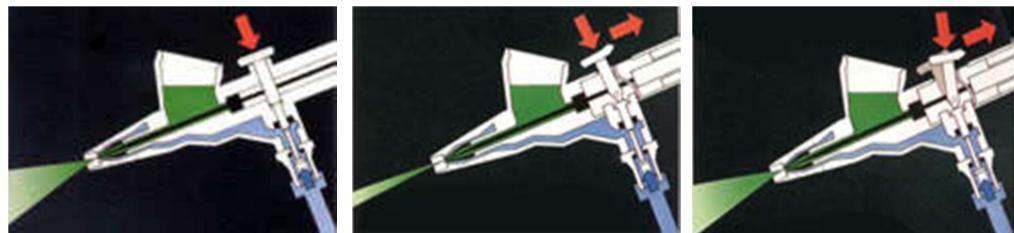


Figura 1.5. Aerógrafo de doble acción independiente.

Los últimos factores a considerar son los que tienen que ver con los efectos de pulverizado. En este aspecto podemos diferenciar entre boquillas y capuchones de la aguja. En cuanto a boquillas podemos diferenciar entre:

- Boquillas finas: sus diámetros están entre 0,1 y 0,2 mm, se utilizan cuando se desean líneas o trazos muy finos con grosores del tamaño de un cabello o inferiores. Su principal función son los retoques.
- Boquillas medias: sus diámetros oscilan entre 0,3 y 0,5 mm, se utilizan con mayor frecuencia para los trazos principales que no requieren un manejo tan avanzado como el fino.
- Boquillas gruesas: con diámetros entre 0,8 y 1 mm, empleadas si se requiere trabajar especialmente con pinturas más densas y viscosas, ya que el abanico de aplicación es más grueso, el utilizar una boquilla de diámetro inferior creará problemas como manchas o borrones. También se utiliza para la cobertura de grandes áreas.

Los capuchones se pueden diseñar con diferentes formas, consiguiendo así acabados diferentes como degradados especiales o detalles muy finos.



Figura 1.6. Capuchones de agujas para diferentes efectos.

### 1.2.2. Usuario y entorno

Este apartado engloba los diferentes factores a tener en cuenta a la hora de facilitar el manejo del dispositivo por parte del usuario así como los diferentes agentes externos que podrían afectar al conjunto.

Los primeros factores en los que hay que fijarse en este apartado son los que conciernen a la adaptación del dispositivo al usuario. Es necesario que el dispositivo disponga de una forma ergonómica, con suficiente superficie de contacto para que la mano del usuario no se canse y con un peso adecuado, ni muy ligero, porque el usuario no tendría suficiente control sobre el dispositivo, ni muy pesado, ya que tras un rato manejando el aerógrafo el usuario se cansaría.

Otro punto muy importante es la colocación de los actuadores, así como su forma y su acabado. Éstos deben estar colocados en una posición en la que se facilite su manipulación, teniendo en cuenta las dimensiones estándar de la mano, con una forma que se adapte bien al dedo con el que van a ser accionados y con una superficie que facilite su activación, no siendo ésta deslizante para evitar que el dedo resbale provocando fallos en el trabajo final.

Por último, cabe mencionar como factor importante a la hora de que el dispositivo se adapte bien al usuario y facilite su manejo, la inclusión de conectores rápidos para agilizar la tarea de la preparación del dispositivo para su uso así como la recogida del mismo.

Otros factores a tener en cuenta en este apartado son los que afectan a la limpieza y mantenimiento del conjunto. El conjunto debe ser estanco para evitar fugas de pintura por el cuerpo del aerógrafo, lo que dificultaría en gran medida la limpieza del mismo y podría provocar fallos en el correcto funcionamiento del dispositivo. También ha de ser fácilmente desmontable, facilitando así las tareas de limpieza, que deben de ser minuciosas para evitar posibles obstrucciones de determinadas piezas del conjunto así como mezcla no deseada de colores que pudieran haber quedado de usos anteriores.

El último grupo de factores que se estudian en éste apartado son los agentes externos que afectan al conjunto.

En este grupo se debe prestar especial atención a los diferentes tipos de pinturas y disolventes que se utilizan. Los diámetros de salida deben de ser adecuados teniendo en cuenta la consistencia de la pintura, ya que si éstos fueran demasiado estrechos se producirían obturaciones que impedirían el uso del conjunto. Las pinturas deben de ser de grano fino, ya que se utilizan para detalle y los diámetros son pequeños, además, éstas deben estar diluidas consiguiendo así una consistencia como la de la leche. Hay diferentes tipos de pintura dependiendo del uso al que estén destinadas. Las más utilizadas para superficies metálicas y plásticas son las de base disolvente, para superficies absorbentes se utilizan pinturas en base agua (acrílicas), y también encontramos pinturas especiales para otros tipos de superficie, como maquillajes para la piel, pinturas especiales para tejidos, pinturas especiales para cuero...

Otros factores externos son la corrosión que producen los diferentes productos utilizados para pintar y para la limpieza del conjunto y los golpes que pudiera sufrir el conjunto durante su manipulación. El conjunto debe estar diseñado de manera que aguante estos factores para aumentar su calidad y durabilidad.

### **1.2.3. Proceso productivo**

En este apartado se estudian los factores que influyen a la hora de conformar el conjunto y producirlo, como pueden ser los materiales que se utilizan para las diferentes piezas, el proceso de producción que se puede seguir y las maquinas que se van a utilizar durante este proceso.

Los materiales de cada pieza dependen de la función que vaya a desempeñar la pieza en el conjunto y su posición en el mismo, ya que algunas piezas van a estar en contacto directo con sustancias corrosivas permanentemente mientras que otras solo estarán expuestas a salpicaduras de las mismas o nunca están en contacto. Hay piezas que necesitan tener mayor resistencia que otras por la función que desempeñan. Por estos motivos se pueden utilizar diferentes materiales:

- Para las piezas que están en contacto directo con los agentes corrosivos y que pueden sufrir desgaste por el uso, es necesario utilizar un material con una buena resistencia química y una buena resistencia mecánica que alargue la calidad y la vida del conjunto. También tienen que ser materiales que puedan mecanizarse para conseguir las dimensiones y geometrías diseñadas.

- Para las piezas que sufren un menor desgaste y necesitan menor resistencia química, se pueden utilizar materiales que sean más fácilmente mecanizables para aligerar el proceso de fabricación y conseguir así mas conjuntos con el mismo trabajo, lo que conlleva mayores beneficios.
- Para las piezas con las que se consigue la estanqueidad hay que pensar en otro tipo de materiales. Estas piezas deben amoldarse a las cavidades que se han diseñado para su alojamiento consiguiendo sellar el conjunto.

Una vez seleccionados los materiales y la forma y geometría de las piezas que conforman el conjunto hay que estudiar cuales de estas piezas hay que producir y cuales es más conveniente adquirir a otros proveedores. Algunas piezas como juntas tóricas o resortes son producidas por otras empresas con lo que resulta más rentable adquirirlas de dichas empresas que hacer una inversión en maquinaria y personal cualificado.

Ya que las piezas que componen el conjunto tienen geometrías complicadas y buenos acabados para conseguir la estanqueidad del conjunto, es necesario un proceso de fabricación que se adapte a tales especificaciones.

Los métodos de fabricación que se tendrán que emplear dependerán de cuatro factores principales:

- Del material que se haya pensado fabricar la pieza, ya que dependiendo del material existen diferentes métodos para llegar a la forma final deseada. Si se trata de metales podemos elegir entre moldeo, extrusión, mecanizado o laminado por ejemplo, existen multitud de métodos. Si se trata de plásticos también existen gran cantidad de variantes como pueden ser el moldeo por vacío, por inyección, por soplado,....
- De la geometría y dimensiones que se quieren conseguir, no se puede utilizar el mismo método de fabricación para conseguir pequeños orificios con necesidad de conseguir pequeñas tolerancias que para realizar un roscado de un gran diámetro, por ejemplo.
- De la cantidad de conjuntos que se deseen fabricar. Hay métodos de fabricación más rápidos que otros, por lo que, teniendo en cuenta los factores anteriormente citados, hay que elegir el método de fabricación con el que consigamos una mayor producción para conseguir mayores beneficios.

- De la inversión necesaria así como el personal necesario. Dependiendo del método seleccionado, tanto la inversión como el personal que será necesario varía enormemente por la maquinaria necesaria para poder llevarlo a cabo.

Tras la selección del método de fabricación, el siguiente factor a estudiar es la secuenciación de las tareas necesarias para realizar el método de fabricación seleccionado. Para realizar esta secuenciación es necesario tener en cuenta las dimensiones de las piezas que se quieren fabricar, ya que las dimensiones son muy pequeñas hay que seguir una secuencia que permita conseguir estas dimensiones sin provocar daños a la pieza y sin debilitar su estructura.

El último factor a estudiar en el aspecto productivo es la maquinaria, equipo e instalaciones necesarias para poder ejecutar el método de fabricación elegido. En la selección de maquinaria hay que tener en cuenta, en el caso del mecanizado, que tenga la potencia necesaria para poder realizar las tareas previstas, los ejes sobre los que puede trabajar para conseguir así las diferentes geometrías diseñadas, accesorios que puedan equiparse para agilizar las tareas como torretas de herramientas para realizar cambios rápidos, alimentadores de barras para acelerar el proceso de colocación de las piezas, las dimensiones de la máquina para hacer la distribución adecuada en las instalaciones,.... En el caso del conformado es necesario que pueda ejercer suficiente presión para poder embutir o punzonar las chapas y conseguir las formas deseadas.

También es importante prestar atención a los acabados superficiales que se desean conseguir. Hay que tener en cuenta diferentes aspectos en el campo de los acabados, se debe valorar el acabado estético que se quiere conseguir con el acabado, lo que le dará un mayor atractivo al conjunto de cara al usuario y originará mayores ventas. Los recubrimientos también tienen la función de crear una capa protectora al conjunto que lo proteja del ataque de los líquidos corrosivos y de los rayones y desperfectos que se puedan originar durante su uso. Otro aspecto a estudiar es el impacto ambiental que pueden tener estos recubrimientos, ya que en la mayoría de procesos de acabados superficiales se originan desechos que pueden ser muy perjudiciales para el medio ambiente, es muy importante intentar reducir en la medida de lo posible estos desechos.

Los factores y especificaciones de este proyecto de diseño se encuentran recogidos en la tabla 1.1.

---

		FACTORES						CONCEPTOS
		Operación y función		Usuario y entorno		Fabricación y mercado		
ESPECIFICACIONES	<i>Principios de funcionamiento</i>	<i>Composición del dispositivo</i>	<i>Modo de utilización</i>	<i>Accesarios relacionados</i>	<i>Materiales y procesos</i>	<i>Mercado</i>	<i>Control de posición, en la aguja y en el émbolo de la válvula del aire</i>	
	<i>Control de flujos independiente</i>	Procedim. de control y regulación de flujos	Elementos de conducción interna	Posición y manipulación de actuadores	Depósitos, válvulas y reguladores externos	Selección de materiales adecuados	Tipos de alimentación y control de pintura	
	<i>Efectos diferentes de pulverizado</i>	Procesos de atomización y proyección de pintura	Boquilla de inyección y zona de salida	Técnicas utilizadas en aerografía	Plantillas, máscaras, complementos	Métodos de fabricación de piezas muy pequeñas	Efectos según posición y tipo de boquilla	
	<i>Agarre y manipulación adaptadas al usuario</i>	Tamaños y pesos globales del conjunto	Elementos de agarre (cuerpo y mango)	Dimensiones promedio de la mano	Soportes, caballetes, mangos	Métodos de obtención de piezas forma compleja	Sistemas de agarre según modelo y aplicación	
	<i>Desmontaje completo para limpieza y mantenim.</i>	Sistemas de unión y de estanqueidad	Elementos de unión y conexión	Montaje/desm. de piezas. Proceso de limpieza	Tipos y caract. de pinturas. Agentes de limpieza	Sistemas de unión, montaje y acoplamiento de piezas	Problemas detectados y necesidades de usuarios.	
	<i>Acabados superficiales ecológicos</i>	Generación de emisiones al medioambiente	Productos de acabado	Rugosidad en actuadores	Uso de guantes	Procesos de acabado y recubrimiento de piezas	Tipos y propiedades de acabados	

Tabla 1.1. Matriz de especificaciones, factores y conceptos en el proceso de diseño del aerógrafo.

Los factores del bloque operación y función se organizan en dos grupos. En el grupo principios de funcionamiento se incluyen los factores que describen y determinan el comportamiento de los sistemas y procesos relacionados con la operación del aerógrafo y en el grupo composición del dispositivo se incluyen los factores que afectan a su arquitectura.

El bloque usuario y entorno engloba los factores relacionados con la manipulación del aerógrafo por el usuario en un entorno determinado. También fueron organizados en dos grupos. El grupo modo de utilización considera todos los factores relacionados con el agarre, accionamiento y utilización del aerógrafo y el grupo accesorios relacionados incluye el estudio de otros elementos necesarios o característicos del entorno durante el uso habitual del dispositivo y la aplicación de técnicas de aerografía.

Finalmente, en el bloque fabricación y mercado se incluyen, por una parte, los factores que intervienen en el desarrollo viable del conjunto, en particular los materiales y los procesos de fabricación necesarios para la realización de las piezas que forman parte de este dispositivo y, por otra parte, los factores relacionados con la observación y estudio del mercado actual.

Los factores considerados se pueden relacionar con las especificaciones iniciales. Se puede observar, por ejemplo, que la especificación -efectos diferentes de pulverizado- requiere el análisis de los procesos de atomización y proyección de pintura, el estudio de la zona de salida del flujo de gotas en el aerógrafo, la revisión de las diferentes técnicas de aerografía y de las plantillas y complementos que son utilizados en cada caso, el estudio de los métodos de fabricación de piezas de tamaño reducido y la revisión de las configuraciones en la zona de salida y efectos resultantes que logran los dispositivos actuales en el mercado.

En el caso de la especificación -agarre y manipulación adaptados al usuario-, se requiere el análisis del peso y tamaño global del dispositivo, el estudio de los elementos de agarre y de las dimensiones de la mano. También, la revisión de accesorios relacionados y de los métodos de agarre en función de la aplicación. Finalmente, la revisión de los métodos de fabricación que permitan conformar piezas de geometría compleja, como son los métodos de moldeo por inyección.

Del estudio detallado de factores se derivaron una serie de conceptos determinantes para el cumplimiento de cada especificación.

---

La Fig. 1.7 muestra estos conceptos esenciales. Por ej., en el caso de la especificación efectos diferentes de pulverizado el concepto resultante fue la utilización de piezas reemplazables. Por su parte, el concepto empuñadura adicional ergonómica y accionamiento y control con dedo índice fueron propuestos para la especificación agarre y manipulación adaptados al usuario.

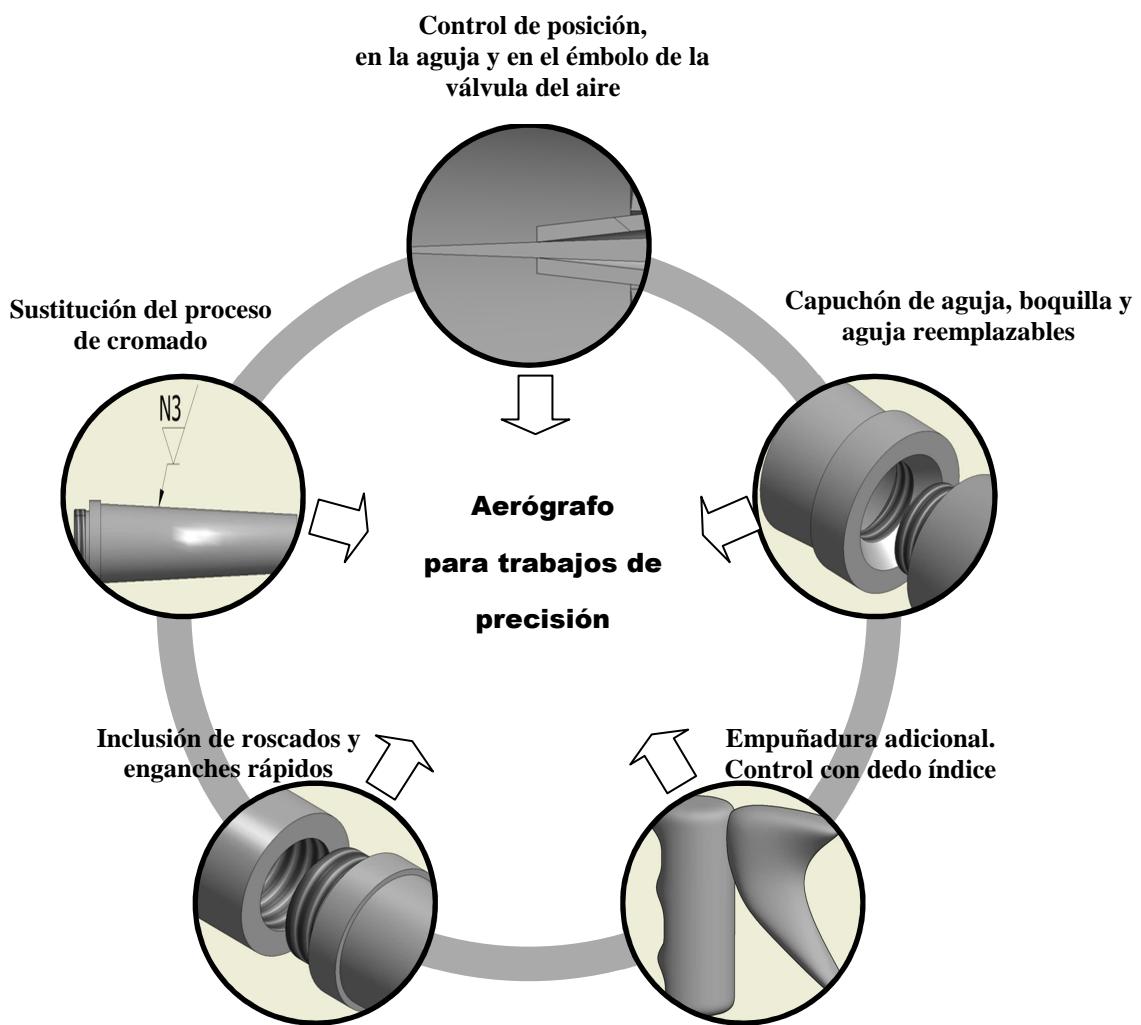


Figura 1.7. Conceptos generados en el proceso de diseño.

Finalmente, los conceptos particulares fueron reunidos en un concepto global que se define en el siguiente capítulo.

## 2. DEFINICIÓN DEL AERÓGRAFO

Se propone el diseño de un dispositivo basado en el uso de aire a presión y en la alimentación de pintura mediante un depósito situado en su parte superior, por lo que se trata de una alimentación por gravedad.

A través de una palanca se puede controlar la posición de la aguja y el émbolo de la válvula de aire, por lo que es de doble acción. La palanca está diseñada y colocada para ser accionada con el dedo índice. En la zona de salida, tanto el capuchón de la aguja, como la boquilla y la aguja son reemplazables para conseguir diferentes efectos de pulverizado. Se han incluido roscados y enganches rápidos en las piezas para facilitar el desmontaje.

