

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Rocío García Abad

DIRECTOR: Jesús del Val García

CURSO ACADÉMICO: 2022-2023

Universidade Vigo



Centro Universitario de la Defensa
en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Cuerpo General / Infantería de Marina

Universidade Vigo

RESUMEN

Uno de los sectores industriales más demandantes en la actualidad y con vistas al futuro es la producción de nanopartículas debido a las propiedades únicas que presentan en comparación con aquellas de mayor escala. Su alta superficie en relación al volumen las hace idóneas para mejorar los sistemas y productos en diversas índoles como la medicina, la energía y la microelectrónica. Por ende, es crucial desarrollar y optimizar las técnicas de fabricación de nanopartículas para satisfacer la creciente demanda. Entre las disponibles, la ablación láser destaca por su capacidad para generar nanomateriales con propiedades dimensionales y morfológicas excepcionales, sin contaminación y con una eficiencia máxima de captura de nanopartículas, lo que la convierte en una opción competente para su implementación a nivel industrial, con costes de procesamiento reducidos y resultados sobresalientes.

En el presente Trabajo Fin de Grado se aborda el diseño de una cámara de procesamiento para la producción de diversos nanocompuestos mediante la técnica de ablación láser. Este sistema cuenta con la capacidad de operar con muestras tanto en medio líquido como gaseoso, a la que se añade la oportunidad de emplear distintas fuentes láser. El mecanizado remoto del portamuestras en cuatro ejes diferentes, permite un microposicionamiento ajustado y resultados homogéneos. Por su parte, la posibilidad de intercambiar la fuente láser brinda una mayor variedad de materiales con los que trabajar. Estas alternativas son aplicables de manera sencilla, sin realizar excesivos cambios en la estructura, potenciando la versatilidad del sistema.

PALABRAS CLAVE

Nanopartículas, Ablación láser, Diseño modular, Atmósfera inerte, Microposicionamiento.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre.
Porque contigo empecé este trabajo y por ti lo he conseguido acabar.

CONTENIDO

Contenido 1
Índice de Figuras 3
Índice de Tablas 5
1 Introducción 6
2 Objetivos 7
3 Estado del arte 8
3.1 Antecedentes 8
3.2 Nanotecnología 9
3.2.1 Métodos de fabricación de nanopartículas 11
3.3 Producción de nanopartículas: ablación laser 12
3.3.1 Ablación en medio líquido 13
3.3.2 Ablación en medio gaseoso 15
3.4 Fuentes láser 16
4 Desarrollo de un sistema para la producción de nanopartículas 18
4.1 Introducción 18
4.2 Condiciones de diseño 19
4.3 Diseño de un sistema de procesamiento de nanopartículas mediante ablación láser 20
4.3.1 Sistema de posicionamiento de la muestra 20
4.3.2 Sistema de recolección 25
4.3.3 Sistema de ventilación 26
4.3.4 Estructura de la cámara 28
5.2.4.1 Base de la cámara 29
5.2.4.2 Caras frontales 30
5.2.4.3 Caras laterales 33
5.2.4.4 Cierre superior de la cámara 34
5 Conclusiones y líneas futuras 37
5.1 Desarrollo de los objetivos 37
5.2 Líneas futuras 38
6 Bibliografía 39
7 Planos 43
7.1 Índice de planos 43
7.2 Planimetría 44

Anexo I: Pliego de condiciones 45
Manual de modelaje 45
I.I Sistema de posicionamiento 45
I.II Portamuestras para ablación en medio líquido 45
I.III Portamuestras para ablación en medio gaseoso 47
I.IV Sistema de recolección 48
I.V Tapadera 48
I.VI Pared lateral con entrada de ventilación 50
I.VII Pared lateral con salida de ventilación 51
I.VIII Pared frontal fija 52
I.IX Pared frontal desmontable 53
I.V Base de la cámara de procesamiento 53
Anexo II: Presupuestos 55
II.I Sistema de posicionamiento 55
II.II Sistema de ventilación 55
II.III Tornillería 56
II.IV Estructura de la cámara 56
II.V Mano de obra 57
II.VI Presupuestos totales 57
ANENO III: HOJAS CARACTERÍTICAS 58
III.I Índice de piezas importadas 58
III.II Especificaciones técnicas de las piezas importadas 59
Anexo IV: Implicaciones Sociales, y/o Económicas, y/o Ambientales 85
Anexo V: Reflexiones Éticas y Sociales 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Copa de Licurgo. Verde (izq.) por la luz reflejada y rojo púrpura (dcha.) por la transmitida [5] 8
Figura 3-2 Métodos de obtención de nanopartículas (Autoría propia) 11
Figura 3-3 Clasificación de las técnicas *"Bottom-up"* (Autoría propia) 12
Figura 3-4 Esquema del proceso de ablación [20] 13
Figura 3-5 Formación de nanopartículas por ablación láser en líquidos (Autoría propia) 14
Figura 3-6 Nanopartículas obtenidas por ablación láser de nanosegundos en agua (a), en alcohol metilo (b) y ablación láser de picosegundos en agua (c) y en alcohol metilo (d). [24] 14
Figura 3-7 Formación de nanopartículas por ablación láser en gases (Autoría propia) 15
Figura 3-8 Cabezal de procesamiento basado en galvos (cortesía Ray-Motio) 17
Figura 3-9 Principio básico de funcionamiento de un sistema láser para ablación basado en escáner con galvos [29] 17
Figura 4-1 Diagrama de bloques del sistema de procesamiento (Autoría propia) 18
Figura 4-2 8MTF-Motorized XY Scanning Stage [32] 21
Figura 4-3 8MVT120-5- Motorized Vertical Lift Stage [32] 21
Figura 4-4 8MR190-2-Motorized Rotation Stage [32] 22
Figura 4-5 Resumen gráfico de las conexiones del 4-axis Controller 8SMC4-USB-B9-B9 [32] 23
Figura 4-6 Ajuste para ablación en medio liquido (Autoría propia) 24
Figura 4-7 7G174-30 - Small Goniometer [32] 24
Figura 4-8 Ajuste para ablación en medio gaseoso (Autoría propia) 25
Figura 4-9 Conjunto portasustratos (Autoría propia) 25
Figura 4-10 Abrazadera para sujetar el portasustratos [34] 26
Figura 4-11 Filtro neumático SMC AF μm G ¼, Automático [34] 27
Figura 4-12 Proceso de redireccionamiento de nanopartículas (Autoría propia) 27
Figura 4-13 Analizador de oxígeno Rapidox 1100Z [36] 28
Figura 4-14 Explosionado de la cámara de procesamiento (Autoría propia) 29
Figura 4-15 Base de la cámara de procesamiento (Autoría propia) 30
Figura 4-16 Exterior de la cámara de procesamiento cerrada (Autoría propia) 30
Figura 4-17 Cámara *IDS Imaging uEye LE/XLE USB3.1* [38] 31
Figura 4-18 Tira de LED flexible [34] 32
Figura 4-19 Detalles de la parte superior de la pared frontal trasera (Autoría propia) 32
Figura 4-20 Detalle de las juntas de la pared frontal (Autoría propia) 33
Figura 4-21 Pared lateral de entrada aire y adaptador cables (Autoría propia) 33
Figura 4-22 Sistema de redireccionamiento de nanopartículas (Autoría propia) 34