El aerógrafo diseñado se muestra en la Figura 2.1. Está formado por un conjunto de piezas que se detallan en la Tabla 2.1, dispuestas adecuadamente para conseguir obtener las especificaciones inicialmente planteadas.

Listado de componentes	
1. Capuchón de aguja o corona	16. Mango
2. Cuerpo de la boquilla	17. Tornillo de ajuste de la aguja
3. Boquilla	18. Tornillo de fijación del tope
4. Junta de estanqueidad	19. Junta de estanqueidad
5. Aguja	20. Junta de estanqueidad
6. Arandela de empaque	21. Cuerpo de la válvula
7. Tuerca de empaque	22. Junta de estanqueidad
8. Tapa de depósito	23. Émbolo de la válvula
9. Palanca de acción	24. Resorte de la válvula
10. Oscilador	25. Tornillo de fijación de la válvula
11. Tope de la camisa de ajuste	26. Tuerca del conector de la manguera
12. Eje del muelle (soporte de la aguja)	27. Junta de estanqueidad
13. Muelle o resorte	28. Conector de la manguera
14. Camisa de ajuste de la aguja	29. Cuerpo del aerógrafo
15. Ajustador de la aguja o contratuerca	

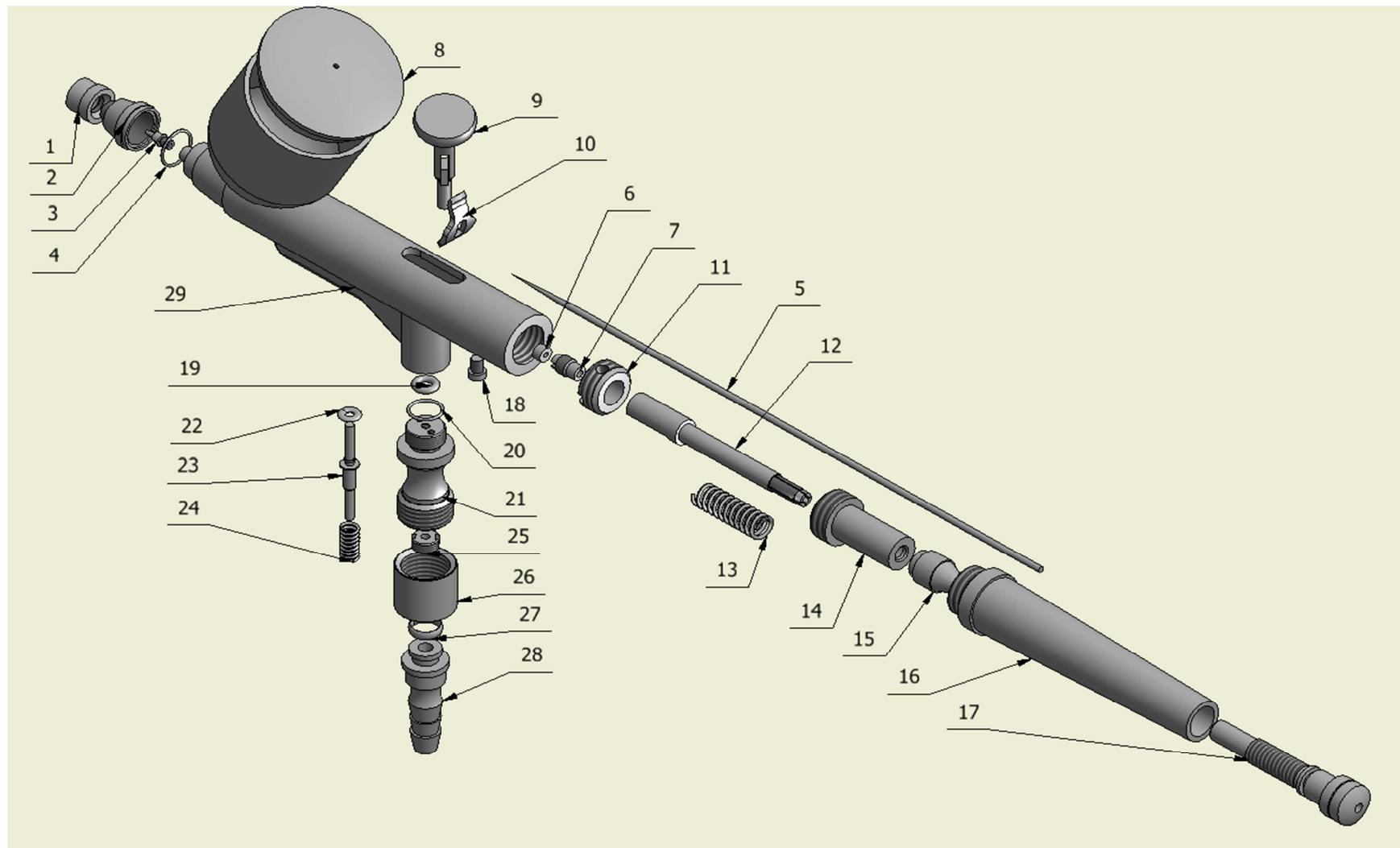


Figura 2.1. Componentes de aerógrafo de acción doble con depósito de gravedad.

## 2.1. Operación del aerógrafo

En este apartado se describen los componentes que influyen en el funcionamiento del aerógrafo y porque se han diseñado con estas formas y dimensiones.

Para conseguir la atomización con dos fluidos es necesario diseñar dos recorridos independientes para el aire y la pintura, para que posteriormente se mezclen y se consiga así una proyección de pintura sobre la superficie que se desea recubrir.

### 2.1.1. Recorrido de la pintura

La pintura se alimenta por gravedad (Fig. 2.2), ya que al ser un aerógrafo para detalle la cantidad de pintura que se utiliza durante su uso no es muy elevada. La pintura se introduce en el depósito (1) y que es una pequeña cuba soldada a la parte superior del cuerpo del aerógrafo. El depósito tiene una ranura (2) en su parte inferior que permite el paso de la pintura al interior del cuerpo del aerógrafo. Se suelda al cuerpo del aerógrafo con una inclinación para permitir la salida del aire que contenga el aerógrafo, así se evitan burbujas en la pintura que ocasionarían defectos en el acabado final.

En el cuerpo del aerógrafo se ha diseñado una cavidad para que aloje la pintura (3). A continuación, esta pintura pasa por la guía de la aguja (4), una pequeña pieza cilíndrica con un orificio en su interior para el paso de la aguja y de la pintura, alojada en la parte anterior del cuerpo del aerógrafo. La pintura llega a través de la guía de la aguja hasta la boquilla (5), una pieza cilíndrica enroscada en la guía de la aguja con un pequeño orificio por donde pasa la pintura cuando la aguja se retrae, y queda aquí bloqueada hasta que se acciona el dispositivo y la aguja se retrae.

Cuando el dispositivo es accionado, la corriente de aire que pasa a gran velocidad alrededor de la boquilla succiona la pintura. Tras esto las dos corrientes se unen en el interior del cuerpo de la boquilla (6), una pequeña pieza de revolución enroscada en el cuerpo del aerógrafo que protege la boquilla. Por último la pintura junto con el aire es proyectada pasando por el capuchón de la aguja o corona (7), una pieza de revolución que protege la punta de la aguja y que determina la dirección y la forma del pulverizado.

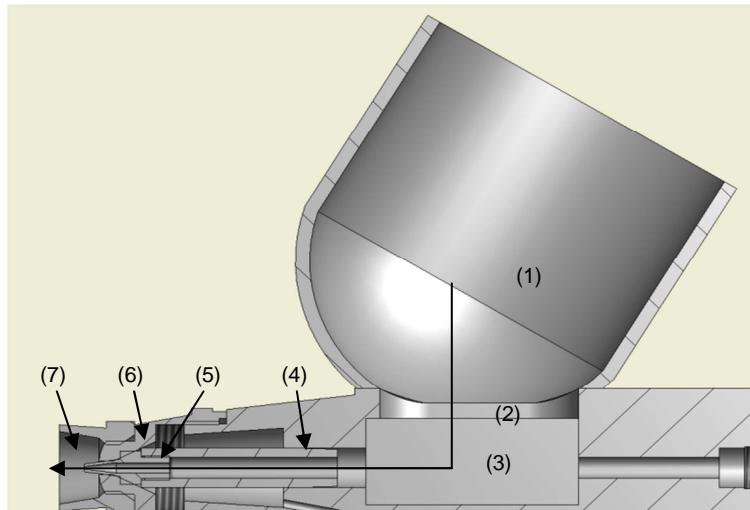


Figura 2.2. Recorrido de la pintura.

### 2.1.2. Recorrido del aire

El aire se lo suministra al conjunto un compresor, que se une con el aerógrafo con la ayuda de una manguera conectada al racor de conexión (1) enroscado en la parte inferior de la válvula del aire. Se muestra en la Fig. 2.3. Tras pasar por el racor de la manguera el aire llega al cuerpo de la válvula (2).

El cuerpo de la válvula de aire es una pieza de revolución en cuyo interior se aloja el émbolo de la válvula y un resorte. El aire permanece en el interior del cuerpo de la válvula hasta que se presiona la palanca de acción, la cual mediante un presionador, transmite el movimiento al embolo de la válvula, haciendo que éste se desplace hacia abajo y permite el paso del aire hacia el resto del conjunto. Después de pasar por la válvula de aire, la corriente de aire pasa al conector del aerógrafo con la válvula de aire (3), una pieza de revolución que se suelda a la parte inferior del cuerpo del aerógrafo y que tiene el interior hueco y un orificio para que el aire continúe hasta la guía del aire (4).

El aire pasa por la guía del aire, cuyo interior es hueco, hasta el cuerpo del aerógrafo. En el cuerpo del aerógrafo se taladra un orificio (5) de 0,8 mm de diámetro que va desde la parte inferior del cuerpo del aerógrafo hasta la parte anterior, lo que provoca que el aire aumente su velocidad y pueda succionar la pintura a través de la boquilla cuando se retrae la aguja.

Por último el aire llega al interior del cuerpo de la boquilla (6) donde se mezcla con la pintura para posteriormente ser proyectada a través del capuchón de aguja o corona (7) hasta la superficie que se quiere recubrir.

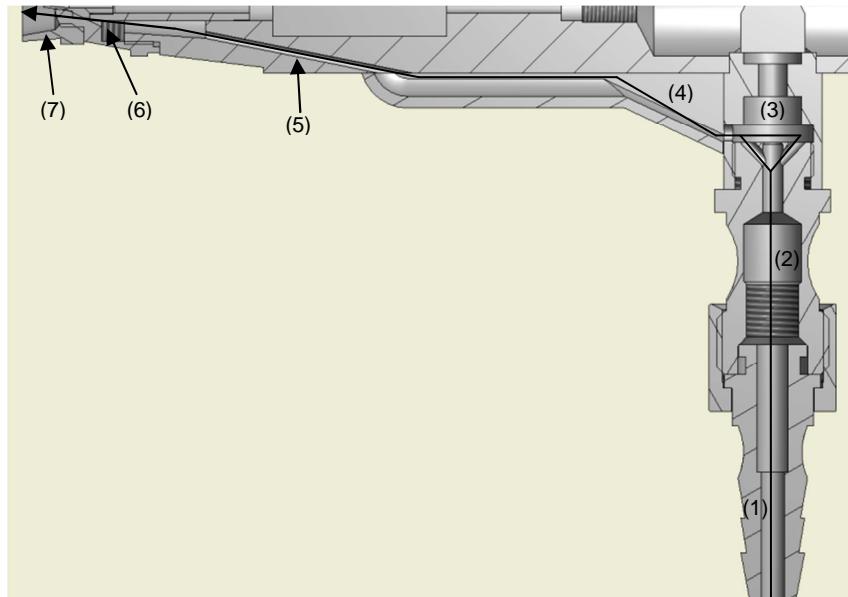


Figura 2.3. Recorrido del aire.

### 2.1.3. Regulación y control

Es un aerógrafo de doble acción, ya que permite regular independientemente la cantidad de aire y pintura que se quiere proyectar. Esto permite tener más control sobre el resultado final y la realización de trabajos de detalle.

La doble acción se consigue mediante el diseño de un conjunto que permita que mediante la presión de la palanca de acción se regule el paso de aire y mediante el movimiento longitudinal de la misma se consiga el paso de la pintura. Para conseguir esto se ha diseñado de la siguiente forma:

Regulación de la pintura: la palanca tiene un movimiento hacia detrás y hacia delante. Este movimiento se consigue diseñando la palanca con dos piezas, la propia palanca (1) que se muestra en la Fig. 2.4, que es la pieza cilíndrica que sobresale por la parte superior del aerógrafo y la que el usuario manipula, y luego un presionador para el aire (2). Estas piezas están unidas por un pasador (3), lo que permite el movimiento.

Mediante el oscilador (4), una pequeña chapa curva que se encuentra en el interior del cuerpo del aerógrafo, el movimiento de la palanca se transmite al eje del muelle o soporte de la aguja (5), que es una pieza cilíndrica que rodea a la aguja (6) y alrededor del cual se coloca un resorte (7) para que el conjunto vuelva a su estado de reposo.

Gracias al ajustador de la aguja o contratuerca (8), una pieza de revolución que se enrosca alrededor del soporte de la aguja y que cierra éste alrededor de la aguja, el movimiento que el usuario hace en la palanca se transmite a la aguja.

Con las piezas anteriormente mencionadas se consigue que cuando el usuario desplace hacia atrás la palanca de acción, la aguja se mueva también hacia atrás, lo que permite el paso de la pintura a través de la boquilla (9) al dejar de estar está bloqueado por la aguja. El movimiento máximo de retracción de la aguja, y por tanto el paso máximo de pintura que se permite proyectar se puede prefijar mediante el tornillo de ajuste de la aguja (10), cuanto más se apriete este tornillo menor será la cantidad de pintura proyectada.

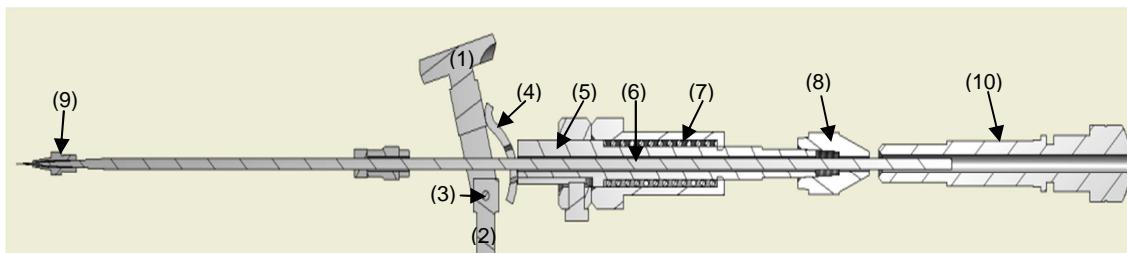


Figura 2.4. Sistema de regulación de la cantidad de pintura.

Regulación del aire: para regular el paso del aire se ha incluido en la palanca un movimiento hacia abajo y hacia arriba. Como para la regulación de la pintura, el diseño de la palanca de acción (1) unida con un pasador (2) al presionador del émbolo de la válvula (3) es lo que permite la regulación simultánea de los dos fluidos. Se muestra en la Fig. 2.5.

Cuando el usuario presiona la palanca de acción hacia abajo, el movimiento es transmitido a través del presionador del émbolo de la válvula de aire, una pequeña pieza cilíndrica que está unida a la palanca mediante un pasador, que le permite desplazarse hacia abajo aunque la palanca esté desplazándose también hacia atrás.

Este movimiento de presión llega al émbolo de la válvula de aire (4), una pieza cilíndrica alojada en el interior del cuerpo de la válvula (5) con diferentes diámetros que bloquea o permite el paso del aire. Por lo tanto cuando el émbolo de la válvula de aire desciende se permite el paso de aire dependiendo de lo que éste se encuentre desplazado.

En el interior del cuerpo de la válvula, además del émbolo, también encontramos un resorte (6), este resorte hace que el émbolo vuelva a subir cuando se deja de aplicar presión sobre la palanca y vuelve a bloquear el paso del aire, y un tornillo de fijación de la válvula (7), cuya misión es hacer que ni el resorte ni el émbolo se muevan de la posición prevista para ellos.

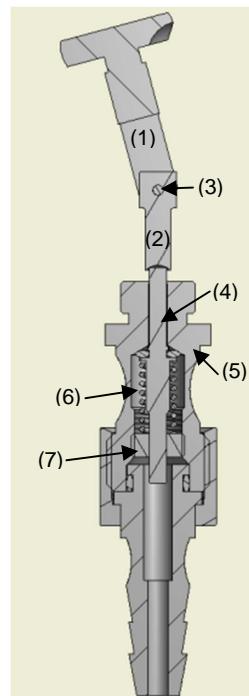


Figura 2.5. Sistema de regulación de la cantidad de aire.

En cuanto a los efectos de pulverizado se ha diseñado una boquilla aguja y capuchón fácilmente intercambiables. El aerógrafo se comercializa con una boquilla de un diámetro de salida de 0,2 mm y una aguja con una conicidad en la punta con un ángulo de 5° para que encaje correctamente y bloquee la salida de pintura hasta que el usuario accione el dispositivo. Se ha diseñado con este diámetro de salida para que la cantidad de pintura proyectada sea pequeña ya que se trata de un aerógrafo de

precisión, pero en el caso de que se quiera utilizar para recubrir mayores superficies o utilizar pinturas más densas habría que cambiar la boquilla y la aguja. Para realizar un cambio rápido el aerógrafo se ha diseñado de manera que el usuario solo tiene que desmontar el mango y el ajustador de la aguja, extraer la aguja, desenroscar el cuerpo de la boquilla y posteriormente la boquilla y ya podría poner una boquilla de mayor diámetro y una aguja acorde. El capuchón se ha diseñado de forma que nos sirva para los diferentes diámetros de boquilla, tiene una conicidad interior que empieza con un diámetro de 4mm y termina con un diámetro de 5,5 mm, con estos diámetros se consigue que con pequeños diámetros de boquilla el trazo sea fino ya que el capuchón no afectará al efecto de pulverizado y cuando se pongan boquillas mayores consigue que el pulverizado no se expanda demasiado ocasionando que el recubrimiento no quede uniforme. El capuchón es fácilmente reemplazable ya que solo será necesario desenroscarlo y enroscar otro para conseguir diferentes efectos de pulverizado.

## 2.2. Adaptación al usuario

En cuanto a la adaptación al usuario, se busca el aerógrafo sea lo más ergonómico posible para que se adapte bien a las formas y dimensiones estándar de la mano, consiguiendo así que durante su utilización el usuario tengo el máximo manejo del conjunto requerido para conseguir los detalles y acabados necesarios. Para el diseño del conjunto se han tenido en cuenta las dimensiones promedio que establece la norma DIN 33.402 2<sup>a</sup> parte (Anexo I).

Teniendo en cuenta estas medidas, la forma exterior se ha diseñado para que se parezca a la de una pluma o bolígrafo (Fig. 2.6). Tanto el mango (1) como el cuerpo del aerógrafo (2) se han diseñado con una forma cilíndrica, con un radio lo suficientemente grande para que puedan alojar en su interior y así proteger al mecanismo del aerógrafo, pero demasiado grande para facilitar su agarre.

Tanto la válvula del aire (3) como la guía del aire (4) se colocan en la parte inferior del cuerpo del aerógrafo. De esta forma, se consigue que no intercepten con el dedo índice que es el encargado de accionar el dispositivo y además proporcionan una mayor superficie de agarre, obteniendo mayor control sobre el dispositivo. El depósito (5) se coloca lo más próximo a la salida de la pintura para evitar obstrucciones durante el uso del conjunto.

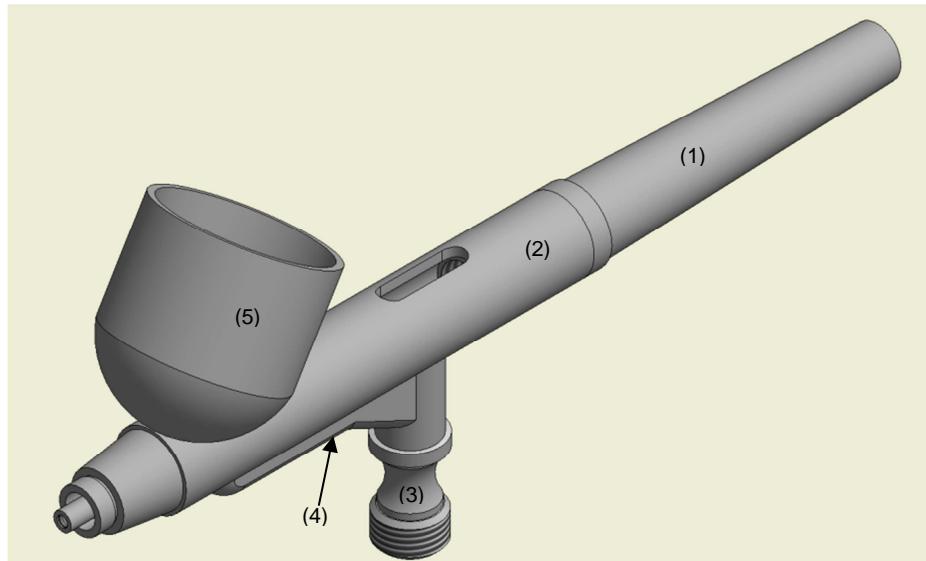


Figura 2.6. Partes exteriores del aerógrafo.

También se ha diseñado un mango para facilitar el agarre y obtener mayor control del dispositivo (Fig. 2.7). Este mango está diseñado teniendo en cuenta las dimensiones de la norma DIN anteriormente citada, está pensado para tener una mayor superficie de agarre.

Para su utilización se colocaría la intersección entre el dedo índice y el pulgar en la parte posterior del mango, colocando los dedos meñique, anular y mayor en las huellas diseñadas con el ancho de estos dedos en la parte inferior de forma cilíndrica del mango, con lo quedaría el dedo índice libre para poder manipular la palanca.

La parte final del mango es mas estrecha para que la mano se adapte mejor al mango y según se acerca a la parte cilíndrica anterior se va ensanchando para facilitar la colocación de los dedos en las posiciones anteriormente indicadas y para facilitar también el accionamiento de la palanca de acción con el dedo índice.

Este mango se coloca en la parte inferior del dispositivo y para conseguir un acople perfecto entre éste y el aerógrafo se moldea incluyendo las forma de la guía del aire, con un orificio en la parte cilíndrica para alojar en su interior el conector del cuerpo del aerógrafo con la válvula de aire, la válvula de aire, el racor de conexión y la manguera de aire y con una forma semicilíndrica en la parte superior para que quede rodeando

la parte inferior del cuerpo del aerógrafo y del mango y así evitar que pueda desplazarse.

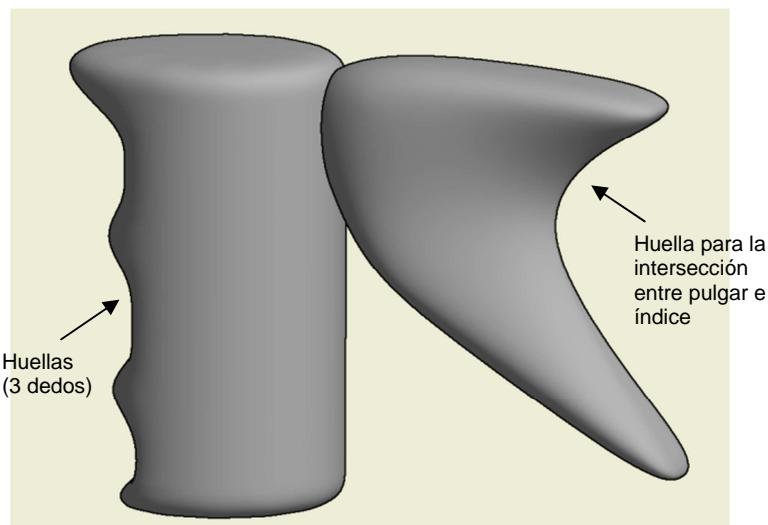


Figura 2.7. Mango ergonómico.

La palanca está colocada en la parte superior del cuerpo del aerógrafo. Está pensada para ser manipulada con el dedo índice, a tal efecto su superficie superior es de forma circular con un diámetro de 10,5 mm que permite que el dedo asiente bien. También se practica un moleteado sobre la mitad de esta superficie para evitar deslizamientos del dedo que provocarían defectos en el acabado.



Figura 2.8. Palanca de acción.

Para agilizar las tareas de preparación del aerógrafo para su uso, se ha incluido un racor de conexión rápida para la manguera del aire. Para tal fin también se facilita el acceso y desmontaje de las diferentes piezas intercambiables que tiene el conjunto como son el capuchón, hay que desenroscarlo y enroscar uno nuevo, la boquilla, es necesario desmontar el capuchón de la aguja y el cuerpo de la boquilla y ya se puede desenroscar y enroscar otra, y la aguja, se desenrosca el mango y el ajustador de la aguja y ya se puede extraer y cambiar por otra.

### **2.3. Limpieza y mantenimiento**

El aerógrafo es un instrumento muy delicado y de mucha precisión, que posee diversas piezas mecánicas de pequeño tamaño y gran exactitud. Si alguno de estos componentes se ensucia y obstruye, podrá causar defectos en el trabajo que se realice. Por eso es muy importante efectuar una limpieza del aerógrafo regularmente.

Cada vez que se realice un cambio de color, necesariamente hay que limpiar el aerógrafo ya que si no afectaría al color siguiente. En este caso no es preciso realizar una limpieza a fondo, es suficiente con vaciar el depósito con la pintura sobrante, llenarlo con agua o con el disolvente empleado para la mezcla de pintura, y pulverizar sobre un papel o cartón hasta que salga limpia. Una vez concluido el trabajo, sí es necesario realizar una limpieza a fondo del aerógrafo desmontándolo para limpiar las distintas piezas de las que consta; al igual que si va a pasar mucho tiempo entre aplicación y aplicación, o en aquellos trabajos en los que se emplean muchos colores, siendo aconsejable realizarla un mayor número de veces.

Para agilizar el montaje y desmontaje que es necesario para la limpieza del conjunto, éste se ha diseñado de manera que este proceso sea lo más ágil y cómodo posible. A tal fin las uniones entre las diferentes partes que componen el aerógrafo se realizan mediante distintos roscados de las piezas, con lo que se evita tener que incluir tornillos u otros elementos de unión que obligarían al usuario a tener que utilizar diferentes herramientas para su desmontaje, con lo que se alargaría el tiempo necesario para realizar estas tareas de desmontaje y limpieza. También se realizan diferentes moleteados en las piezas del conjunto que facilitan el desmontaje al evitar que los dedos resbalen sobre estas superficies permitiendo un agarre más cómodo.

Con este diseño la limpieza a fondo del conjunto se realizaría siguiendo estos pasos:

1. Desenroscar el mango (16).
2. Desenroscar la contratuerca (15) y extraer con mucho cuidado la aguja (5).
3. Con ayuda de un algodón empapado de limpiador, eliminar cualquier resto de pintura de la aguja (5), haciendo girar ésta en el algodón.
4. Desenroscar el capuchón de la aguja (1), el cuerpo de la boquilla (2), y con ayuda de la llave que se incluye en la caja desenroscar la boquilla (3).
5. Lavar con cuidado estas piezas con ayuda de bastoncillos empapados con el disolvente, y en el caso de la boquilla (3), si estuviera obstruido el orificio interior, ayudarse de un alambre blando, un cepillo interdental o algún instrumento similar, pero que no sea rígido para no dañar el orificio. Prestar especial cuidado en lavar bien las rosas para evitar posibles fugas.
6. Lavar bien el cuerpo del aerógrafo (29). Principalmente el depósito, y la guía interior por la que pasa la pintura hasta la boquilla, con ayuda de cepillos interdentales, bastoncillos empapados en limpiador, y papel.
7. Cuando todas las piezas estén lavadas y secas, volver a montar realizando el proceso inverso al de desmontaje.

Para que el conjunto funcione correctamente y no tengo pérdidas de aire o pintura que ensuciarían todo y que podrían provocar que el resultado final no sea el esperado, es necesario que el conjunto sea totalmente estanco.

Para evitar fugas de pintura se incluyen en el diseño: una junta tórica, colocada en la parte anterior del cuerpo del aerógrafo entre éste y el cuerpo de la boquilla, y una arandela de empaque, colocada en el interior del cuerpo del aerógrafo y fijada en su posición con la ayuda de la tuerca de empaque, esta pieza es la que evita que la pintura pueda extenderse por el interior del cuerpo del aerógrafo y evitando que el conjunto falle por las obstrucciones que esta fuga provocaría.

Para evitar fugas de aire se incluyen cuatro juntas tóricas, la primera está colocada en el interior del conector del aerógrafo con la válvula de aire alrededor del presionador del émbolo de la válvula del aire, la segunda está colocada entre el conector del aerógrafo con la válvula del aire y el cuerpo de la válvula, la tercera está en el interior del cuerpo del aerógrafo alrededor del émbolo de la válvula, y la última está en el racor de conexión de la manguera para sellar la unión entre éste y el cuerpo de la válvula.

### 3. FABRICACIÓN DEL AERÓGRAFO

En este capítulo se va a describir el proceso de fabricación en serie de este dispositivo. Se van a explicar los materiales elegidos y el porqué de esta elección; las piezas que se van a fabricar en nuestro proceso y las que se adquieren de otros proveedores; los diferentes métodos de fabricación seguidos para la obtención de las geometrías diseñadas y la maquinaria necesaria para estos procesos.

#### 3.1. Materiales

La selección de los materiales depende de la función y ubicación de cada pieza en el dispositivo, ya que en unas piezas se priorizan unas características del material y en otras se priorizan características diferentes. La elección de materiales es la siguiente:

Acero inoxidable, AISI 304:

Propiedades	Justificación
Buena soldabilidad	El depósito, la guía del aire y el conector del aerógrafo con la válvula de aire van soldados al cuerpo del aerógrafo.
Fácilmente conformado	Fabricación por conformado del depósito, la guía del aire o el oscilador.
Muy buena resistencia a la corrosión	Con esta propiedad se alarga la vida útil del conjunto. Indispensable no sólo en el recorrido de la pintura y disolventes, si no en casi todo el aerógrafo, ya que aunque no entren en contacto continuo y directo, se pueden producir salpicaduras o dejar algún resto durante el mantenimiento y limpieza.
Alta densidad	Sin hacerlo pesado, todo el conjunto adquiere un peso adecuado y proporciona un mejor manejo del dispositivo al usuario.
Alta resistencia mecánica	Proporciona resistencia a golpes y al desgaste, aumentando la durabilidad y la calidad del conjunto. Esta propiedad es especialmente importante en pequeñas piezas que necesitan unas tolerancias tanto geométricas como dimensionales bastante estrictas, como es el caso de la aguja o de la boquilla, que necesitan que la conicidad de la punta así como su diámetro permanezcan invariables para conseguir evitar fugas de pintura cuando el dispositivo este en reposo. También es bastante importante en el oscilador, ya que es la pieza encargada de transmitir el movimiento de retracción a la aguja, y si perdiera su forma inicial este movimiento no se trasladaría correctamente provocando que la aguja no se retrajera lo suficiente o que no se bloqueara el paso de la pintura en reposo.

Acabado superficial	Importante en todas las piezas que están expuestas como son, el subconjunto del cuerpo del aerógrafo, el mango, el capuchón de la aguja, el cuerpo de la boquilla, la palanca de acción o el cuerpo de la válvula por ejemplo. Con los tratamientos precisos se consiguen acabados de calidad y atractivos.
---------------------	--

## Latón CW614N:

Propiedades	Justificación
Buena resistencia a la corrosión	Utilizado en la fabricación de la tuerca de empaque, el presionador del émbolo de la válvula de aire, el pasador que une la palanca de acción con el presionador, el tope de la camisa de ajuste, el émbolo de la válvula, el tornillo de fijación de la válvula y la guía de la aguja. Son piezas que no necesitan tanta resistencia a la corrosión porque no están en contacto directo con la pintura y los disolventes que se utilizan.
Buena maquinabilidad	Propiedad necesaria para conseguir los pequeños roscados que la mayoría de estas piezas tienen, consiguiendo así el mejor acople posible y evitando fallos por desgaste de las roscas.
Acabado y aspecto final inferior al acero	Las piezas se encuentran en el interior del dispositivo. Sólo quedan a la vista del usuario cuando se realiza un desmontaje completo del conjunto.
Totalmente reciclable	Permite la recuperación del material y por tanto un diseño más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

## Caucho EPDM:

Propiedades	Justificación
Elasticidad	Se utiliza en las juntas que puedan estirarse para alojarse alrededor de las ranuras efectuadas en los ejes a tal efecto y adaptarse al alojamiento efectuado donde van roscados estos ejes.
Estanqueidad	Evita que se produzcan escapes de pintura y goteos sobre la superficie que se está recubriendo. Además, evitan el escape de aire y pérdidas de presión en la válvula, lo que posteriormente haría que la velocidad en la punta del aerógrafo no fuera la adecuada y que se generaran fallos en la absorción y atomización de la pintura.
Elevada resistencia química	Aporta larga duración frente a disolventes polares y agua caliente y compatibilidad con fluidos de limpieza, lo que aumenta su durabilidad y evita que se deteriore con el paso del tiempo y con el contacto con los materiales utilizados en el conjunto durante su uso y limpieza.

Teflón, PTFE:

Propiedades	Justificación
Gran resistencia a los agentes químicos	Se utiliza en una pieza crítica para el funcionamiento que es la <i>arandela de empaque</i> . Esta pieza evita que la pintura se filtre por el interior del cuerpo del aerógrafo hacia el mecanismo de la palanca y la válvula de aire. Puesto que permanece en contacto directo con pinturas y disolventes, sin una gran resistencia a los químicos se degradaría y se producirían fugas.
Bajo coeficiente de fricción	La arandela de empaque es la pieza que centra la aguja en su posición y como la aguja se mueve mientras la arandela de empaque permanece estática se produce mucha fricción entre las dos piezas. Gracias a esta propiedad se disminuye la fricción entre las dos piezas, se disminuye enormemente el desgaste que se produce en ellas y alarga la vida útil de las mismas.
Capacidad de mecanizado	Indispensable para conseguir las reducidas tolerancias y el ajuste necesario entre la aguja y la arandela.

Polietileno de alta densidad, PEAD:

Propiedades	Justificación
Alta resistencia a los agentes químicos	Se utiliza en la fabricación del mango ergonómico. Propiedad necesaria porque durante el manejo del dispositivo es probable que esté en contacto con las pinturas y disolventes.
Elevada resistencia a impactos	Evita que se dañe durante su manejo.
Moldeable	El moldeo por inyección permite agilizar la producción.
Totalmente reciclable	Recuperación tras su vida útil.
Diversos tipos de acabado	Se pueden añadir aditivos durante el moldeo para conseguir el aspecto deseado y mejorar la estética del mango.
Bajo coste	Conlleva menores costes de producción y abaratar el precio final de venta al público.

La mayor parte de las piezas de las que está compuesto el aerógrafo se van a fabricar en las propias instalaciones de la empresa, pero debido a que en el conjunto se encuentran algunos componentes normalizados que se encuentran en el mercado y que producen otras empresas, hay componentes que adquirirán a otras empresas.

Se adquirirán a otras empresas las juntas tóricas, los resortes y el tornillo de fijación del tope de la camisa de ajuste, ya que supone una inversión en maquinaria y personal que no hace rentable la producción en las instalaciones de la empresa de estos componentes.

## 3.2. Proceso de fabricación

Para la fabricación de las diferentes partes de nuestro conjunto se utiliza una instalación industrial dividida en ocho zonas a través de las cuales van pasando las piezas para adquirir su forma final. Cada zona cuenta con el personal y la maquinaria necesaria para la transformación de las materias primas. Las zonas de las que está dividido el taller se muestran en la Fig. 3.1.

### 3.2.1. Corte

En esta sección se cortan las barras de diferentes diámetros de material a las longitudes necesarias para su posterior mecanizado y transformación a las medidas y geometrías indicadas en los planos. Esta sección consta de una sierra de cinta Masko BZH, una sierra semiautomática con grandes poleas de arrastre y velocidad variable de 20 a 90 m/min (Anexo II). La anchura de la hoja es de 27 mm lo que nos permite cortar varias barras a la vez, dependiendo del diámetro de la barra a cortar, con lo que se agiliza el proceso.

El tiempo empleado para cortar todas las barras necesarias para fabricar un conjunto es de 1,4 minutos aproximadamente (Tab. 3.1) con lo que el tiempo empleado para cortar todas las barras necesarias en un día sería de 2 horas y 16,8 minutos, que sería el tiempo en que un operario estaría en esta sección, este operario estará compartido con otras secciones como muestra la tabla 3.6.