Figura 4-23 Tapadera de la cámara de procesamiento (Autoría propia) 35
Figura 4-24 Conjunto portaventanas (Autoría propia) 35
Figura 4-25 Curvas de revestimiento antirreflectante ventana de sílice [38] 36
Figura AI-0-1 Explosionado del sistema de posicionamiento (Autoría propia) 45
Figura AI-0-2 Explosionado del portamuestras para ablación en medio líquido (Autoría propia) 46
Figura AI-0-0-3 Explosionado del portamuestras (Autoría propia) 46
Figura AI-0-4 Fijación del goniómetro [32] 47
Figura AI-0-5 Explosionado de portamuestras para ablación en medio gaseoso (Autoría propia) 47
Figura AI-0-6 Explosionado del sistema de recolección (Autoría propia) 48
Figura AI-0-7 Explosionado del portaventanas (Autoría propia) 49
Figura AI-0-8 Explosionado de la tapadera (Autoría propia) 49
Figura AI-0-9 Detalles de la ventilación en el explosionado de la pared lateral (Autoría propia) 50
Figura AI-0-10 Explosionado de la parte interna (1) y externa (2) de la pared lateral con entrada de ventilación (Autoría propia) 51
Figura AI-0-11 Explosionado de la pared lateral con salida de ventilación (Autoría propia) 51
Figura AI-0-12 Explosionado del sistema de vigilancia por video (Autoría propia) 52
Figura AI-0-13 Explosionado de la parte superior de la pared frontal fija (Autoría propia) 52
Figura AI-0-14 Explosionado de la pared frontal desmontable (Autoría propia) 53
Figura AI-0-15 Explosionado de la base de la cámara de procesamiento (Autoría propia) 54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Distintas aplicaciones de las nanopartículas (Autoría propia) 10
Tabla 3-2 Resumen de las características de las fuentes láser (Autoría propia) 16

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los sectores industriales que goza de una gran demanda en la actualidad y que tiene una perspectiva prometedora en el futuro es la fabricación de nanocompuestos de diversas índoles. Como resultado, en los últimos años ha habido un aumento significativo en su uso, con el objetivo de mejorar sistemas y productos en diversos campos, como la medicina, la energía y la microelectrónica. Por lo tanto, ha surgido la necesidad de desarrollar y optimizar técnicas de producción de nanopartículas.

Sin embargo, la producción de nanopartículas presenta algunos desafíos. En primer lugar, la síntesis de nanopartículas a menudo implica la utilización de técnicas complejas y costosas, como la ablación láser, la síntesis química, la pulverización por chorro y las técnicas de capa delgada como el PVD o el CVD. Además, es importante garantizar la estabilidad y uniformidad de las nanopartículas producidas, lo que requiere un control preciso de las condiciones de síntesis.

Por consiguiente, es necesario desarrollar y optimizar técnicas de producción de nanopartículas para mejorar su calidad, eficiencia y costo. Además, la optimización de estas técnicas puede permitir la producción de nanopartículas con propiedades específicas para un amplio rango aplicaciones, lo que abre nuevas posibilidades en campos como la medicina, la energía y la electrónica. En resumen, el desarrollo y la optimización de técnicas de producción de nanopartículas son esenciales para aprovechar todo el potencial de estas nanopartículas [1].

En este trabajo de grado, se aborda el diseño de un nuevo sistema modular para la fabricación de materiales de tamaño micro y nano, tanto metálicos como cerámicos, mediante la técnica de ablación láser en medio gaseoso y líquido. Este sistema consta de tres componentes principales: una cámara de procesamiento autónoma que permite el control adecuado de las condiciones y parámetros de trabajo, portasustratos que se utilizan para posicionar las piezas que se desean recubrir con nanopartículas, y portamuestras que se utilizan para ubicar los materiales precursores que se utilizarán para la producción de nanopartículas.

2 OBJETIVOS

El objetivo final de este Trabajo de Fin de Grado es la producción de partículas de escala submicrométrica, en concreto nanopartículas, de distintos materiales y mediante diferentes medios de trabajo. En lo que concierne a ello, se estudiará la ciencia de la nanotecnología, aun en auge, y sus múltiples medios de obtención. Estos procesos controlados nos permitirán la obtención de partículas estables, con un tamaño y forma deseado, y con numerosas finalidades en cada vez más campos. En nuestro caso, nos centraremos además en la técnica de obtención de partículas por ablación láser tanto en medios líquidos como gaseosos.

Posteriormente se abordará el diseño de una cámara de procesamiento en un entorno controlado en la que se puedan llevar a cabo estas técnicas de fabricación. Se planteará un único diseño para la síntesis de partículas en ambos medios de manera que se puedan obtener las distintas nanopartículas con mayor facilidad. Asimismo, se planteará el uso de diferentes fuentes láser que permita controlar una amplia variedad de blancos, tamaños y materiales a procesar.

Con el fin de lograr estos objetivos, se plantean las siguientes tareas:

1. Búsqueda concienzuda en distintas fuentes de información fiables y oficiales acerca de la nanotecnología, la importancia de las nanopartículas a obtener y las distintas técnicas.
2. Estudio específico del proceso de fabricación mediante ablación láser.
3. Elección de una fuente láser capaz de satisfacer nuestras necesidades.
4. Diseño de un sistema de generación de nanopartículas tanto en medio líquido como gaseoso.
5. Condiciones y presupuestos del diseño.
6. Balance sobre la puesta a punto del diseño en las instalaciones de la Universidad de Vigo.

Para llevar esto a cabo se realizará un exhaustivo trabajo de investigación y se plantearan distintos diseños que cubran las necesidades presentadas. Se deberá tomar una decisión basada en un cuidadoso análisis de las opciones disponibles que incluya factores como el costo y la eficacia en su funcionamiento.

En cuanto al modo de ejecución, se utilizará el software Inventor, un programa de diseño asistido por ordenador (CAD) desarrollado por la empresa Autodesk. Este programa cuenta con herramientas de modelado en 3D, que permiten crear piezas precisas y ensamblajes complejos. Ofrece la función de añadir material a dichos diseños y de crear los planos 2D a partir de una vista específica del modelo, donde se recoge la documentación técnica detallada de él. Otro de los objetivos es adquirir un profundo conocimiento del programa con el fin de crear los diseños requeridos. Se emplearán por tanto las herramientas previamente mencionadas para obtener los resultados finales en cuanto al prototipo.

3 ESTADO DEL ARTE

3.1 Antecedentes

La nanotecnología constituye, sin duda alguna, uno de los más destacados hitos alcanzados en las últimas décadas. El vertiginoso progreso tecnológico ha facultado al ser humano contemporáneo para manipular sistemas que se encuentran en un rango de tamaño entre cien y mil millones de veces menor que un metro, generando en los materiales propiedades singulares y sorprendentes. No obstante, es preciso señalar que el origen de la nanotecnología se remonta, al menos, a 1700 años atrás, como evidencia la famosa copa de Licurgo de la Figura 3-1, de la colección del Museo Británico.

Es el ejemplo más antiguo que se conoce de vidrio dicroico. Este es un tipo de vidrio que posee una propiedad óptica llamada birrefringencia, lo que significa que tiene diferentes índices de refracción para diferentes longitudes de onda de la luz. Como resultado de esta propiedad, el vidrio dicroico puede reflejar diferentes colores dependiendo del ángulo desde el cual se le observe y de la luz que lo ilumine [2]. En 1990, un grupo de científicos analizó esta copa utilizando un microscopio electrónico de transmisión y explicaron que el efecto del dicroísmo se debía a la presencia de nanopartículas de entre 50 nm y 100 nm. El análisis demostró que estas nanopartículas eran una aleación de plata y oro en una proporción aproxima de 7:3, con un 10% de cobre disperso en una matriz de vidrio. Las nanopartículas de oro producen un color rojo como resultado de la absorción de luz en la región visible del espectro electromagnético, entre 520 nm y 600 nm [3]. Por su parte, el color rojo purpura se debe a la absorción de partículas mayores mientras el verde se atribuye a las dispersiones coloidales de partículas de plata con un tamaño mayor de 40 nm. Un efecto similar ocurre en algunas vidrieras de iglesias, que brillan con intensos rojos por la adición de nanopartículas de oro y con luminosos amarillos debido a la fusión de nanopartículas de plata [4].



Figura 3-1 Copa de Licurgo. Verde (izq.) por la luz reflejada y rojo púrpura (dcha.) por la transmitida [5]

Sin embargo, no fue hasta 1959 cuando se habla por primera vez sobre la nanotecnología en un discurso del físico teórico estadounidense Richard Feynman *"There is plenty os room al the bottom"* en el Instituto de Tecnología de California, en Pasadena. Fue en aquella conferencia donde explicó cómo controlar, manipular y fabricar productos de muy pequeñas dimensiones, sentando los pilares de lo que ahora conocemos como nanotecnología [6]. En su discurso, Feynman propuso que los científicos podían manipular y controlar la materia a nivel atómico y molecular, y crear materiales y dispositivos a escala nanométrica. Hizo hincapié en la importancia de la creatividad y la imaginación en la investigación y argumentó que la capacidad de diseñar y manipular la materia a escala atómica permitiría la fabricación de dispositivos y materiales completamente nuevos, así como la posibilidad de crear estructuras y dispositivos de tamaño extremadamente pequeño. Asimismo, propuso una serie de aplicaciones posibles de la nanotecnología, como la creación de circuitos electrónicos miniaturizados, motores moleculares, materiales ultraligeros y la posibilidad de almacenar información en densidades extremadamente altas [7].

No obstante, no fue hasta quince años después cuando Norio Taniguchi, un científico japonés, acuñó el término "nanotecnología" por primera vez en 1974 en un artículo científico titulado "On the Basic Concept of 'Nano-Technology'". La definió simplemente como el tratamiento de separación, consolidación y deformación de materiales por un átomo o una molécula [8].

Veinte años más tarde de la idea presentada por Feynman, en 1986 el ingeniero estadounidense Eric Drexler la amplió y detalló en su libro "Motores de la creación: la próxima era de la nanotecnología". En el libro, habló de la posibilidad de diseñar y construir máquinas y dispositivos a escala nanométrica, así como de la capacidad de estos dispositivos para autoreplicarse y tener un impacto significativo en el mundo que nos rodea. En particular, Drexler escribió sobre el potencial de la nanotecnología para revolucionar campos como la medicina, la energía y la informática, así como los riesgos asociados con la liberación de nanobots en el ambiente [9].

Desde su primera definición, la nanotecnología ha evolucionado significativamente, y actualmente abarca numerosos y nuevos aspectos como la biotecnología, la energía y la medicina. La investigación fundamental en nanociencia ha llevado a una mejor comprensión de las propiedades y comportamientos de los materiales a escala nanométrica, lo que ha permitido el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías con propiedades únicas y aplicaciones innovadoras.

3.2 Nanotecnología

La nanotecnología es el estudio, síntesis manipulación y aplicación de materiales con dimensiones del orden de una millonésima parte del metro. Representa un área de investigación activa y un sector tecnoeconómico en plena expansión. Se considera uno de los mayores avances tecnológicos pues hasta ahora todo trataba materiales ya existentes y consistía en darles nuevas formas y usos, sin embargo, esta nueva disciplina cambia la estructura de las moléculas para obtener nuevos materiales y compuestos [10].

Por su parte, las nanopartículas son objetos de magnitudes nanométricas en sus tres dimensiones externas. Son partículas revolucionarias de gran interés en la actualidad gracias a su relación superficie-volumen, lo que las hace ideales para la adsorción y catálisis, y el efecto prácticamente despreciable de las fuerzas másicas sobre ellas, que les aporta numerosas ventajas y multitud de aplicaciones, como aparecen en la Tabla 3-1, en el campo de la medicina, la ingeniería, la energía y la fabricación. Además, las nanopartículas de metales y óxidos metálicos son conductoras eléctricas, lo que las hace ideales para aplicaciones en la electrónica [11]. Su uso se encuentra en desarrollo y podríamos decir que está aún en sus inicios. Tanto físicos como químicos y científicos muestran una gran ambición por el estudio de estas y el desarrollo de nuevos materiales que las contengan [12].

POTENCIA/ENERGÍA	SALUD/MEDICINA	INGENIERÍA	ELECTRÓCNICA
Células Solares sensibilizadas por Colorante	Promotores de crecimiento óseo	Herramientas para cortar	Circuitos electrónicos
Almacenamiento de Hidrógeno	Protectores Solares	Pigmentos	Optoelectrónica dispositivos tales como interruptores
Mejora de los materiales para Ánodo y Cátodo para Pilas de Combustible	Apósitos para heridas antibacterianos	Resistentes al Desgaste/Recubrimientos resistentes a la abrasión	Nanoescala partículas magnéticas para la alta densidad de almacenamiento de datos
Catalizadores Ambientales	Fungicidas	Mejora estructural y física de Polímeros y Materiales Compuestos	Ferro-líquido (utilizando materiales magnéticos)
Catalizadores para Vehículos	Biomarcaje y detección	Sensores Químicos	Química Mecánica

Tabla 3-1 Distintas aplicaciones de las nanopartículas (Autoría propia)

Las nanopartículas se pueden clasificar de múltiples maneras pudiendo ser referidas por sus dimensiones, composición o su origen. Dentro de éste último mencionado diferenciamos dos grandes grupos: las nanopartículas de origen natural y las sintéticas. Los nanomateriales naturales son aquellos que se originan en la naturaleza, ya sea a través de especies biológicas o como resultado de actividades antropogénicas. La Tierra contiene nanomateriales que se han formado de manera natural y que se encuentran en distintas esferas del planeta, incluyendo la atmósfera (que abarca toda la troposfera), la hidrosfera (que incluye océanos, lagos, ríos, aguas subterráneas y fuentes hidrotermales), la litosfera (compuesta por rocas, suelos, magma o lava en diferentes fases de evolución) y la biosfera (que comprende microorganismos y organismos superiores, incluyendo a los seres humanos). Estos nanomateriales pueden presentar propiedades únicas que los hacen valiosos para su uso en diversas aplicaciones tecnológicas. Por otro lado, los nanomateriales sintéticos son los creados a través de procesos como la trituración mecánica, la combustión y la síntesis química, biológica o híbrida y plantean preocupaciones crecientes sobre su uso en productos de consumo y aplicaciones industriales. Por esta razón, se han implementado estrategias de evaluación de riesgos para predecir su comportamiento y destino en el medio ambiente [13].

Según los materiales de los que se compongan, existen dos categorías principales: orgánicas e inorgánicas. Las nanopartículas orgánicas tratan de compuestos orgánicos, como proteínas, lípidos y polisacáridos, mientras que las nanopartículas inorgánicas se componen de metales y compuestos metálicos, materiales semiconductores y otros compuestos inorgánicos [14]. Es importante mencionar que, aunque las nanopartículas tienen muchos beneficios, también presentan un cierto riesgo para la salud y el medio ambiente. Debido a su tamaño reducido, las nanopartículas pueden penetrar en las células y tejidos del cuerpo humano, lo que podría tener efectos dañinos. Además, también pueden ser tóxicas para los organismos acuáticos y la vida silvestre [15].

3.2.1 Métodos de fabricación de nanopartículas

Los métodos de obtención de nanomateriales se agrupan en *"Top-down"* y *"Bottom-up"* haciendo referencia a la manera de aproximarnos a las nanopartículas como se observa gráficamente en la Figura 3-2.

El método *"Top-down"* o de *"arriba hacia abajo"* es aquel donde se busca obtener partículas de escala nanométrica partiendo de materiales de mayor dimensión. Esto se logra mediante técnicas como la molienda mecánica, la lixiviación química o la etapa de crecimiento cristalino. Una vez que se han creado las nanopartículas, pueden ser purificadas y caracterizadas para determinar su tamaño, forma, estructura y propiedades [11]. Esta técnica nace en los años 70 con la necesidad de crear dispositivos electrónicos más pequeños a raíz de chips de silicio. A través de técnicas litográficas por haz de electrones se consiguieron crear dispositivos de entre 40nm y 70nm [16].