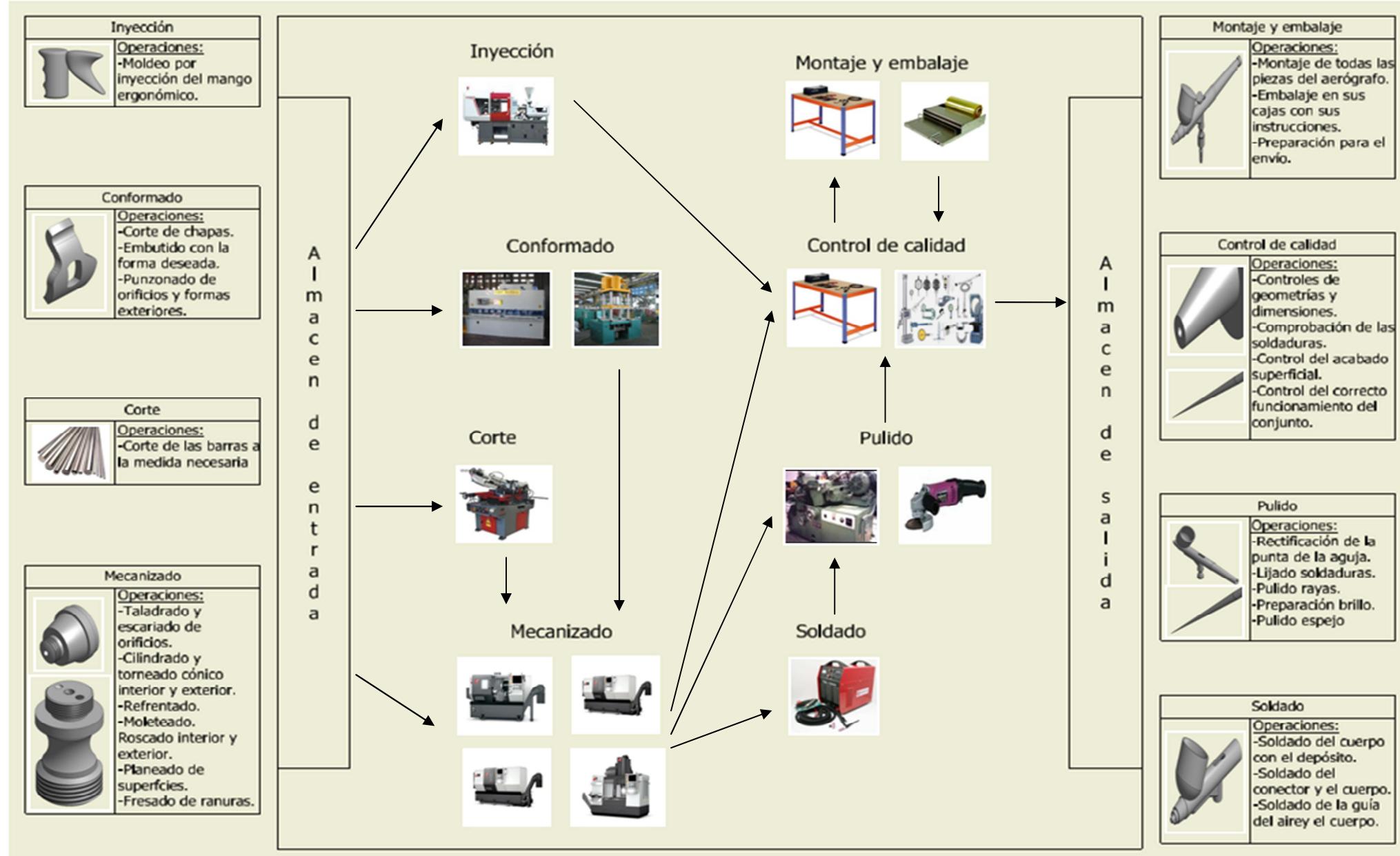


Figura 3.1. Distribución en planta de las secciones, maquinaria, operaciones y piezas.

SIERRA DE CINTA MASKO BZH	
Piezas	t (s)
1- Capuchón de aguja o corona	8,67
3- Boquilla	6,33
5- Aguja	6,15
6- Arandela de empaque	6,67
7- Tuerca de empaque	6,67
9.2- Presionador del émbolo	6,67
9.3- Pasador palanca-presionador	6,15
12- Eje del muelle	7,38
15- Ajustador de la aguja o contratuerca	8,33
23- Émbolo de la válvula	5,00
25- Tornillo de fijación del émbolo de la válvula	7,50
29.3- Guía de la aguja	6,50
<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>82,02</b>
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>1,37</b>

Tabla 3.1. Tiempos por máquina en la sección de corte.

### 3.2.2. Conformado

En esta sección se obtienen las preformas, sobre las que luego se mecanizará, del depósito, se embute para conseguir la cavidad para la pintura, y la guía del aire, se embute para conseguir la forma descrita en los planos para el paso del aire. También se le da la forma final al oscilador en esta sección, punzonando el orificio para el paso de la aguja y la forma exterior y curvándolo después para conseguir la geometría deseada.

En esta sección se encuentra una cizalla hidráulica QC 12Y automática con soportes para chapas de 1m de largo, empleada para el corte de las chapas para su posterior conformado, y una prensa Hellen Y32-100 con una presión nominal de 2000 kN y una fuerza de trabajo máxima de 25 MPa, empleada para las embuticiones y los punzonados. El tiempo empleado para cortar las chapas en la cizalla para un conjunto es de 0,25 minutos y para prensarlas en la prensa es de 0,3 minutos (Tab. 3.2). El tiempo necesario para los 100 conjuntos diarios sería de 0,42 horas en la cizalla y 0,5 horas en la prensa. El mismo empleado que se encarga de la sierra se puede encargar también de estas dos máquinas ya que el tiempo empleado por cada una de ellas es mucho menor a la jornada laboral.

CIZALLA HIDRÁULICA		PRENSA HELLEN Y32-100	
Piezas	t (s)	Piezas	t (s)
10- Oscilador	5	10- Oscilador	6
29.2- Depósito	5	29.2- Depósito	6
29.4- Guía del aire	5	29.4- Guía del aire	6
<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>15</b>	<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>18</b>
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>0,25</b>	<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>0,30</b>

Tabla 3.2. Tiempos por máquina en la sección de conformado.

### 3.2.3. Mecanizado

Esta sección es la que más máquinas y empleados necesita ya que la mayor parte de las piezas que componen el aerógrafo necesitan un mecanizado para conseguir las dimensiones y geometrías diseñadas. El detalle de las operaciones y los tiempos que se llevan a cabo en esta sección se detallan en el anexo III.

Esta sección consta de un torno CNC ST-10 con una velocidad de rotación máxima del husillo de 6.000 rpm y una torreta de herramientas que consta de 12 estaciones. En esta máquina se mecanizan las piezas de revolución con diámetros menores de 9 mm que son: capuchón de aguja o corona, aguja, arandela de empaque, pasador palanca-presionador, ajustador de la aguja, émbolo de la válvula y guía de la aguja. Las operaciones básicas que se llevan a cabo sobre estas piezas con este torno son las de taladrado y escariado de orificios, cilindrado y torneado cónico tanto interior como exterior, refrentado, moleteado y roscado interior y exterior. Se utiliza este torno con piezas de pequeños diámetros ya que tiene una velocidad de rotación mayor que los otros lo que nos permite obtener unas velocidades de corte mayores con piezas de diámetros tan pequeños.

En esta sección también se encuentra un torno CNC DS-30 de doble husillo con una velocidad de rotación de 4.000 rpm en los dos husillos y una torreta combinada de 12 estaciones. En esta máquina se mecanizan las piezas de revolución con diámetros mayores de 9 mm que son: cuerpo de la boquilla, tapa del depósito, camisa de ajuste de la aguja, mango, tornillo de ajuste de la aguja, tuerca del rácor de conexión y rácor de conexión. Ya que todos los diámetros de estas piezas son mayores de 9 mm esta máquina se equipa con un alimentador de barras HAAS accionado por un servomotor, con una capacidad para 30 barras de 1" y diámetros admisibles desde 9mm hasta 79mm.

Las operaciones básicas que se llevan a cabo sobre estas piezas con este torno son las de taladrado y escariado de orificios, cilindrado y torneado cónico tanto interior como exterior, refrentado, moleteado, roscado interior y exterior y tronzado de las barras a la medida necesaria. Se utiliza éste torno para barras de diámetros superiores a 9mm ya que tiene menor velocidad de giro y porque el alimentador de barras solo permite diámetros superiores a 9mm.

El último torno de esta sección es un torno CNC DS-30Y de doble husillo y con accionamiento del eje Y, lo que le permite realizar más operaciones que las que normalmente se realizan con un torno. Su velocidad de rotación es de 4.000 rpm en los dos husillos y dispone de una torreta combinada de 12 estaciones. En esta máquina se mecanizan las piezas con un diámetro mayor a 9mm que necesitan operaciones de fresado y torneado que son: palanca de acción, tope de la camisa de ajuste, cuerpo de la válvula, cuerpo del aerógrafo y conector del aerógrafo con la válvula de aire. Esta máquina también está equipada con un alimentador de barras HAAS. Las operaciones que se llevan a cabo sobre estas piezas son las mismas que en el torno CNC DS-30 y además operaciones que requieren el uso del eje Y como son el planeado de los laterales de la palanca, el fresado de ranuras en el cuerpo del aerógrafo entre otros y el taladrado de orificios que perpendiculares al eje de revolución de la pieza. Se utiliza este torno para piezas mayores de 9mm por la velocidad de giro y por el alimentador de barras.

Por último se encuentra en esta sección un centro de mecanizado VF-1 con una velocidad de giro de 8.100 rpm y un cambiador de herramientas automático de 20 estaciones tipo carrusel. En esta máquina se mecanizan las piezas con un diámetro menor a 9mm que necesitan operaciones de fresado y torneado o que solo necesitan operaciones de fresado, que son: boquilla, tuerca de empaque, presionador del émbolo, eje del muelle, tornillo de fijación del émbolo de la válvula, depósito y guía del aire. Las operaciones que se llevan a cabo en esta máquina son las mismas que en el torno ST-10 y además operaciones de fresado como el planeado de los laterales de la boquilla, el fresado de la tuerca de empaque, el eje del muelle o el depósito, y la obtención de formas cilíndricas en la guía del aire para que se acople bien.

El tiempo empleado para mecanizar todas las piezas para un conjunto son de 5,41 minutos en el ST-10, 9,56 minutos en el DS-30, 9,29 minutos en el DS-30Y y 6,28 minutos en el VF-1 (Tab. 3.3). Como la máquina que más tiempo necesita del taller

---

para realizar sus operaciones es el torno DS-30 es el que nos marca la cantidad de conjuntos que se fabrican al día que son 100. Por lo que el tiempo necesario al día por cada máquina es de 9 horas y 1,2 minutos en el ST-10, 15 horas y 55,8 minutos en el DS-30, 15 horas y 29,4 minutos en el DS-30Y y 10 horas y 28,2 minutos en el VF-1. Para esta sección son necesarios 1 operario para el torno DS-30 y otro para DS-30Y, y para el ST-10 y el VF-1 serían necesarios un operario en esta sección y el operario encargado del corte y conformado cuando termine con esas tareas.

TORNO CNC ST-10		TORNO CNC DS-30	
Velocidad máxima (rpm)	6000	Velocidad máxima (rpm)	4000
Piezas	t (s)	Piezas	t (s)
1- Capuchón de aguja o corona	53,76	2- Cuerpo boquilla	65,53
5- Aguja	47,34	8- Tapa depósito	81,02
6- Arandela de empaque	29,50	14- Camisa de ajuste de la aguja	75,49
9.3- Pasador palanca-presionador	23,56	16- Mango	139,15
15- Ajustador de la aguja o contratuerca	56,77	17- Tornillo de ajuste de la aguja	110,80
23- Émbolo de la válvula	55,71	26- Tuerca del racor de conexión	51,38
29.3- Guía de la aguja	58,22	28- Racor de conexión	50,25
<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>324,87</b>	<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>573,61</b>
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>5,41</b>	<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>9,56</b>

TORNO CNC DS-30 Y		CENTRO DE MECANIZADO VF-1	
Velocidad máxima (rpm)	4000	Velocidad máxima (rpm)	8100
Piezas	t (s)	Piezas	t (s)
9.1- Palanca de acción	95,17	3- Boquilla	68,78
11- Tope de la camisa de ajuste	54,51	7- Tuerca de empaque	54,46
21- Cuerpo de la válvula	120,60	9.2- Presionador del émbolo	40,10
29.1- Cuerpo del aerógrafo	205,71	12- Eje del muelle	84,65
29.5- Conector aerógrafo válvula de aire	81,58	25- Tornillo de fijación del émbolo de la válvula	49,49
<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>557,57</b>	29.2- Depósito	52,24
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>9,29</b>	29.4- Guía del aire	27,32
		<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>377,04</b>
		<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>6,28</b>

Tabla 3.3. Tiempos por máquina en la sección de mecanizado.

### 3.2.4. Inyección de plásticos

En esta sección se obtiene el mango ergonómico diseñado para el aerógrafo. Se fabrica mediante moldeo por inyección de termoplástico HDPE o polietileno de alta densidad en un molde con la forma y geometrías diseñadas. Esta sección está formada por una máquina inyectora bole 120EK con capacidad para 120 toneladas, con un ratio de inyección de 106-166 cm<sup>3</sup> y un peso de inyección de 190-295 g. Esta máquina posee un molde con la forma del mango.

El tiempo empleado para la inyección de un mango es de 20 segundos, entre colocación, inyección y expulsión de la pieza, por lo que el tiempo empleado para los 100 mangos es de 0,56 horas con lo que el operario que se encargue del centro de mecanizado puede encargarse también de esta máquina.

### 3.2.5. Soldado

En esta sección se sueldan las diferentes partes que componen el cuerpo del aerógrafo. Primero se suelda en la parte superior del cuerpo del aerógrafo el depósito, con cuidado de que coincidan las ranuras para la pintura, a continuación se suelda el conector del cuerpo con la válvula de aire en la parte inferior del cuerpo del aerógrafo, y por último se suelda la guía del aire en la parte inferior del cuerpo del aerógrafo encajando con éste y con el conector del cuerpo con la válvula.

En esta sección se dispone de un equipo de soldadura TIG DC 400-s de alta frecuencia de hasta 100 kHz, con control digital del arco y microprocesador digital que gestiona los procesos de soldadura y la interfaz de usuario. El tiempo empleado para el soldado de un conjunto es de 1,83 minutos (Tab. 3.4) entre la colocación y el soldado de las diferentes piezas, por lo que el tiempo diario necesario para los 100 conjuntos es de 3 horas y 3,6 minutos. Será necesario un soldador en esta sección al día, ya que es un trabajo especializado.

SOLDADORA TIG	
Operaciones	t (s)
- Unión cuerpo del aerógrafo con el depósito.	30
- Unión cuerpo del aerógrafo con la guía del aire.	50
- Unión cuerpo del aerógrafo con el conector.	30
<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>110</b>
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>1,83</b>

Tabla 3.4. Tiempos por máquina en la sección de soldado.

### 3.2.6. Pulido

En esta sección se llevan a cabo 2 tareas bien diferenciadas, por un lado el rectificado de la punta de la aguja para conseguir la conicidad y la punta necesarias para el correcto funcionamiento del dispositivo y por otro lado el proporcionar el acabado superficial espejo de las piezas que se encuentran a la vista del usuario.

La sección la componen dos tipos de máquinas, la rectificadora centerless MALCUS AR48 con cabezal inclinable y motor de 35 CV, para la rectificación de la punta de la aguja, y 4 amoladoras VARILEX WSF 1600 cada una con diferentes discos para conseguir los acabados progresivos hasta llegar al efecto espejo en las piezas visibles.

Los tiempos empleados para conseguir un conjunto son de 30 segundos para la rectificadora y 14,75 minutos para las amoladoras (Tab. 3.5), por lo que el tiempo total necesario para conseguir los 100 conjuntos es de 25 horas y 24,6 minutos para las dos máquinas. En esta sección serán necesarios 2 trabajadores por turno, uno encargado de la rectificación y las tareas previas al pulido espejo y otro para el pulido espejo ya que es la tarea que más tiempo consume en su ejecución.

AMOLADORA ANGULAR	
Operaciones	t (s)
- Lijado de cordones de soldadura.	45
- Afinado de rayas.	160
- Eliminación de últimas rayas y preparación para brillo.	200
- Pulido espejo.	480
<b>Tiempo total (segundos)</b>	<b>885,00</b>
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>14,75</b>

Tabla 3.5. Tiempos por máquina en la sección de pulido.

### 3.2.7. Control de calidad

En esta sección se llevan a cabo los diversos controles para garantizar la calidad del producto, que todas las piezas funcionen correctamente y que el acabado sea el deseado.

Esta sección consta de bancos de trabajo con diversos instrumentos de medida, patrones de control y la luz adecuada para que el trabajador pueda desempeñar su función correctamente.

En esta sección se empleará un operario al día para que revise los conjuntos fabricados y ya montados del día anterior y las piezas fabricadas el mismo día y apruebe los lotes.

### 3.2.8. Montaje y embalaje

En esta sección se montan todas las piezas del conjunto en su posición para completar el aerógrafo y se preparan y embalan para su distribución a proveedores y particulares. Esta sección está formada por mesas de trabajo y el material necesario para el montaje, limpieza y embalaje del conjunto.

El tiempo estimado de montaje y embalaje de cada conjunto es de unos 16 minutos por lo que para conseguir los 100 conjuntos diarios se emplearán 26 horas y 40,2 minutos. Serán necesarios 2 trabajadores por turno para poder montar y embalar los 100 conjuntos que se producen cada día.

El tiempo empleado al día por cada máquina de cada sección, el número de operarios necesarios y el tiempo que de cada uno de los operarios queda resumido en la tabla 3.6.

SECCIONES	MÁQUINAS	TIEMPO (horas/día)	OPERARIO S/DÍA	HORAS OPERARIO/DIA
Corte	Sierra de cinta Masko BZH	2,28	2	6,11
Conformado	Cizalla hidráulica QC 12Y	0,42		
	Prensa Hellen Y 32-100	0,50		
Mecanizado	Torno ST-10	9,02	4	7,86
	Torno DS-30	15,93		
	Torno DS-30Y	15,49		
	Centro de mecanizado VF-1	10,47	2	5,51
Inyección	Inyectora bole 120EK	0,56		
Soldado	Equipo TIG DC 400-S	3,06	1	3,06
Pulido	Rectificadora centerless MALCUS AR48	0,83	4	6,35
	Amoladoras VARILEX WSF 1600	24,58		
Control de calidad	Mesas e instrumentos de control	7,5	1	7,5
Montaje	Mesas de montaje	26,67	4	6,67
		<b>Total</b>	<b>18</b>	

Tabla 3.6. Resumen tiempo por máquina y distribución de operarios.

La distribución de los operarios que se muestra pretende hacer un aprovechamiento eficaz de los recursos. En los siguientes gráficos se muestra de forma comparativa la distribución de tiempos de trabajo en cada máquina (Fig. 3.2) y de tiempos de trabajo de los operarios en diferentes secciones de la instalación industrial (Fig. 3.3).

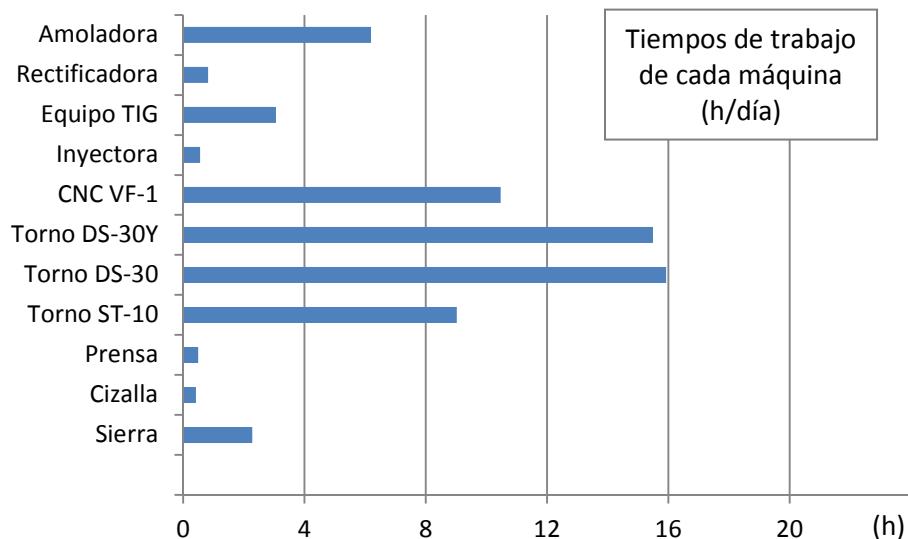


Fig. 3.2. Distribución de tiempos de trabajo en máquinas.