La más sencilla y menos costosa de ellas es la molienda mecánica ya que no requiere de disolventes o reactivos pues se consiguen mediante la fuerza del impacto y el equipamiento no es muy caro. La técnica de síntesis más conocida de estas es la laminación, consiste en cortar capas finas de materiales con el fin de reducir su tamaño. Esta técnica se utiliza comúnmente para fabricar nanopartículas de materiales semiconductores, como silicio. Otra técnica *"Top-down"* es la ablación láser, en la que se utiliza un láser para vaporizar un material y generar nanopartículas. La ventaja de este método es que permite un gran grado de control sobre el tamaño y la forma. Sin embargo, este proceso requiere un alto grado de precisión y es costoso, en especial cuando se requiere el uso de sistemas de alto vacío. A pesar de que el método *"Top-down"* es adecuado para la fabricación de nanopartículas de una amplia variedad de materiales, incluyendo metales, semiconductores y óxidos, este proceso puede ser menos preciso y versátil que el método *"Bottom-up"* y puede generar contaminación debido a la liberación de partículas durante el proceso [17].

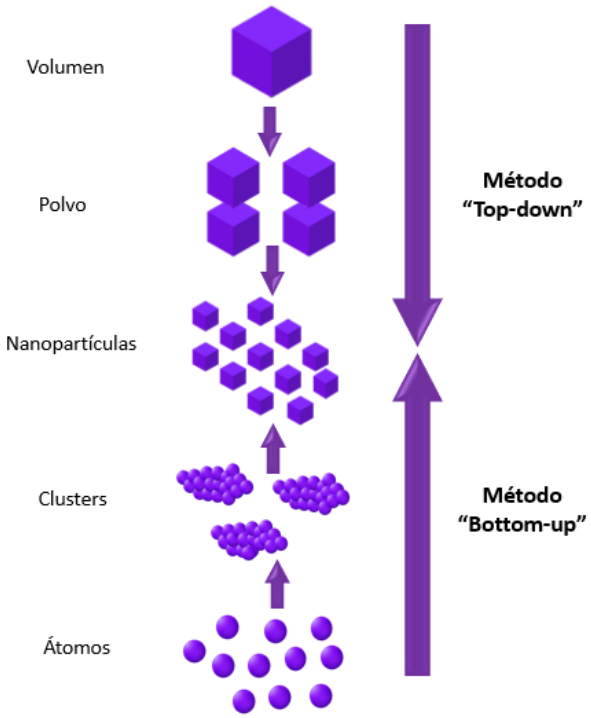


Figura 3-2 Métodos de obtención de nanopartículas (Autoría propia)

Por otro lado, el método *"Bottom-up"* o de *"abajo hacia arriba"* consiste en la construcción de nanopartículas a partir de moléculas individuales o átomos mediante técnicas químicas o físicas que aparecen en la Figura 3-3. En este proceso, se utilizan moléculas o átomos como bloques de construcción para formar nanopartículas mediante la adición controlada y estratégica de materiales y el

aprovechamiento de los fenómenos de interacción atómica y molecular [16]. Es un enfoque muy versátil y permite un gran grado de control sobre las propiedades de las nanopartículas, como su tamaño, forma y composición. Sin embargo, el proceso de síntesis puede ser complejo y requiere un gran conocimiento de la química y la física. Además, la producción a gran escala puede ser desafiante debido a la complejidad del proceso y la posibilidad de contaminación [17].

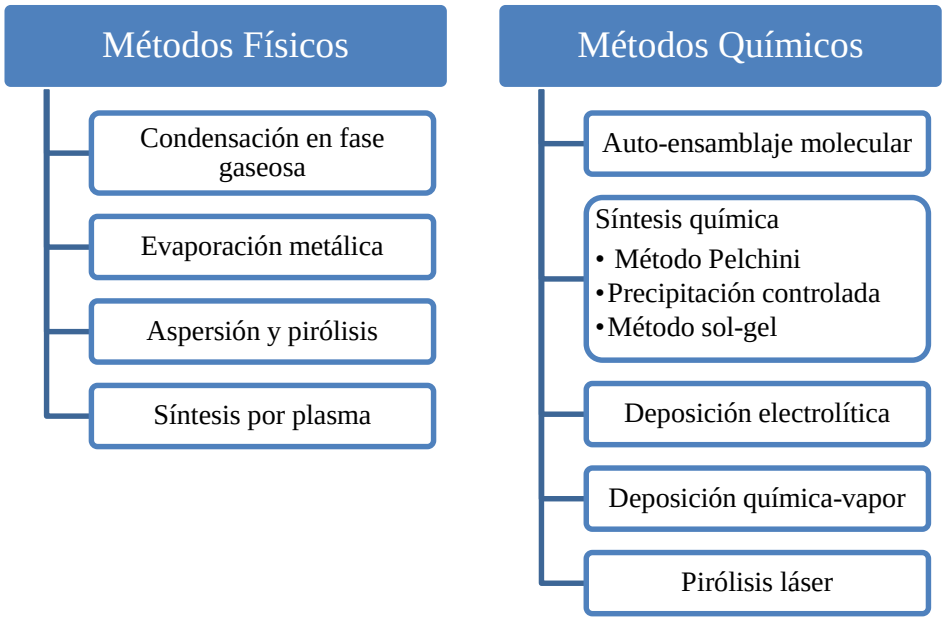


Figura 3-3 Clasificación de las técnicas *"Bottom-up"* (Autoría propia)

3.3 Producción de nanopartículas: ablación laser

El 16 de mayo de 1960, el físico e ingeniero estadounidense Theodore Harold Maiman, emitió el primer haz láser de la historia. Se trataba del primer láser de rubí emitiendo luz coherente monocromática y totalmente en fase (coherencia espacio-temporal). Esto lo consiguió a partir de los estudios sobre el máser de Charles Townes, que ampliaba microondas y no luz visible, por lo que estudió su comportamiento con el rubí. De este modo, con el bombeo óptico de cristal de rubí rosa con una lámpara de flash en los Laboratorios de Investigación Hughes de California desarrolló el primer láser de rubí con una radiación pulsada de 695 nm de longitud de onda [18]. A partir de entonces el láser se ha convertido en un objeto indispensable en nuestro día a día por sus miles de aplicaciones, desde la tecnología y electrónica hasta la medicina, industria y el sector militar.

La producción de nanopartículas gracias a la utilización de esta herramienta consiste en la extracción de material de la superficie de un sólido mediante irradiación por una fuente de excitación, en nuestro caso el láser, tal y como esquematiza la Figura 3-4. En esta interacción se transfiere energía por medios ópticos al sólido resultando entonces una vaporización, una eyección de fragmentos, la iniciación del plasma u otros procesos [19].

En la ablación se emplean diversos tipos de láseres, tanto en operación en modo onda continua como pulsada, con frecuencias que van desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. Sin embargo, en el campo de la ablación láser, se ha observado una tendencia a favorecer el uso de láseres pulsados debido a su mayor eficiencia.