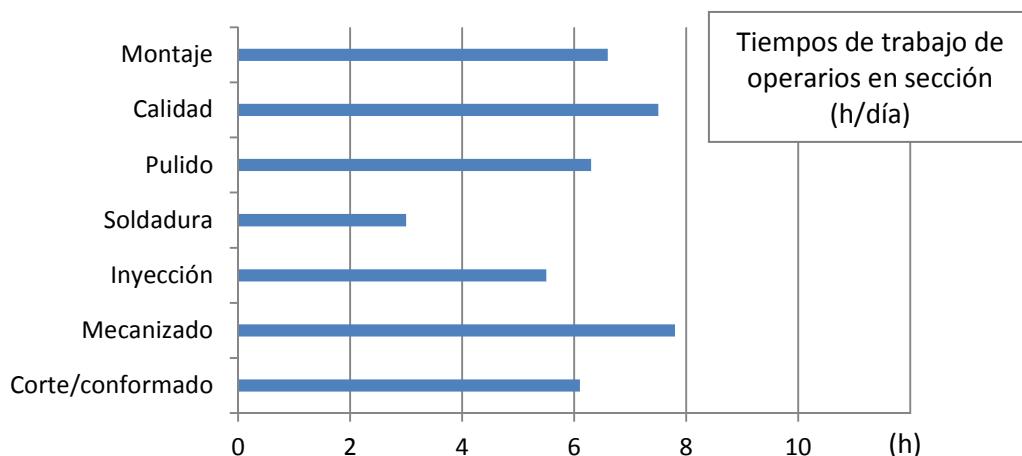


Fig. 3.3. Distribución de tiempos de los operarios en cada sección.

Destacar la elevada contribución de los procesos de mecanizado en el tiempo total de fabricación del conjunto.

### 3.3. Selección de acabado superficial

Los acabados superficiales más utilizados en el acero inoxidable son el cromado o el niquelado y el pulido con diferentes acabados. En nuestro caso se ha optado por un pulido con efecto espejo. El cromado y el niquelado depositan una pequeña capa sobre la superficie que se desea recubrir proporcionando protección y un acabado espejo que resulta muy atractivo para el usuario, pero ambos métodos presentan un gran problema en el aspecto medio ambiental. Estos procesos tienen un gran impacto sobre el medio ambiente ya que para tanto para la obtención de los materiales necesarios para el recubrimiento como para la aplicación del recubrimiento se producen unos vertidos de ácidos y otros compuestos nocivos al medio ambiente, vertidos que son muy perjudiciales y generan una alta carga contaminante. Ya que en nuestro caso se ha utilizado para la fabricación de las piezas un acero inoxidable que es resistente a los químicos que se van a utilizar en nuestro conjunto, no es necesaria la aplicación de una capa protectora, por lo que lo único que se busca es un acabado estético que guste al usuario y que incite al mismo a comprar nuestro conjunto. Por eso se ha elegido un acabado pulido con efecto espejo, porque se consigue el acabado atractivo deseado y se evita la carga contaminante que conllevan los otros procesos. Éste acabado se da a las piezas que se ven sin necesidad de desmontar el conjunto, que son: capuchón de aguja o corona, cuerpo de la boquilla, tapa del depósito, palanca de acción, mango, tornillo de fijación de la aguja, cuerpo de la válvula, cuerpo del aerógrafo ya soldado. El proceso consta de las siguientes etapas:

- Se lija el cordón de soldadura de las partes que componen el cuerpo del aerógrafo: el cuerpo del aerógrafo, el depósito, la guía del aire y el conector del aerógrafo con la válvula del aire. Para este proceso se va a utilizar una amoladora angular especial para acero inoxidable con un disco cerámico.
- Ya para todas las piezas se hace un afinado de rayas con la amoladora angular y un disco aglomerado compacto.
- El último paso de antes del pulido es una eliminación de las últimas rayas y la preparación para el brillo con la amoladora angular y un disco de aglomerado compacto con un grano más fino.
- Por último se le da el pulido espejo con la ayuda de un rodillo expansor y una pasta de pulido hasta conseguir el deseado acabado espejo.

## 4. Bibliografía

### Libros:

“Ingeniería de materiales para industria y construcción”, Jesús Martín Sanjosé, María Antonieta Madre Sediles, José Manuel Franco Gimeno.  
“Manual de ergonomía”, Maphre Editorial.  
“Manufactura y Tecnología” Kalpakjian, Serope.  
“Dibujo Industrial – Normalización”, Manuel Calvo.  
“El ABC de los plásticos” María Laura Cornish Álvarez.

### Catálogos:

Tornillera Aragonesa: Suministrador de elementos comerciales. (Zaragoza)  
Muelles Leysam: Fabricante de muelles y todo tipo de resortes (Zaragoza)  
Goodridge: Fabricante de Racores.  
UNCETA: Almacenista de consumibles para mecanizado.  
Sandvik: Consumibles de mecanizado

### Páginas web:

- <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=64>
- <http://es.scribd.com/doc/53162463/teorico-de-ergonomia-de-la-mano>
- <http://es.slideshare.net/kapoluis/tipos-de-plasticos>
- <http://www.ecointeligencia.com/2013/12/tipos-de-plasticos-habituales-2/>
- [http://www.plasticos-mecanizables.com/plasticos\\_precios\\_kg.html](http://www.plasticos-mecanizables.com/plasticos_precios_kg.html)
- [http://www.plasticosycaucho.com/media/visor\\_flash\\_revista/ficheros/62.pdf](http://www.plasticosycaucho.com/media/visor_flash_revista/ficheros/62.pdf)
- <http://es.slideshare.net/marama08/industria-plastica-y-precios-relativos>
- [http://www.discosabrasivos.net/pulido\\_abrillantado.htm](http://www.discosabrasivos.net/pulido_abrillantado.htm)
- <http://www.icis.com/about/free-trial-002c/?mode=icispricing&intcmp=sample-chem-toprightbutton-pricing&channel=chemicals&commodity=chemical>
- <http://www.inalcoa.net/catalogo/plasticos-2/plasticos-polietileno-uhmw/>
- <http://www.mecaplast.es/placas-barras.html>
- [http://www.euro-inox.org/pdf/build/Finishes02\\_SP.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/build/Finishes02_SP.pdf)
- <http://www.goodfellow.com>
- <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5703/1/PFC%20DEFINITIU%20Eul%C3%A0lia%20Nogu%C3%A9s.pdf>

- <http://www.rmmcias.com/compania/el-latón>
- <http://www.sumitesa.com/consejo5.htm>
- <http://www.rotoflex-Itda.com/files/proceso%20de%20pulido%20en%20acero%20inoxidable.pdf>
- [http://www.protolabs.es/injection-molding/?ls=AWEISINJMOLD&utm\\_medium=cpc&utm\\_source=google&utm\\_campaign=es\\_inj\\_mold&gclid=COBq5b2zgsICFS0EwwodS5oA9w](http://www.protolabs.es/injection-molding/?ls=AWEISINJMOLD&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=es_inj_mold&gclid=COBq5b2zgsICFS0EwwodS5oA9w)
- <http://www.efsplasticos.cl/pag/materiales-para-inyeccion-y-extrusion.php>
- <http://es.wikipedia.org>
- [http://www.auxhi.com/istoricas/o\\_ring\\_es.pdf](http://www.auxhi.com/istoricas/o_ring_es.pdf)
- [http://www.tss.trelleborg.com/es/es/industries/foodandpharmaceutical/materials\\_2/epdm/epdm.html](http://www.tss.trelleborg.com/es/es/industries/foodandpharmaceutical/materials_2/epdm/epdm.html)
- [http://www.asifunciona.com/quimica/af\\_teflon/af\\_teflon\\_3.htm](http://www.asifunciona.com/quimica/af_teflon/af_teflon_3.htm)
- <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/polietileno%20de%20alta%20densidad.htm>
- <http://www.donramis.com.mx/lista-de-precios.html>
- <http://int.haascnc.com>
- <http://www.solostocks.com>
- <http://www.machmarket.com>
- <http://www.exapro.es>
- <http://www.bluemaster.es>
- <http://es.scribd.com/doc/98738533/Apuntes-Tiempos-de-Mecanizado-2#scribd>
- <http://www.sandvik.coromant.com>
- <http://www.mitsubishicarbide.com>
- <http://www.metalactual.com/revista/11/maquinariasierras.pdf>
- <http://www.acerosotero.cl>
- <http://www.multimet.net/pdf/clasificacionaceros.pdf>
- <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Diseño de un aerógrafo para trabajos de precisión

- Planos -

Autor

Luis de Fuentes Hergueta

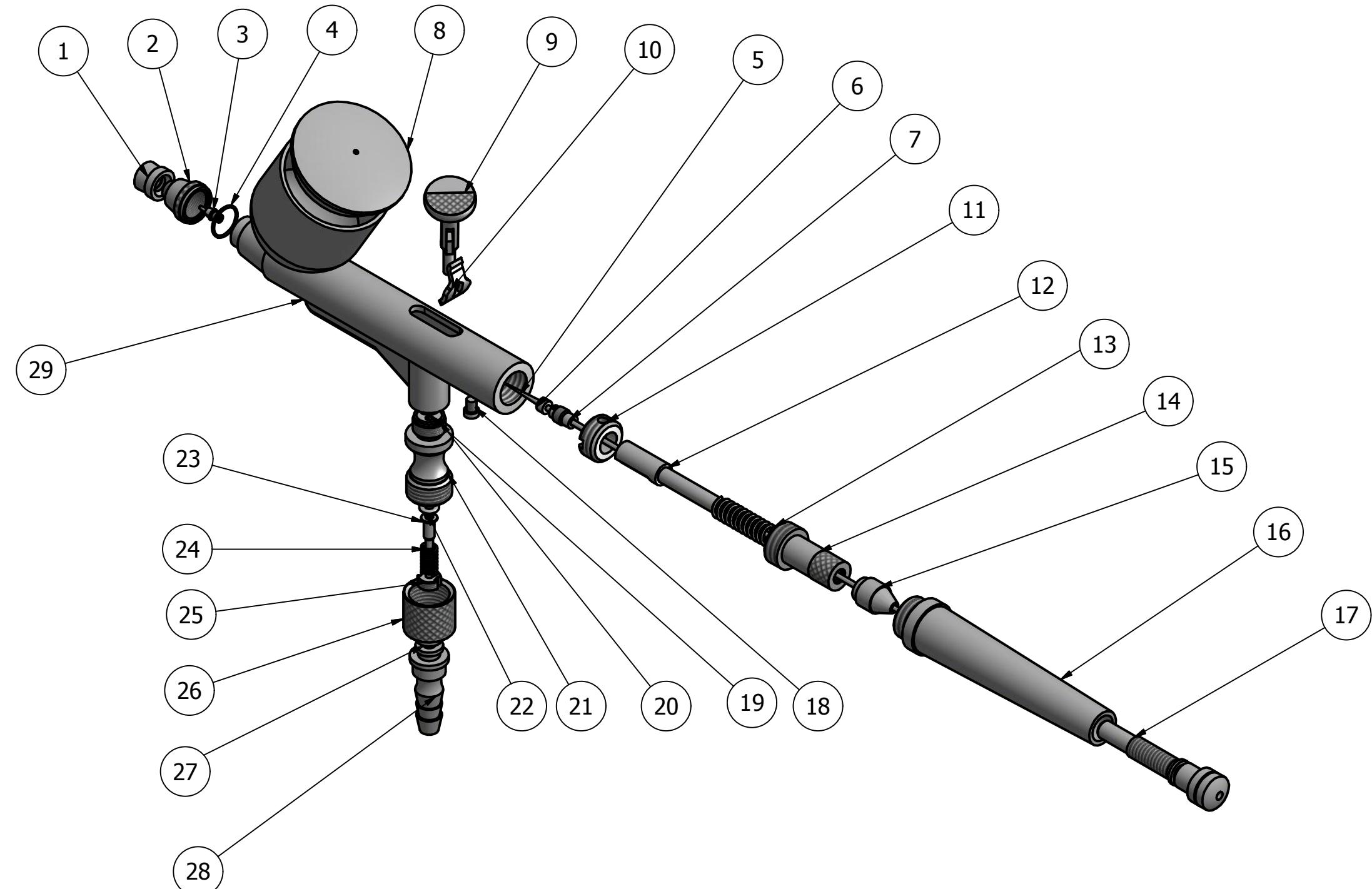
Directores

José Luis Santolaya Sáenz  
Ana Cristina Majarena Bello

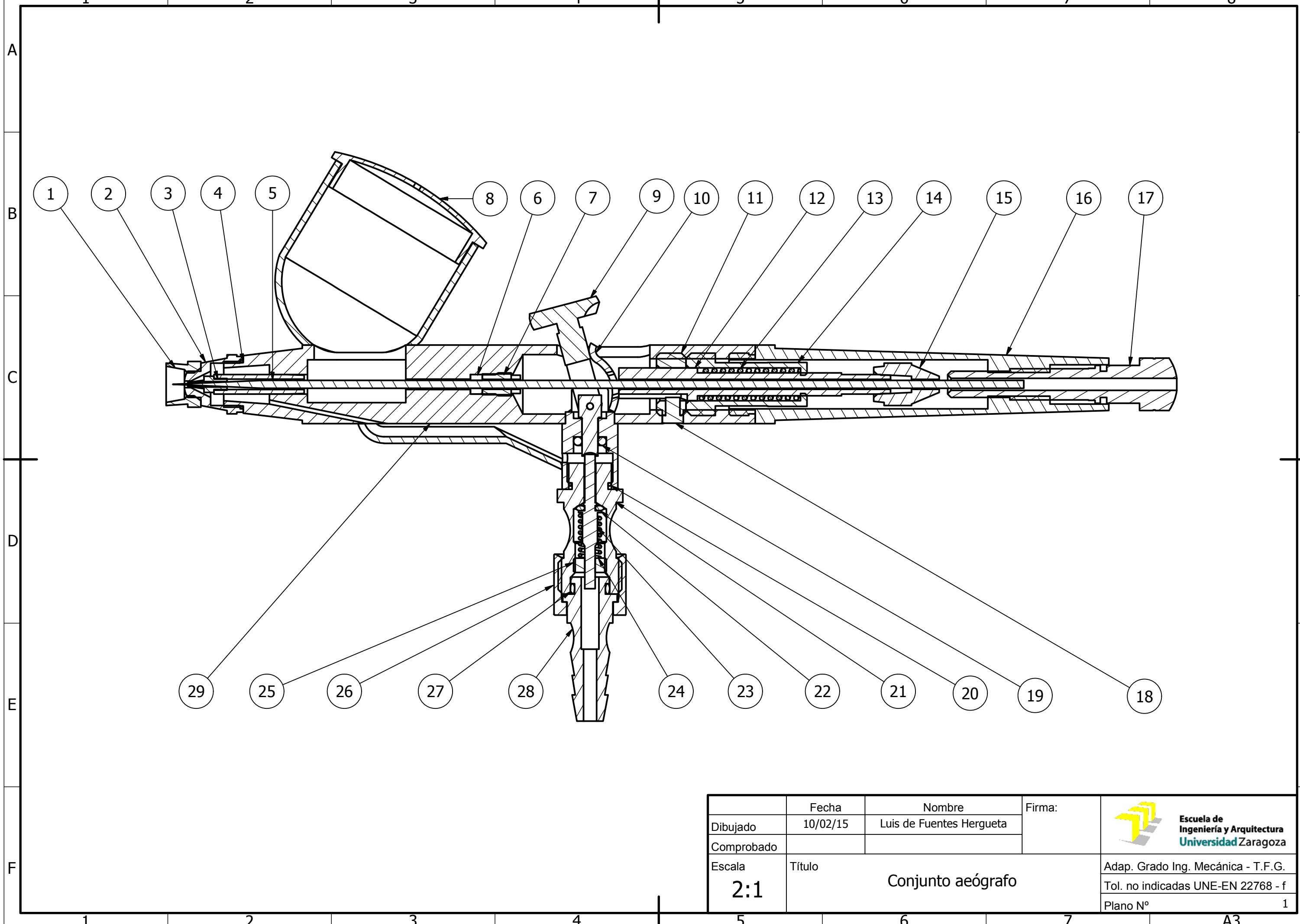
EINA  
2015

## ÍNDICE

0. Conjunto aerógrafo desmontado
1. Conjunto aerógrafo
2. Lista de elementos
3. Capuchón de aguja o corona
4. Cuerpo de la boquilla y boquilla
5. Aguja
6. Arandela y tuerca de empaque
7. Tapa de depósito
8. Subconjunto palanca de acción
9. Palanca de acción
10. Pasador, palanca y presionador
11. Oscilador
12. Tope de la camisa de ajuste
13. Eje del muelle, camisa de la aguja y mango
14. Ajustador de la aguja
15. Tornillo de ajuste de la aguja
16. Cuerpo de la válvula y rácor de conexión
17. Émbolo de la válvula y tornillo de fijación de la válvula
18. Tuerca del rácor de conexión
19. Subconjunto cuerpo del aerógrafo
20. Cuerpo
21. Depósito
22. Guía aguja
23. Guía aire
24. Conector del aerógrafo con la válvula de aire



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
Escala	1:1	Título	Conjunto aerógrafo desmontado	Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N° 0



Dibujado	10/02/15	Nombre	Firma:	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado				
Escala	2:1	Título		
		Conjunto aeógrafo		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G.
				Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f
				Plano N° 1

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

F

F

MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:
Comprobado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Escala	Título	Lista de elementos	Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G.
S/E			Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f
			Plano Nº