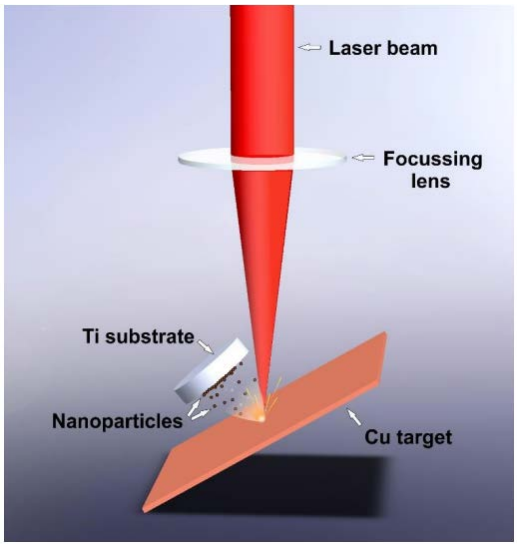


Figura 3-4 Esquema del proceso de ablación [20]

El proceso inicia con la interacción del haz láser pulsado de alta potencia, el cual es focalizado sobre la superficie de la muestra en una atmósfera de gas inerte a presión controlada, generando así la fusión y creación de un volumen finito de la muestra en plasma hasta condensarse sobre la superficie material que se desea recubrir (sustrato) [19]. La radiación láser es absorbida por los electrones presentes en la capa superficial de la muestra, los de mayor temperatura abandonan la muestra de manera inmediata, mientras que el resto calienta el volumen irradiado mediante colisiones con átomos de la muestra sólida.

La técnica es altamente compleja debido a la interrelación de varios parámetros. En teoría, cada pulso láser debería retirar una cantidad predecible de material y la relación entre la profundidad del cráter y el número de pulsos debería ser lineal. Sin embargo, en la práctica, la velocidad de ablación real varía dependiendo del material y de factores críticos, como el tipo de láser, la exposición, la relación entre el diámetro y la profundidad del spot, y los fenómenos de fragmentación, los cuales afectan a la morfología del impacto [12].

Aunque los métodos avanzados de ablación láser pueden generar nanopartículas con tamaño y forma controlados mediante posprocesado, su producción se ve significativamente reducida. Esto se debe a la elevada energía de entrada requerida y la pequeña área de radiación láser disponible para evaporar los materiales objetivo. Por lo tanto, hasta ahora, las aplicaciones de la ablación láser se han limitado a explorar las propiedades únicas de nuevos tipos de nanopartículas. Para poder producir nanopartículas a gran escala mediante ablación láser, es necesario encontrar una manera de generar nanopartículas con morfología controlada sin la necesidad de procesamiento posterior [21].

3.3.1 Ablación en medio líquido

La síntesis por ablación láser en líquido es una técnica reciente que ha revolucionado la producción de nanopartículas puras. Con los parámetros adecuados, se pueden obtener nanopartículas puras, así como también nanopartículas de óxidos, carburos o aleaciones si estos elementos están disponibles en el medio de ablación o en el objetivo [22].

Este método de ablación en líquido implica tres pasos clave en la formación de nanopartículas a partir de una sustancia sumergida. Estos pasos ocurren en un corto período de tiempo, generalmente en pocos microsegundos, y se reflejan gráficamente en la Figura 3-5. El pulso láser primero calienta la superficie del líquido hasta el punto de ebullición, creando una nube de plasma que contiene átomos vaporizados del material. Posteriormente, el plasma se expande sin intercambio de calor para, finalmente, formar las nanopartículas a través de la condensación. Durante la etapa de condensación, en primer lugar, se produce la nucleación; a continuación, los núcleos finos chocan y se adhieren entre sí o

precipitan sobre ellos nuevos materiales que dan lugar al crecimiento Pueden formarse aglomerados duros de tamaño nanométrico como resultado de fuertes enlaces covalentes o iónicos entre los núcleos. Estos aglomerados sólidos también pueden unirse por enlaces débiles como van der Waals o covalentes-iónicos, produciendo aglomerados blandos que pueden ser separados por agitación intensa [23] [22].

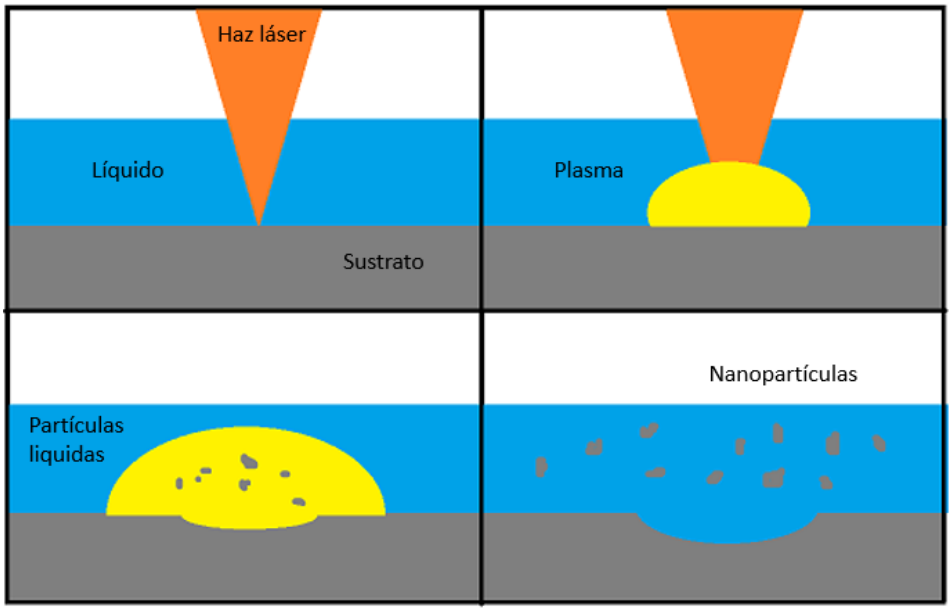


Figura 3-5 Formación de nanopartículas por ablación láser en líquidos (Autoría propia)

Las características de nuestro producto obtenido dependerán de la longitud de onda del láser, el ancho de pulo, el medio líquido y el tiempo de interacción entre otros factores. Como ejemplo de ello nos basaremos en un experimento llevado a cabo con dos disolventes distintos: agua pura desionizada y alcohol metílico a temperatura ambiente, presión atmosférica y mediante un láser enfocando a la superficie de la muestra con un barrido rectangular. Además, se utilizaron dos fuentes de láser diferentes: la primera de nanosegundos que proporcionaba pulsos a longitud de onda de 532nm, con 0,26mJ de energía de pulso y 14ns de duración de pulso y una segunda fuente láser de picosegundos que emitía radiación a 1064nm, con 0,03mJ de energía de pulso y 800ps de duración de pulso. En este estudio se obtuvieron las siguientes muestras: [24]

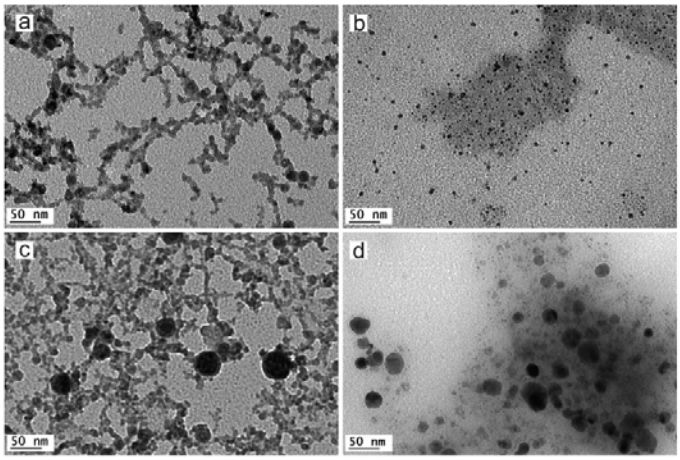


Figura 3-6 Nanopartículas obtenidas por ablación láser de nanosegundos en agua (a), en alcohol metilo (b) y ablación láser de picosegundos en agua (c) y en alcohol metilo (d). [24]

Tal y como se puede observar en la Figura 3-6, las nanopartículas obtenidas en alcohol metílico muestran un tamaño pequeño y una forma redondeada mientras que cuando se utiliza agua como disolvente, las nanopartículas muestran una estructura en forma de cadena con un tamaño medio mayor que las anteriores. Según el efecto de los parámetros del láser sobre las nanopartículas resultantes, cabe

mencionar que el tamaño disminuye en ambos casos (agua y alcohol metílico) si se utiliza el láser con ancho de pulso de nanosegundos. Esta diferencia de tamaño y forma revela los mecanismos implicados en el proceso de formación de nanopartículas [24].

3.3.2 Ablación en medio gaseoso

En cuanto a la obtención de nanopartículas por medio de ablación láser en un entorno controlado gaseoso, el proceso es similar al explicado anteriormente en líquidos. La principal ventaja que nos aporta este proceso es la facilidad de obtener partículas de distintos materiales sin contaminación alguna [25] además de poder controlar la composición química, el tamaño de las partículas y producir formas específicas como nanotubos, nanocables y nanoesferas. Esta técnica consiste en la radiación de un haz de láser pulsado sobre nuestra muestra haciendo que esta absorba dicha energía y se comience a vaporizar formando un plasma. A una temperatura inferior al punto de fusión del sustrato, el núcleo aumenta su tamaño y se coalesce [26].

La técnica de ablación en medio gaseoso se realiza en una cámara que permite un ambiente controlado durante el proceso y la representación de lo que ahí ocurriría se puede apreciar en la Figura 3-7. En esta cámara, se introduce el material sólido del que se generarán las partículas. El láser se enfoca en la superficie del material utilizando una lente o un espejo y se emiten pulsos de alta energía que es absorbida por el material sólido, lo que genera una pluma de plasma que contiene átomos y moléculas de dicha muestra. La pluma de plasma se expande rápidamente en el medio gaseoso de la cámara y a medida que se enfría, las partículas comienzan a condensarse en el medio. Una vez que la pluma de plasma se desvanece, las partículas condensadas se recolectan para su posterior análisis y aplicación en diversas áreas. El tamaño y la forma de las partículas se determinan por factores como la energía del láser, el tipo de material sólido y las condiciones de la cámara [21].

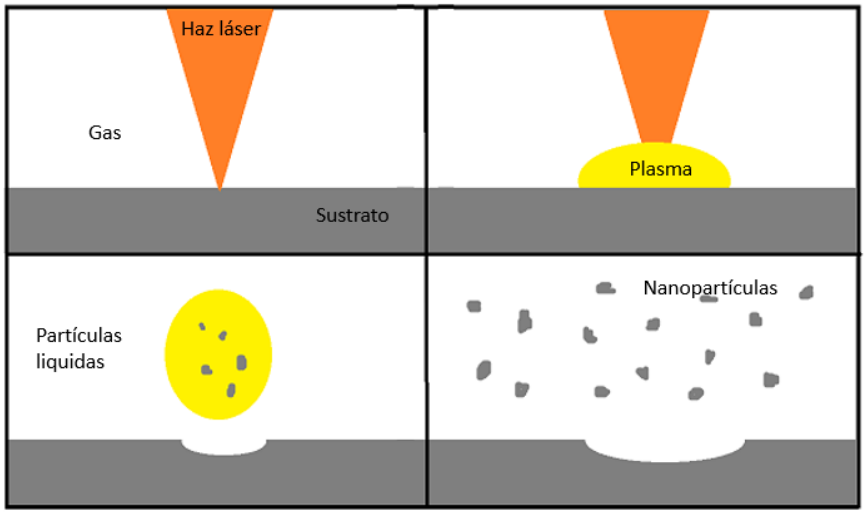


Figura 3-7 Formación de nanopartículas por ablación láser en gases (Autoría propia)

Las aplicaciones de la ablación láser en medio gaseoso son amplias y diversas, y se han utilizado las nanopartículas producidas mediante esta técnica en una gran variedad de campos, como la electrónica, la óptica, la medicina o la energía y para producir diversos materiales como metales, óxidos, nitruros, sulfuros y polímeros. La técnica ha demostrado ser muy útil en la producción de nanopartículas de alta pureza, que tienen propiedades físicas y químicas únicas. Un ejemplo concreto de su uso es en la mejora de la eficiencia de las células solares, en las que se han incorporado estas nanopartículas para aumentar la conversión de energía solar en electricidad [27].

3.4 Fuentes láser

Puesto que la interacción entre el láser y el material a procesar varía según el tipo de material, resulta esencial contar con la capacidad de trabajar con múltiples fuentes láser. Por ejemplo, los vidrios, pudiendo existir ligeras variaciones a causa de las impurezas o dopantes, son generalmente transparentes a láseres con longitudes de onda entre el visible (VIS, λ=400 nm) y el infrarrojo cercano (NIR, λ=1080 nm); no obstante, tienen una alta absorbencia, cercana al 100%, para láseres de CO_2 con una longitud de onda de 10600 nm [28].

Dado que se busca que el sistema desarrollado en el presente Trabajo de Fin de Grado permita la fabricación de nanopartículas a partir de diferentes materiales precursores, como polímeros, metales o cerámicas, se ha establecido como requisito de diseño que sea compatible con diversas fuentes láser. De esta manera, se solo hará falta realizar pequeñas modificaciones en la cámara de procesamiento cuando sea necesario realizar un cambio entre fuentes, principalmente ajustando la ventana de protección y la altura de trabajo para cada láser en particular.

En cuanto a las fuentes requeridas para el futuro manejo de la cámara, quedan resumidas en la Tabla 3-2 y son las siguientes [29]:

- Láser de Q-switch de Nd:YVO_4 de primer armónico, cuya longitud de onda es de 1064 nm y la duración del pulso es de 20 ns. Este tipo de láser es de estado sólido, lo que significa que el medio activo está formado por cristales de vanadato dopados con neodimio. La excitación del láser se realiza mediante diodos y la emisión de radiación se encuentra en el infrarrojo cercano. Los pulsos son cortos, del orden de decenas de nanosegundos, y se producen a altas tasas de repetición de pulso, entre 20 y 200 kHz.
- Láser de Q-switch de Nd:YVO_4 de segundo armónico, con una longitud de onda de 532 nm y una duración de pulso de 14 ns. Al igual que el anterior, se trata de un láser de estado sólido con medio activo Nd:YVO_4, excitado por diodos y pulsado, con pulsos cortos de decenas de nanosegundos y altas tasas de repetición que oscilan entre 20 y 200 kHz. Sin embargo, en este caso, se produce una duplicación en frecuencia, lo que provoca una emisión de radiación en el espectro visible correspondiente al verde.
- Láser de CO_2 con una longitud de onda de 10600 nm y una duración de pulso que varía entre 10 μs y 1000 μs. Es de tipo gas, utilizando una mezcla de gases (CO_2, He, N_2) como medio activo y se excita por medio de descargas eléctricas. La emisión del láser de CO_2 está en el rango del infrarrojo medio-lejano.

Láser	**λ (nm)**	**P (W)**	**Ancho pulso**	**Frecuencia (kHz)**
CO2	10600	25	0,01 - 1 ms	1
Nd:YVO4 (IR)	1064	20	20 ns	CW – 200
Nd:YVO4 (VIS)	532	12	14 ns	20 - 200

Tabla 3-2 Resumen de las características de las fuentes láser (Autoría propia)

A mayores, cada una de las fuentes está equipado con un cabezal de procesamiento que se compone de dos espejos montados en galvos, conocido como "galvo scan head", como el ejemplo de la Figura 3-8. Estos espejos permiten desviar el haz de manera rápida debido a su capacidad de respuesta veloz y baja inercia. El control de estos espejos está a cargo de un ordenador, el cual sigue una serie de trayectorias predefinidas para que el haz láser actúe como un lápiz sobre la superficie a tratar.



Figura 3-8 Cabezal de procesamiento basado en galvos (cortesía Ray-Motio)

Para enfocar el haz, se utiliza una lente de campo de focalización conocida como "F-Theta Lens". Esta lente corrige la altura del foco para que siempre esté sobre un plano recto. El sistema de procesamiento láser, por tanto, se compone de estos tres subsistemas, fuente, espejos y lente, que operando de manera conjunta y de la forma en que se esquematiza en la Figura 3-9, conseguirían el barrido deseado sobre la muestra.