1  
1 N6

2

3

4

A

A

B

B

C

C

D

D

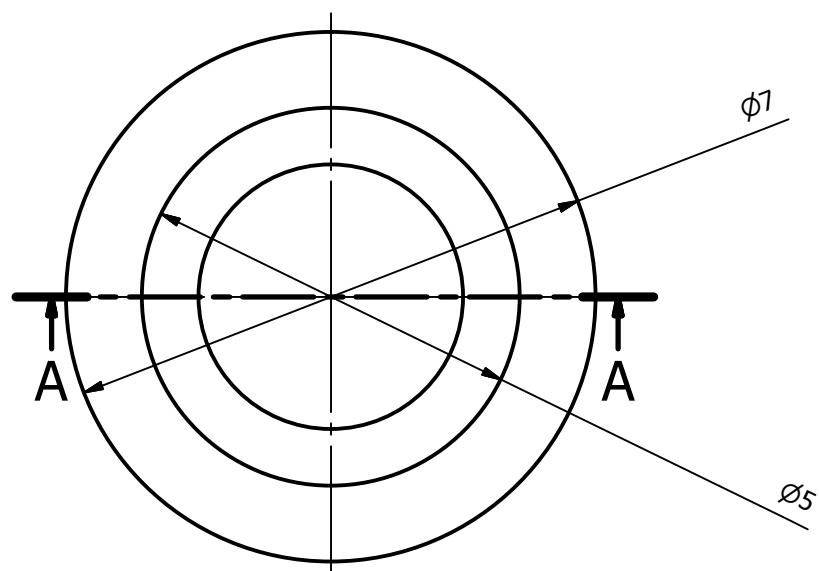
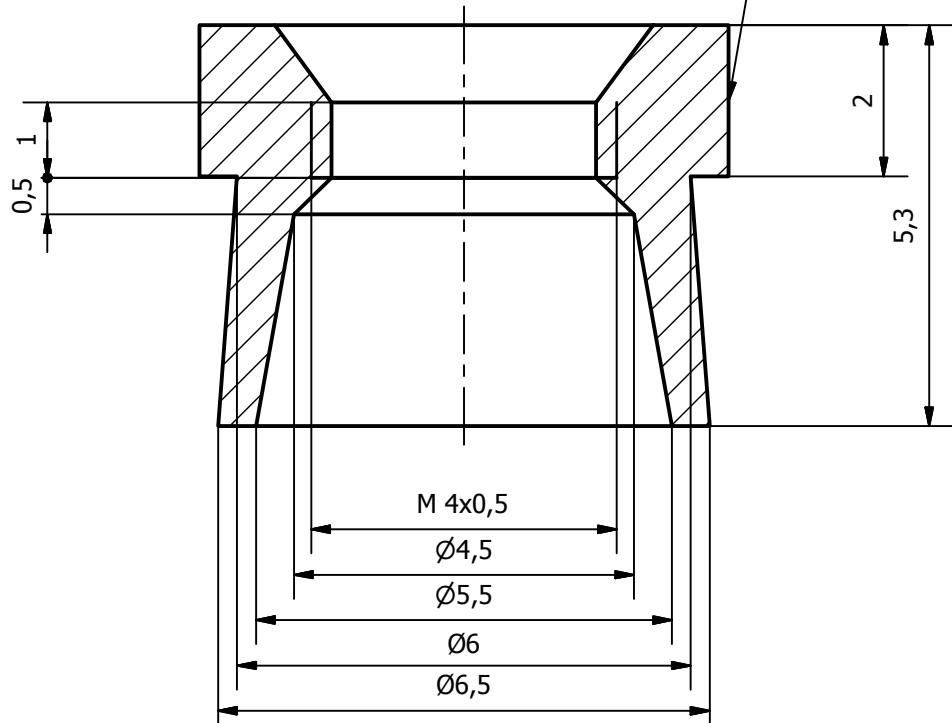
E

E

F

F

A-A ( 10 : 1 )



	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
Escala 10:1	Título Capuchón de aguja		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N° 3	

1

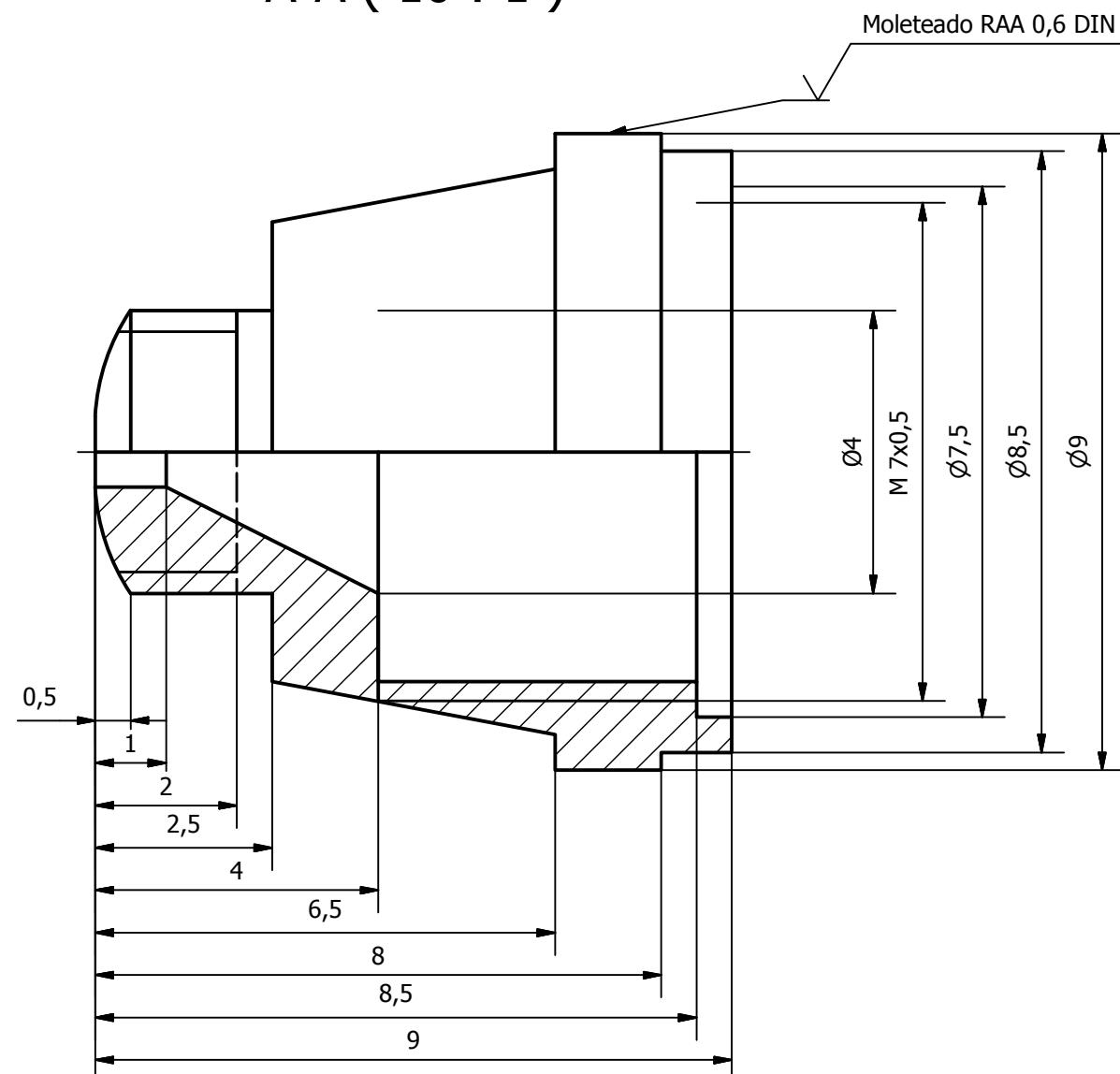
2

3

A4

A-A ( 10 : 1 )

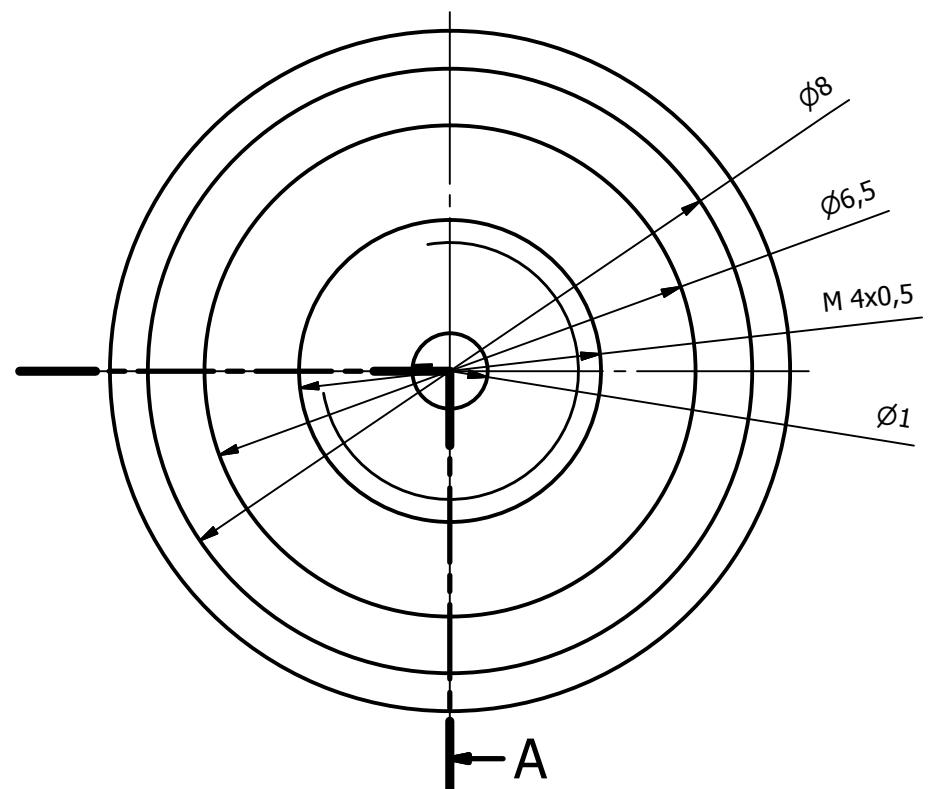
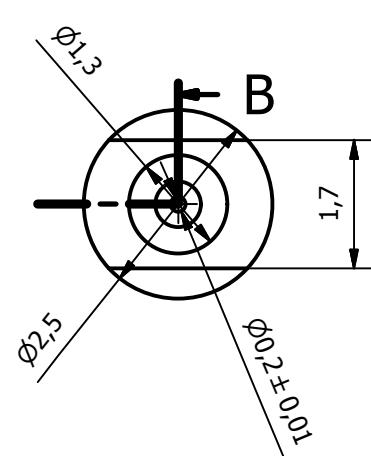
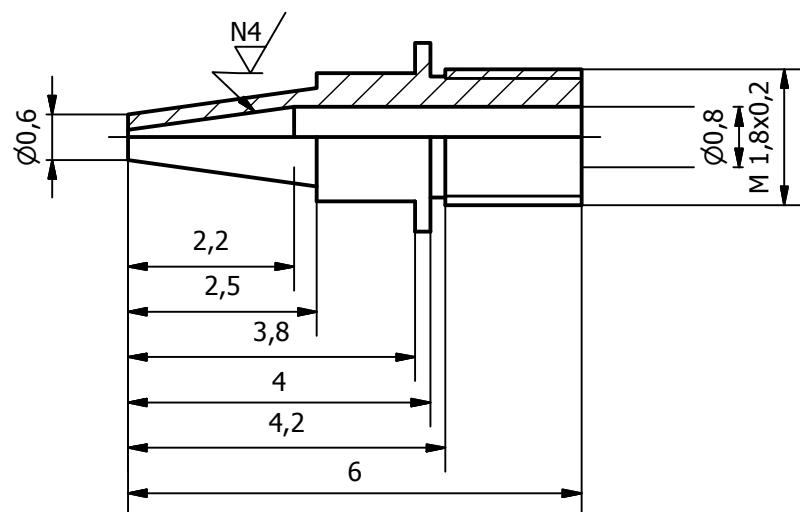
2 N6



Moleteado RAA 0,6 DIN 82

3 N6 ( N4 )

B-B ( 10 : 1 )



MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN		MATERIAL
		Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
Escala	Título		Cuerpo de la boquilla - Boquilla	
10:1				
	Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G.			
	Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f			
	Plano N°		4	

Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

1

2

3

4

A

B

C

D

E

A

B

C

D

E

F

5 N4

5°

130

Ø1,2 h9

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
F Escala 1:1	Título Aguja		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N° 5	

1

2

3

A4

F

1 2 3 4 5 6 7 8

MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN	MATERIAL
7	1	Tuerca de empaque	Latón
6	1	Arandela de empaque	Teflón
		Firma:	
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta	
Comprobado			
Escala	Título		
20:1	Arandela y tuerca de empaque		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G.
			Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f
			Plano Nº
			6

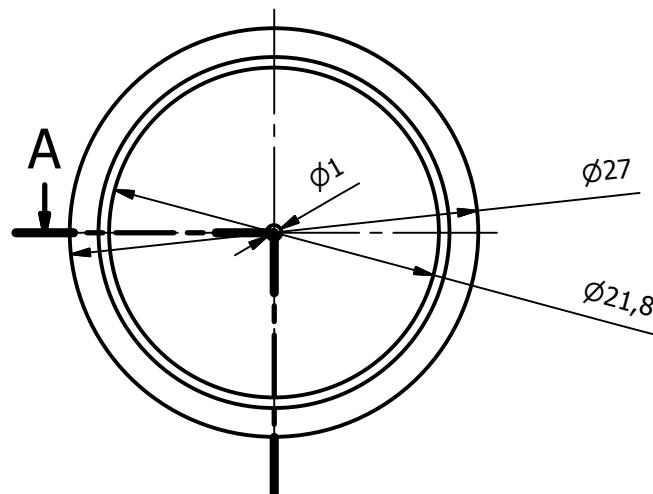
Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

7	1	Tuerca de empaque	Latón
6	1	Arandela de empaque	Teflón
MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha 10/02/15	Nombre Luis de Fuentes Hergueta	Firma:  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado			
Escala 20:1	Título Arandela y tuerca de empaque	Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N°	6

A

8 N6

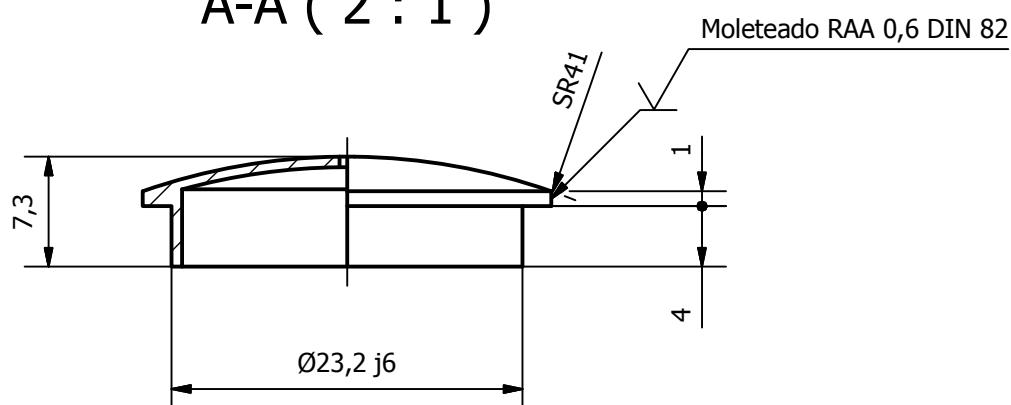
B



C

A-A ( 2 : 1 )

D



E

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
F Escala 2:1	Título Tapa depósito		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N°	7

A

B

C

D

E

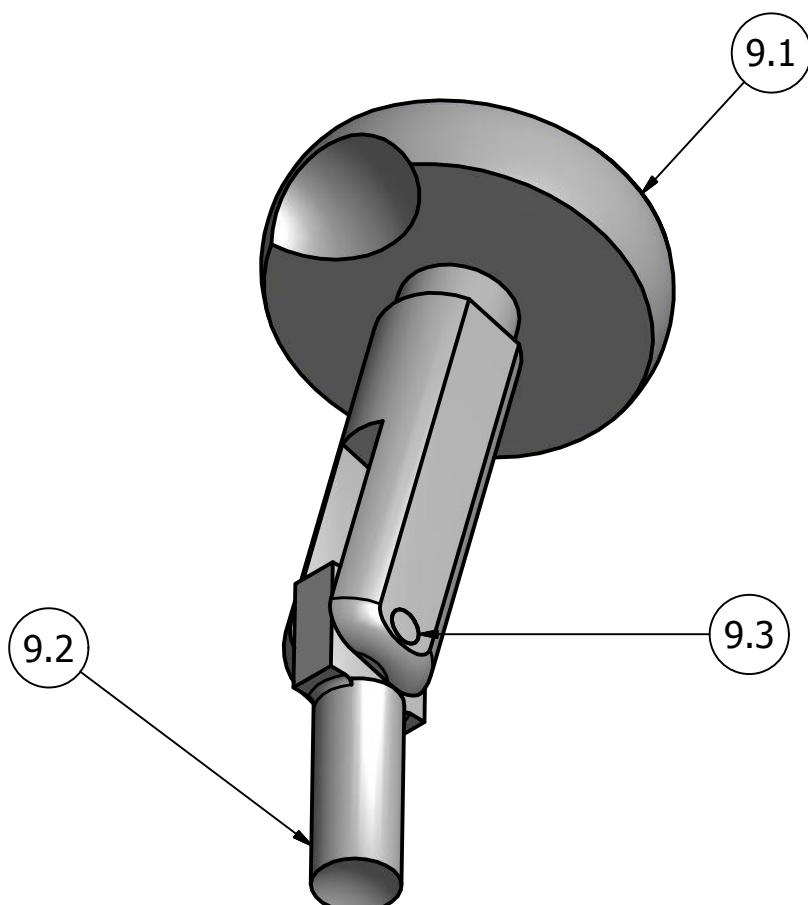
A

B

C

D

E



9.3	1	Pasador palanca-presionador		Latón
9.2	1	Presionador del émbolo		Latón
9.1	1	Palanca de acción		Acero inoxidable
MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN		MATERIAL
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		Luis de Fuentes Hergueta		
Escala <b>5:1</b>	Título	Subconjunto palanca de acción		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G.
				Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f
				Plano Nº 8

1

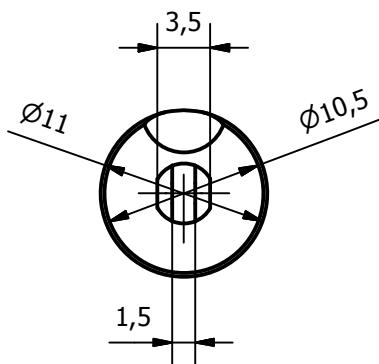
2

3

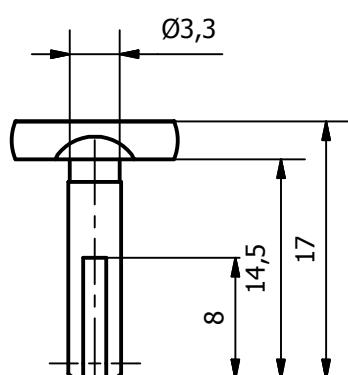
4

A

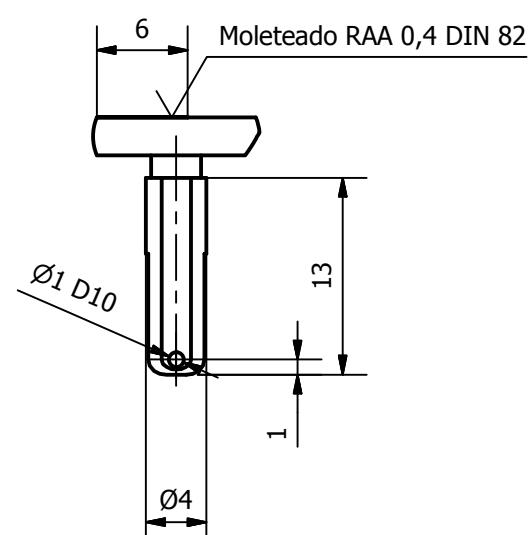
9.1 N6



B



C



D

E

F

A

B

C

D

E

F

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
Escala <b>2:1</b>	Título <b>Palanca de acción</b>		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N°	9