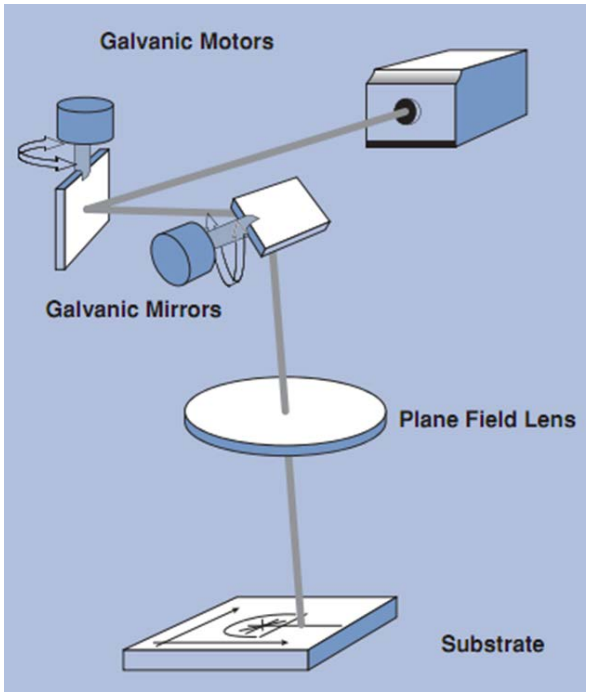


Figura 3-9 Principio básico de funcionamiento de un sistema láser para ablación basado en escáner con galvos [29]

Por lo general, los sistemas de procesamiento de materiales con láser son muy flexibles y versátiles, lo que permite obtener patrones de espesor muy reducido, de unas pocas decenas de micrómetros. Estos sistemas se utilizan ampliamente en diferentes aplicaciones, como el marcado láser (marcado vectorial), el texturizado superficial (microtexturización) para modificar las propiedades tribológicas del material tratado, o la producción de nanopartículas por ablación láser. En concreto, en el caso de la obtención de nanopartículas, esta técnica destaca por su alta tasa de producción y un costo significativamente más bajo en comparación con los sistemas de capa delgada, como el LCVD (Laser chemical vapor deposition, deposición química de vapor láser) o el PLD (Pulsed laser deposition, deposición de láser pulsado), que requieren costosos sistemas de alto vacío [28].

4 DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA PRODUCCIÓN DE NANOPARTÍCULAS

4.1 Introducción

Con el fin de superar las limitaciones que anteriores sistemas de procesamiento han podido encontrar y con el objetivo principal de acunar ambos métodos de fabricación, se ha estudiado y llevado a cabo el sistema de procesamiento que esquemáticamente se puede apreciar en la Figura 4-1.

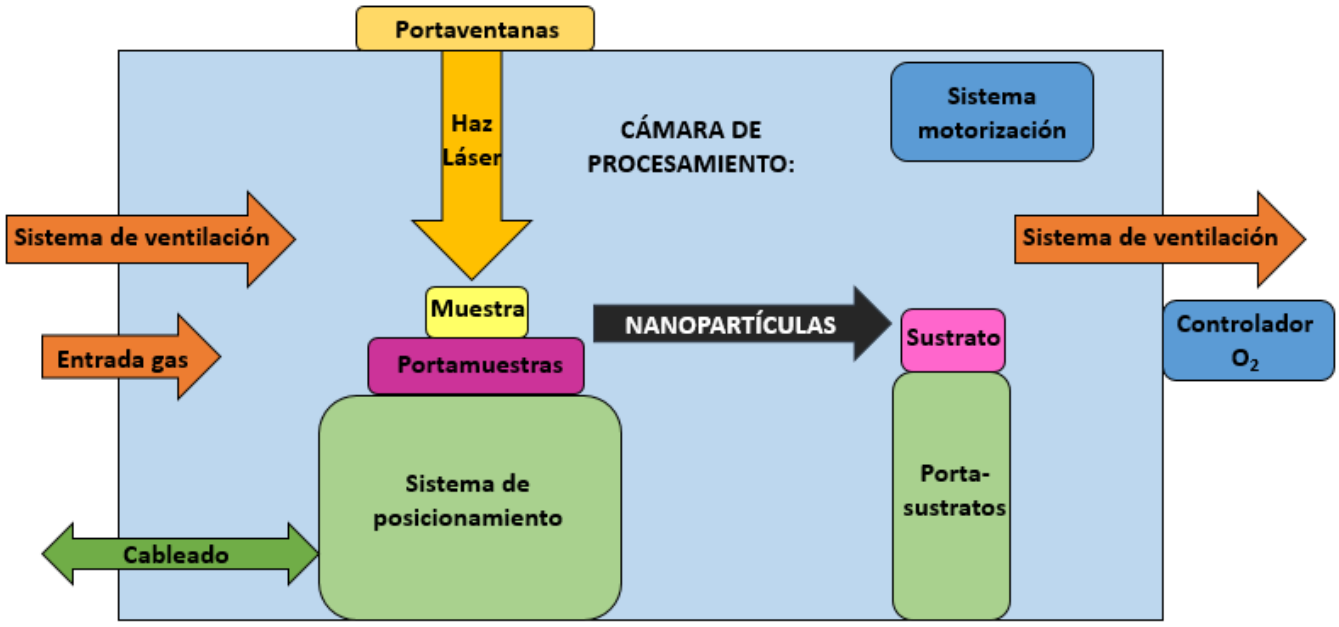


Figura 4-1 Diagrama de bloques del sistema de procesamiento (Autoría propia)

La propuesta dispone de un único soporte móvil capaz de trabajar con muestras tanto en medios líquidos como en gaseosos simplemente con el sencillo intercambio de una pieza. Asimismo, este soporte nos proporciona movimiento tanto en el eje X-Y como en el Z de manera mecanizada con la finalidad de ajustar la posición de la muestra y permitir así un barrido laser completo sobre el blanco. Del mismo modo se podrá programar un giro continuo que nos faculta el removido en caso de las muestras acuosas.

Con el objetivo de trabajar con el único sistema en medios líquidos y gaseosos el diseño dispone de un portamuestras intercambiable. De este modo se hace viable para ambos tipos de técnicas de forma sencilla. Por consiguiente, el portasustratos está adaptado para ser capaz de recolectar las partículas que provendrán de diversas direcciones, según se ajuste el microposicionamiento.

En estos tratamientos llamamos atmósfera a la masa gaseosa encerrada en la cámara que está en contacto con la muestra y los resultados. Es necesario que la obtención se produzca en una atmosfera controlada, para ello se introducirá un gas de naturaleza inerte y no reactiva, argón [30]. Este gas no forma compuestos químicos, no es corrosivo y se da naturalmente en el medio ambiente [31]. De esta manera preservará los materiales y componentes que estén siendo procesados reemplazando el aire del interior de nuestra cámara. Para un mayor control, se mide la cantidad de O_2 existente en el interior de la cámara estudiando el aire que sale de ella.

Para hacer posible la entrada del haz proveniente de la fuente láser el sistema cuenta con una ventana que hace posible su entrada y direccionamiento hacia la muestra. A mayores, está adaptado para su uso con diferentes ventanas según la fuente láser utilizada.

En lo que a suplementos respecta, el diseño cuenta con sistema de videovigilancia para llevar un control visual durante el proceso.

4.2 Condiciones de diseño

Teniendo en cuenta las necesidades del proyecto, se han de definir las limitaciones y restricciones además de algunas especificaciones de diseño necesarias. La eficiente producción de nanopartículas exige un diseño cuidadoso de la cámara de procesamiento, con el fin de garantizar un ambiente controlado, puro y seguro. Para tal fin, se establecen diversas condiciones que deben ser consideradas con atención.