1

2

3

A4

1

2

3

4

A

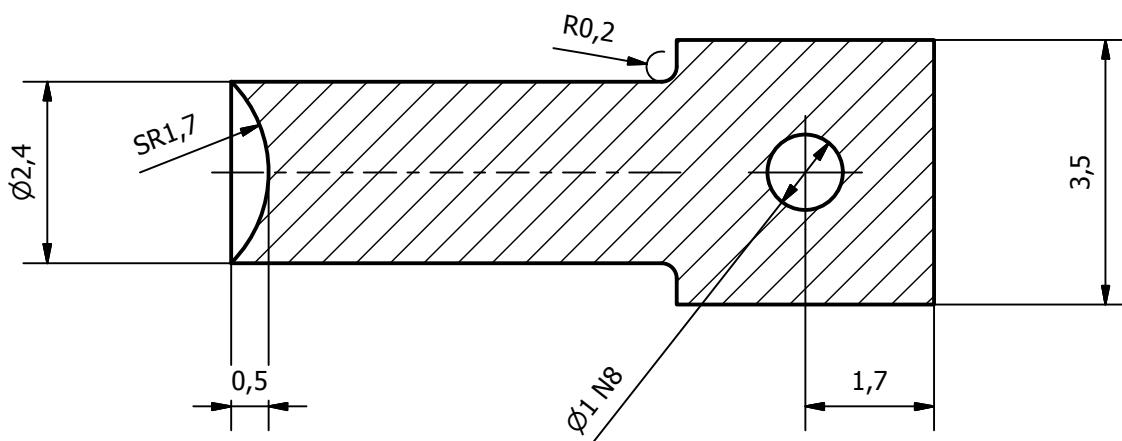
9.2 N6

B

5,9  
9,3

1,4

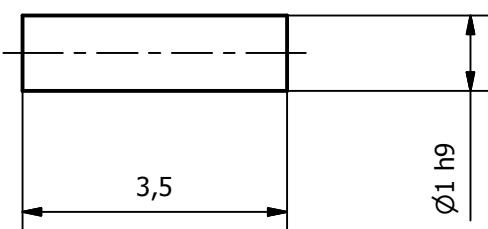
C



D

9.3 N6

E



9.3	1	Pasador palanca-presionador		Latón
9.2	1	Presionador del émbolo		Latón
MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN		MATERIAL
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
F	Escala <b>10:1</b>	Título <b>Pasador palanca-presionador y presionador del émbolo</b>	Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N°	10

1

2

3

A4

1

2

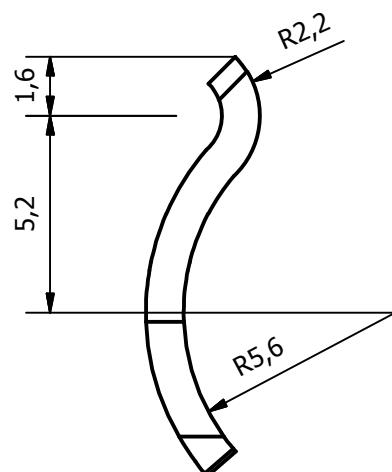
3

4

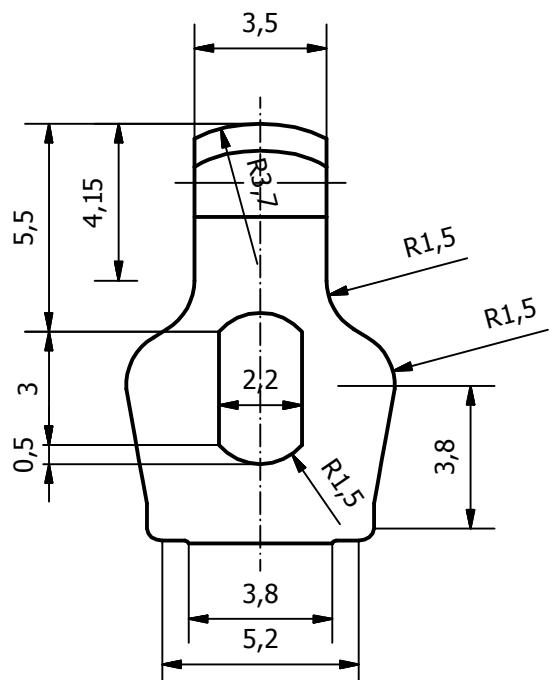
A

10 N6

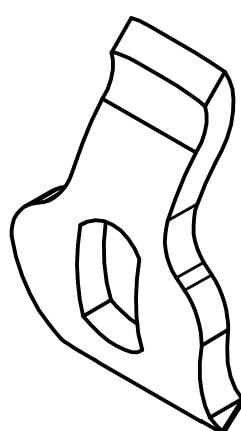
B



C



D



E

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
F Escala 5:1	Título Oscilador		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N° 11	A4

1

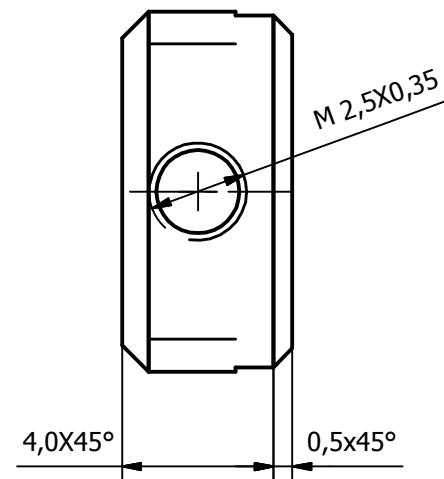
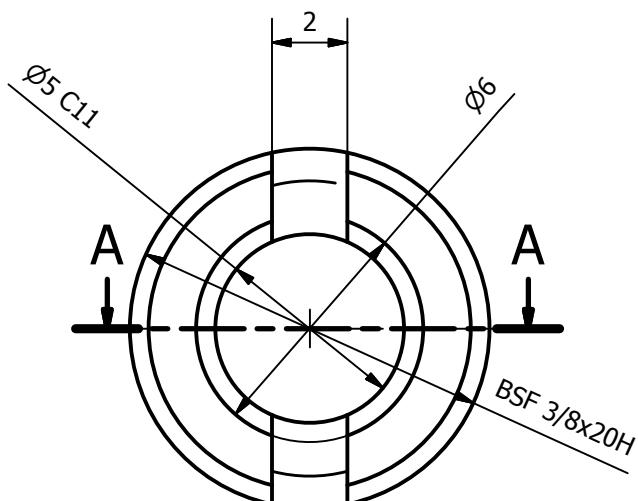
2

3

4

A

11 N6



B

C

D

E

A

B

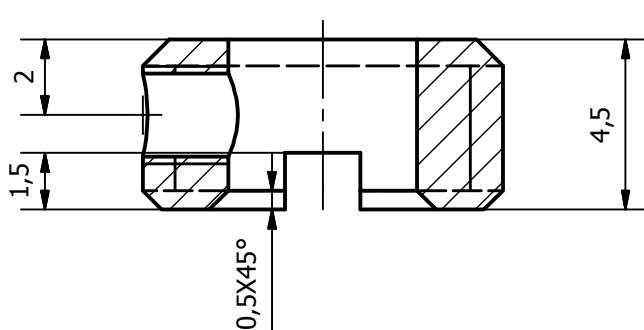
C

D

E

F

A-A ( 5 : 1 )



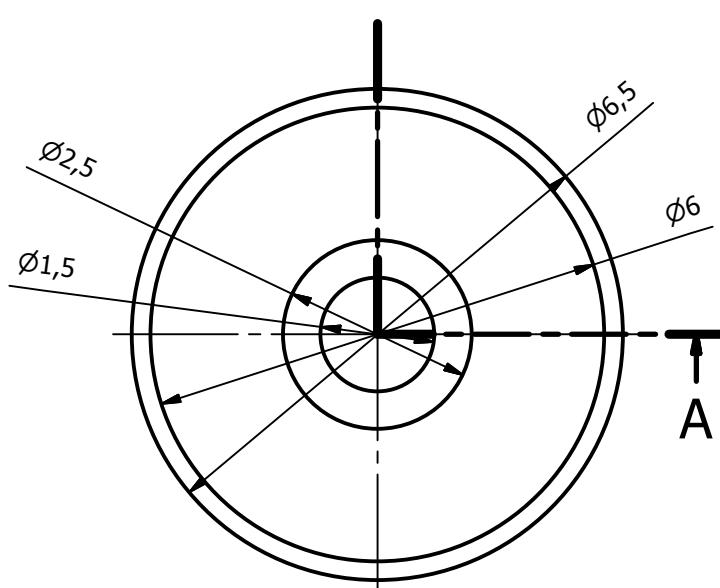
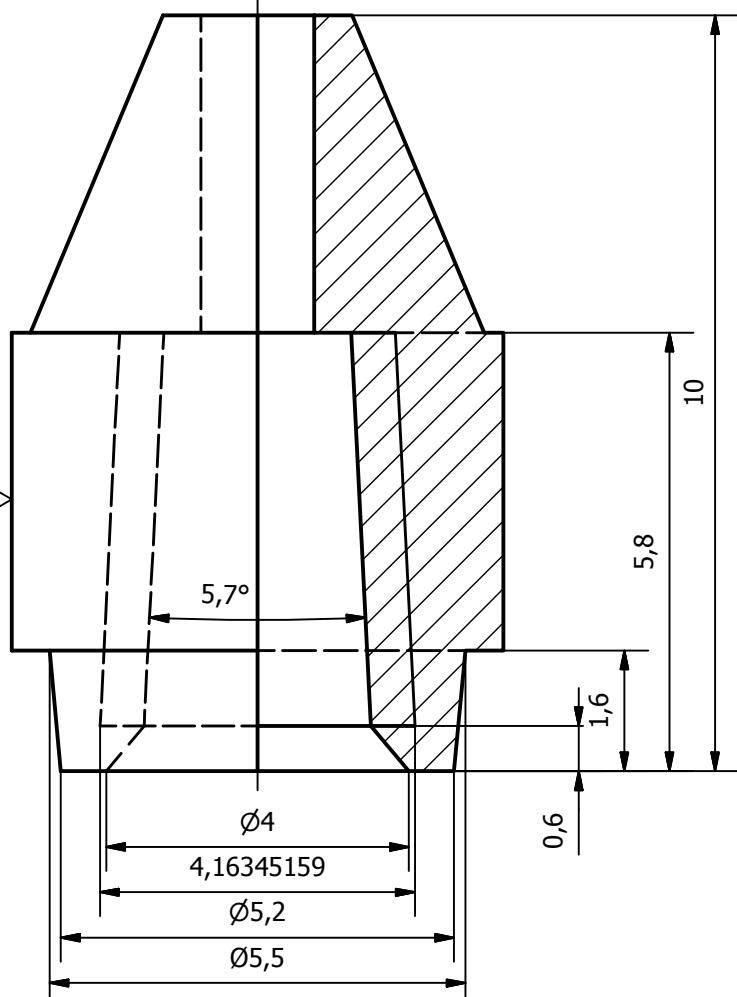
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
F Escala 5:1	Título Tope de la camisa de ajuste		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N°	12 A4



15 N6

A-A ( 10 : 1 )

Moleteado RGE 0,9 DIN 82



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
F Escala 10:1	Título	Ajustador de la aguja o contratuerca	Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N°	14

1

2

3

A4

A  
B  
C  
D  
E  
F

A  
B  
C  
D  
E  
F

17 N6

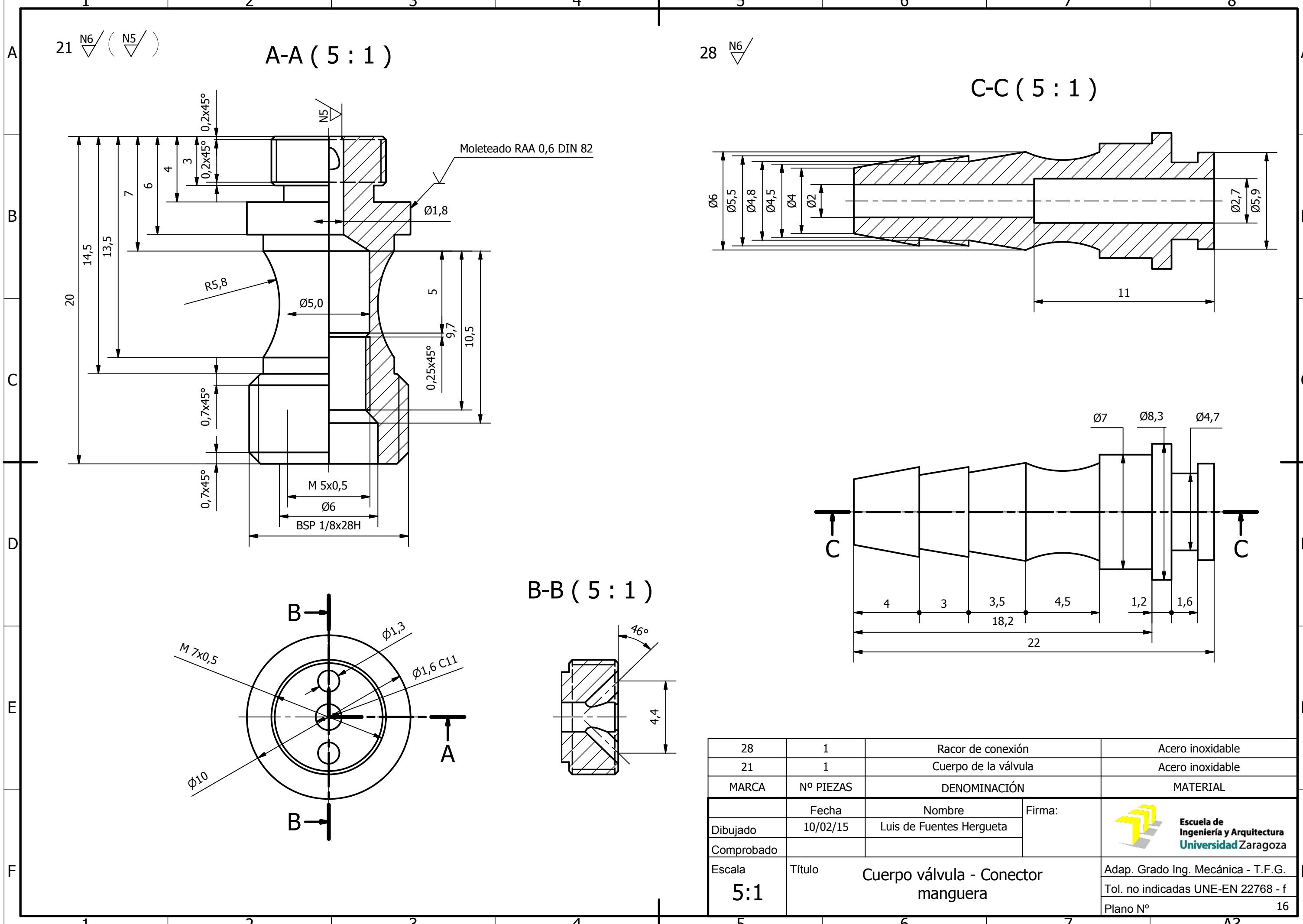
A-A ( 5 : 1

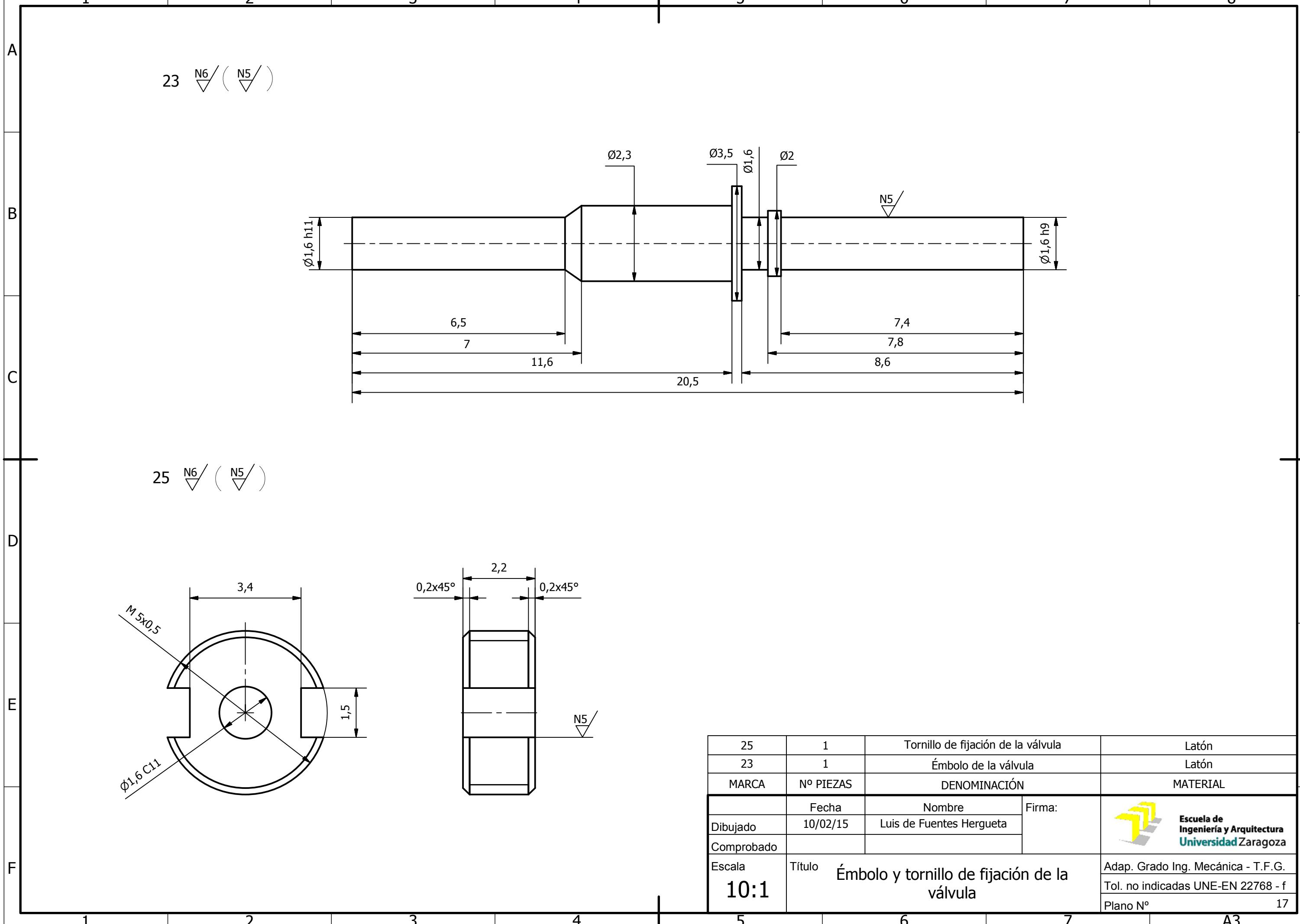
## Moleteado RAA 0,6 DIN 82

Technical cross-section diagram of a mechanical part, likely a housing or base plate. The diagram shows a base with a hatched top surface. Key features include a central vertical slot with a  $0,5 \times 45^\circ$  chamfer on the left, a  $\varnothing 4$  hole at the top center, and a stepped right side. The right side has a  $\varnothing 7,8$  hole and a  $\varnothing 8$  hole at the top. The total width is 35, and the total height is 33,8. Other dimensions include 31,7, 31,4, 29,3, 24,3, 23,3, 22,5, 21,5, 9,5, and 0,5x45°.

Technical drawing of a circular part with concentric features and a central hole. Dimension lines indicate outer diameter Ø5,80, inner diameter Ø4,90, and a central hole Ø4. A leader line points to a slot labeled 'BSF 3/16x32H'.

	Fecha	Nombre	Firma:	 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
Escala <b>5:1</b>	Título <b>Tornillo de ajuste de la aguja</b>			Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N° 15





1

2

3

4

A

B

C

D

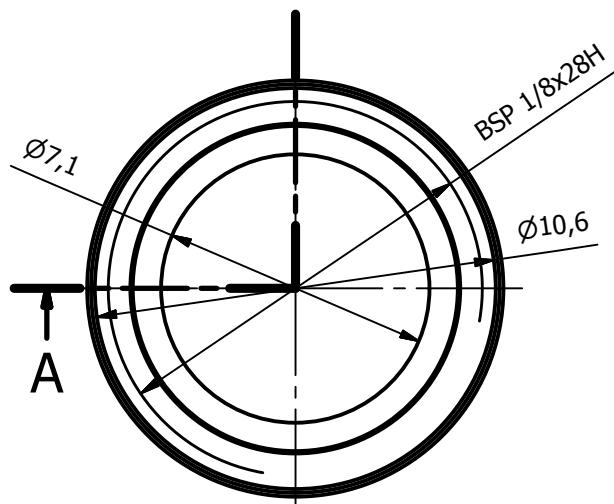
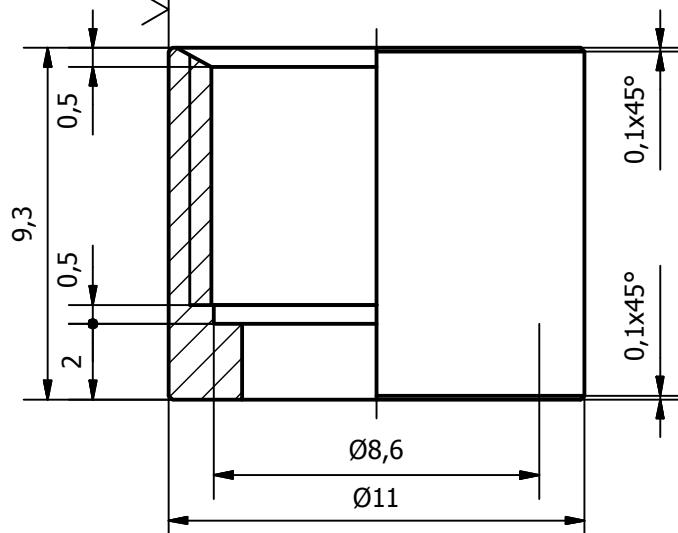
E

F

A  
B  
C  
D  
E

Moleteado RGE 0,9 DIN 82

A-A ( 5 : 1 )



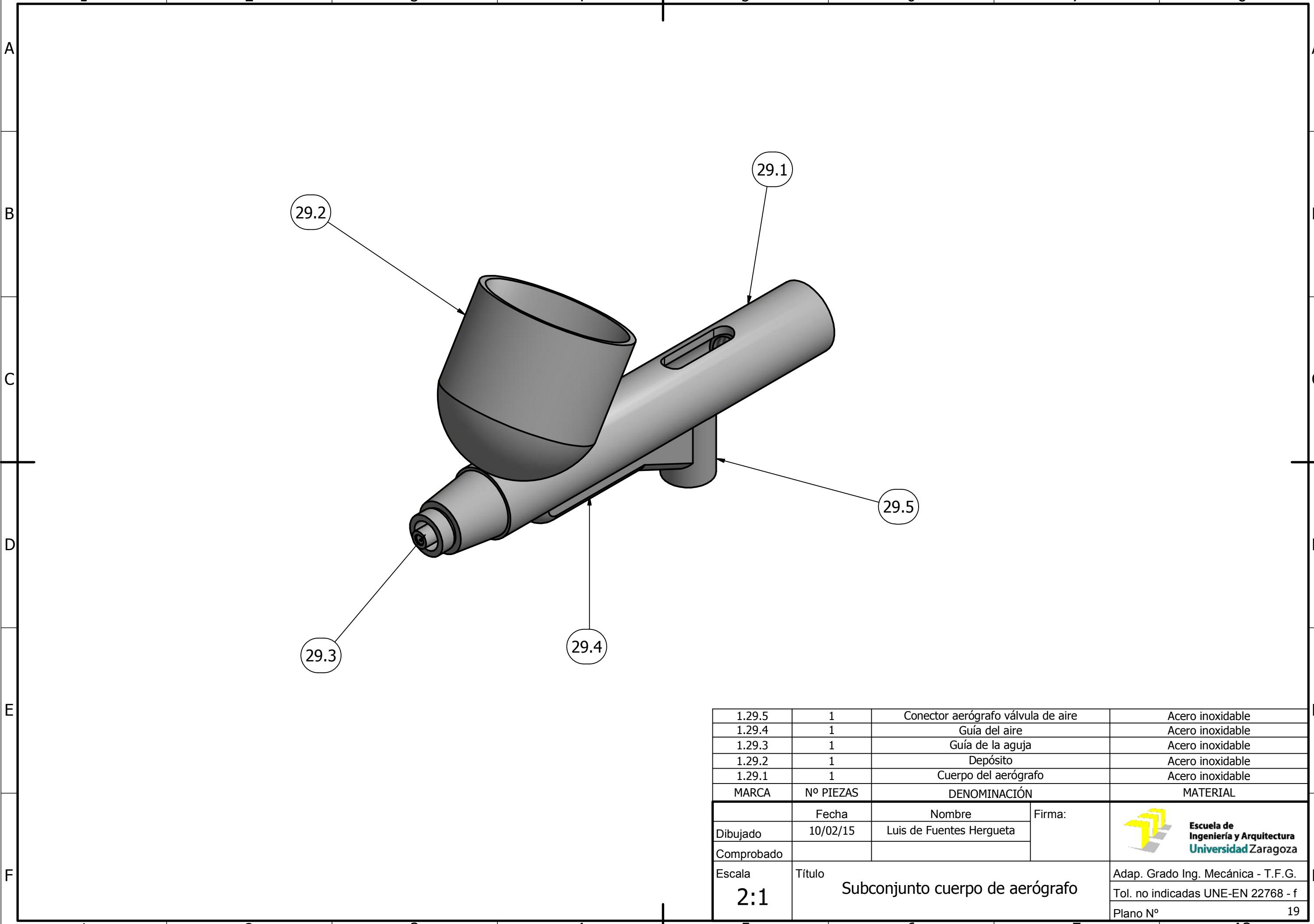
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				<b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>
F Escala <b>5:1</b>	Título <b>Tuerca del racor de conexión</b>		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N°	18

1

2

3

A4



1

2

3

4

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

F

F

29.1 N6 / ( N5 )

81,2

78,7

78,2

69,2

25,25

12,6

A

A

Ø6,6

Ø3,2

74,2

68,4

53

43,5

41,7

37

35,5

A-A ( 1 : 1 )

M 7x0,5

Ø6

Ø5

11°

Ø3 H7

Ø3

M 3,5x0,35

7,5 H7

N5

Ø9,1

BSF 3/8x20H

B

R3,5

10,5

R1,85

Ø0,6

Ø1,2

8

Ø11

Ø8,8

7

17,95

28,45

56,9

B-B ( 1 : 1 )

Firma:



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

Dibujado

Fecha

Nombre

Firma:

Comprobado

1:1

Título

Cuerpo del aerógrafo

Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G.

Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f

Plano N°

20

1

2

3

A4

1

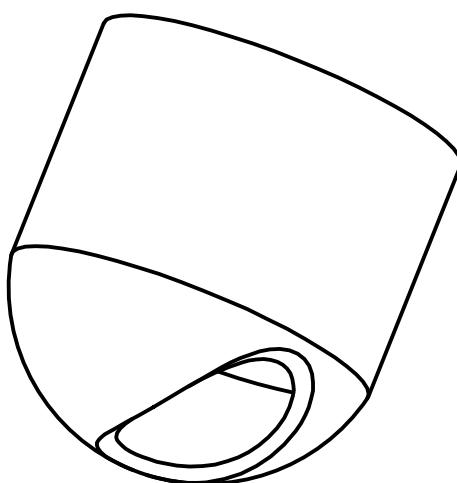
2

3

4

A

29,2 N6



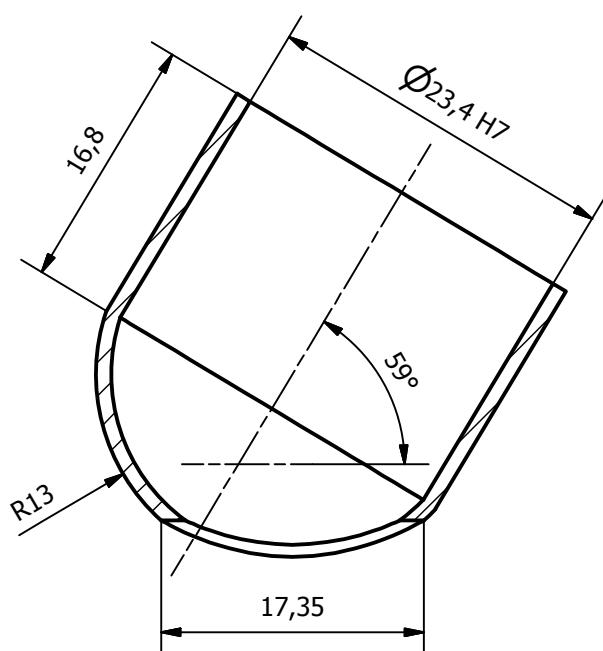
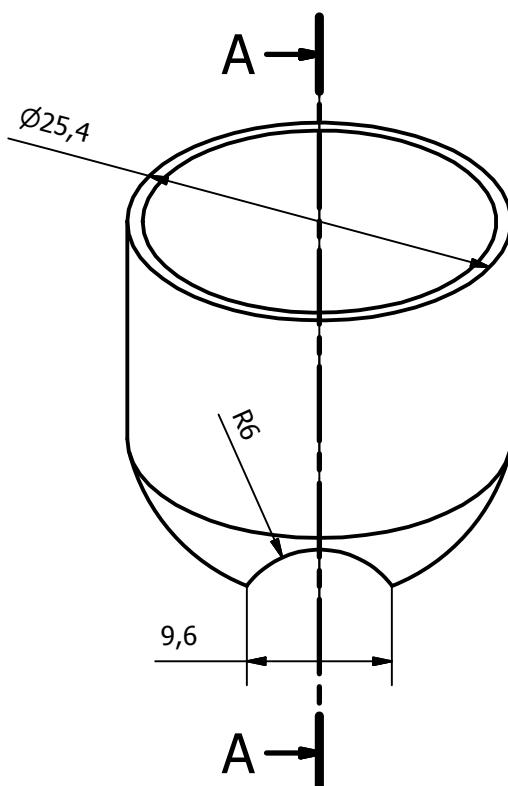
B

C

D

E

A-A ( 2 : 1 )



	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
F Escala 2:1	Título Depósito		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N° 21	A4

1

2

3

4

A

29,3 N6

A-A ( 10 : 1 )

A

B

B

C

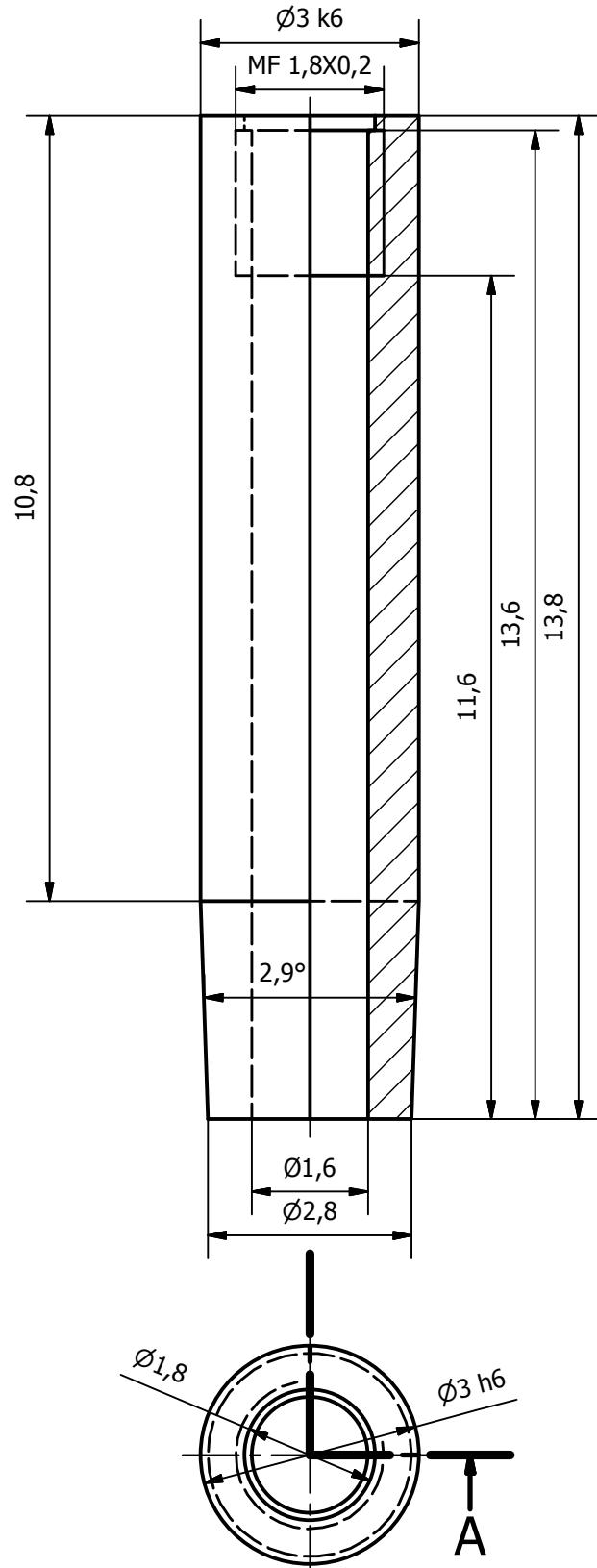
C

D

D

E

E



	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		
Comprobado				
Escala	Título	Guía de la aguja	Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G.	
10:1			Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f	
			Plano N°	22

1

2

3

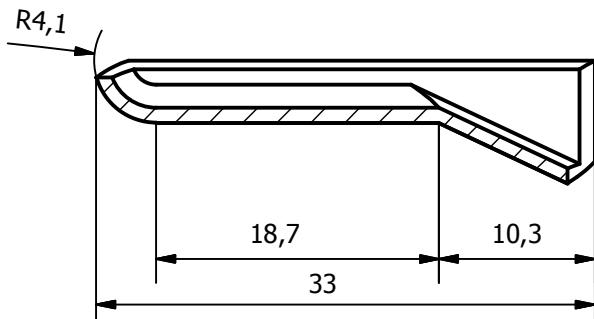
A4

A

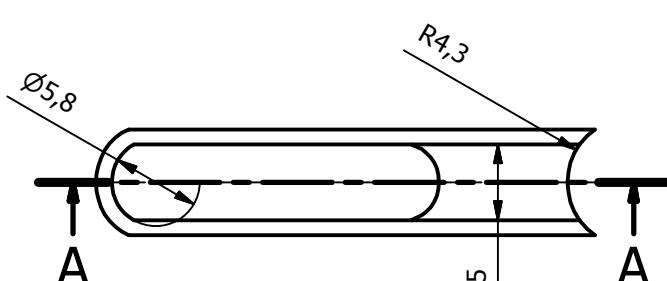
29.4 N6

B

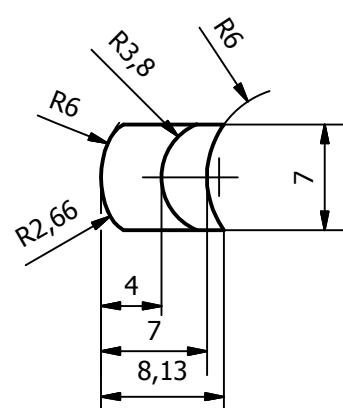
A-A ( 2 : 1 )



C



D



E

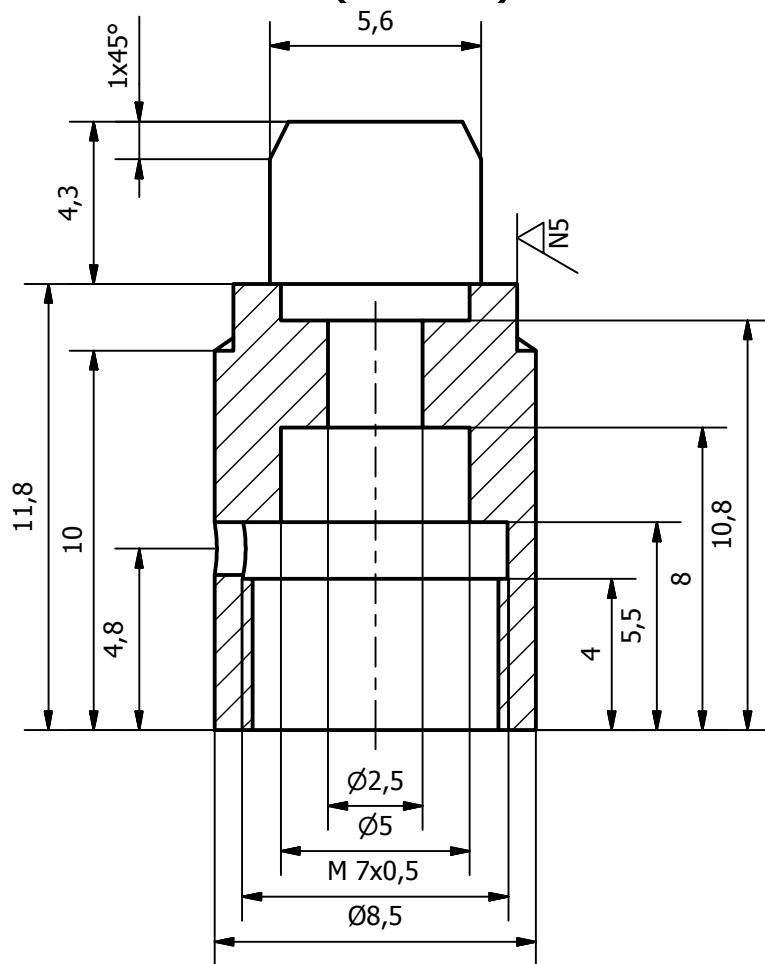
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10/02/15	Luis de Fuentes Hergueta		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	Título	Guía del aire		Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G. Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f Plano N° 23
2:1				

A

29.5 N6 ( N5 )

A-A ( 5 : 1 )

B



C

D

E

F

A

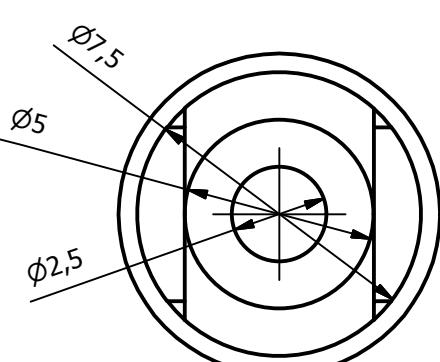
B

C

D

E

F



Firma:



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

Dibujado

Fecha

Nombre

Firma:

Comprobado

Título

Conector aerógrafo válvula de aire

Adap. Grado Ing. Mecánica - T.F.G.

Tol. no indicadas UNE-EN 22768 - f

Plano N°

24