- Sistema de ventilación: resulta imprescindible equipar la cámara con un sistema de ventilación adecuado, que permita evitar la acumulación de gases y vapores tóxicos en el ambiente interno.
- Control de la presión: es necesario controlar la presión interna de forma precisa. Esto permite mantener un ambiente controlado y evitar la fuga de partículas al exterior.
- Filtración del aire: indispensable para garantizar la pureza del proceso de producción. El sistema debe contar con un sistema de filtración del aire que evite la entrada de partículas extrañas al ambiente interno.
- Sistema de agitación debe estar dotada de un sistema de agitación que permita mezclar adecuadamente los componentes y mantener una distribución homogénea de las nanopartículas.
- Materiales adecuados: los materiales utilizados en la construcción de la cámara deben ser resistentes a la corrosión y a la oxidación, para evitar que se produzcan reacciones no deseadas durante el proceso de producción.
- Sistema de control automático: resulta esencial contar con un sistema de control automático que permita ajustar las variables de manera precisa, a fin de garantizar la reproducibilidad del proceso de producción.
- Sistema de monitorización del proceso: un sistema de videovigilancia de tal forma que se pueda visualizar el proceso en tiempo real.
- Espacio suficiente: la cámara debe contar con suficiente espacio para permitir el acceso y la manipulación de los componentes y equipos necesarios para el proceso de producción.
- Iluminación adecuada: que permita la visualización clara del proceso de producción, lo que es esencial para monitorear el proceso y detectar posibles problemas o irregularidades.
- Alternativas para fuentes láser: compatible con diversas fuentes láser que nos permita trabajar con diferentes fuentes realizando de manera versátil.

4.3 Diseño de un sistema de procesamiento de nanopartículas mediante ablación láser

El sistema de procesamiento de nanopartículas mediante ablación láser que ahora se describe a continuación consta de las siguientes partes principales:

- Un portamuestras compuesto por una parte que queda fijada a la cámara y es capaz de realizar movimientos, y una parte intercambiable en función del medio en el que se produzca la ablación, liquido o gaseoso.
- Un portasustratos de altura variable con el que serán recogidas las muestras de nanopartículas.
- Un sistema de ventilación con el propósito de mantener la atmosfera controlada y además dirigir las nanopartículas hacia el portasustratos.
- Una cámara cerrada, con opción de apertura superior para realizar los trabajos, en la que tendrán lugar los procesos y a través de la cual entrará el haz de láser.

En cuanto a los materiales a emplear en la fabricación de las siguientes piezas serán el aluminio, latón, acero y cobre. El sistema de procesamiento está diseñado para construirse principalmente de aluminio, así lo son las seis caras de la cámara y la mayoría de sus sistemas. Esto se debe a que es un metal ligero, que facilita su transporte y manejo, duradero, fácil de mecanizar y económico. Sin embargo, en aquellas piezas que deban roscarse entre sí no será adecuado, pues los filetes de las roscas se podrían deformar y se podrían dañar las piezas. En este caso se utiliza el latón, una aleación de cobre y cinc con un precio más elevado pero idóneo para herrajes por su resistencia a la corrosión. Por su durabilidad y gran resistencia, en algunos casos también se hará uso del acero como material de construcción en piezas que deban soportar esfuerzo. Por último, a pesar de su elevado precio, se ha decidido fabricar con cobre las piezas que se refieren al blanco, como el portamuestras y el portasustratos. Este material es un excelente conductor térmico por lo que se precisa de el en aquellas piezas que están más expuestas al haz de la fuente láser y que estén en contacto con la muestra. Son diseños de pequeño tamaño por lo que el peso o costo no son factores en contra para uso frente a lo aportado.

4.3.1 Sistema de posicionamiento de la muestra

El portamuestras es un dispositivo utilizado mayoritariamente en entornos de laboratorio con el objeto de presentar las distintas muestras para su análisis o facilitar el manejo y preparación de ellas. En este caso es necesario que se coloque un blanco para ser irradiado por un haz de láser que, dependiendo del tipo de blanco a utilizar, esta colocación será diferente, por lo que se busca un portamuestras orientable. Con el propósito de abarcar distintas muestras y utilizarlas de manera eficiente sin tener que interferir durante el proceso para cambiar su colocación, se ha considerado el hecho de que el portamuestras sea capaz de moverse en múltiples direcciones y que, además, se pueda hacer de manera remota desde el exterior de la cámara. Para tal efecto se propone un sistema compuesto por tres piezas de la empresa lituana Standa.

El primero de estos mecanismos, aquel anclado a la parte inferior, se trata del *8MTF - Motorized XY Scanning Stage*, Figura 4-2. Esta platina de barrido motorizada está diseñada para aplicaciones en las que se requiere gran precisión y repetitividad, como es nuestro caso. Realiza un movimiento bidimensional horizontal en dos ejes, X e Y, alcanza una velocidad de 10 mm/s y tiene una resolución por etapa de 2,5 µm [32]. Su principal ventaja es que permite facilitar escaneo a la muestra gracias a su movimiento en el eje X y simultáneamente de manera perpendicular, eje Y, mediante un control automatizado siguiendo una secuencia específica.

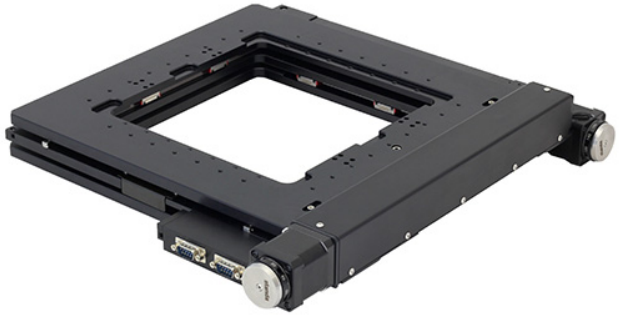


Figura 4-2 8MTF-Motorized XY Scanning Stage [32]

El siguiente mecanismo, siguiendo un orden ascendente de montaje, sería *el 8MVT120-5-Motorized Vertical Lift Stage*, Figura 4-3. Una platina de elevación vertical motorizada que nos permite elevar la muestra y así controlar la distancia a la que es irradiada por el haz. La separación existente entre la fuente emisora de radiación láser y el objeto de interés influye en la configuración y dimensión del punto focal que se forma en la superficie del mismo, lo cual se traduce en una notable incidencia en la precisión y homogeneidad del proceso de ablación. Cuando la distancia es muy corta, el punto focal del láser puede ser demasiado pequeño, lo que puede resultar en un exceso de energía en un área muy pequeña, y puede causar daño o deformación en la superficie de la muestra. Si la distancia es demasiado grande, el punto focal del láser puede ser demasiado grande y esto puede afectar la precisión del proceso. Además, también afecta a su eficiencia. Cuando la distancia es considerable, la radiación láser se dispersa y su capacidad de afectar el material precursor disminuye, con el posible aumento de tiempo y costos del proceso. Si la separación es muy pequeña, la muestra podría absorber una cantidad excesiva de energía, reduciéndose así la eficiencia del proceso [21]. Para la unión de esta pieza con la anterior, ha sido necesario el diseño de una pieza intermedia entre ambas a la que los ejes de posicionamiento quedan atornillados.



Figura 4-3 8MVT120-5- Motorized Vertical Lift Stage [32]

Por último, la tercera pieza de Standa que queda fija y nos permite orientar las muestras, es *8MR190-2-Motorized Rotation Stage*, Figura 4-4. Este montaje realiza un movimiento de rotación de 360º de manera continua con un ritmo programado de manera remota. Este acople se introduce con el propósito de poder agitar el líquido del interior del vaso precipitado cuando la ablación se produzca en un medio acuoso, de este modo, el haz no irradiará siempre la misma zona y se removerá el líquido permitiendo que sus partículas se mezclen.

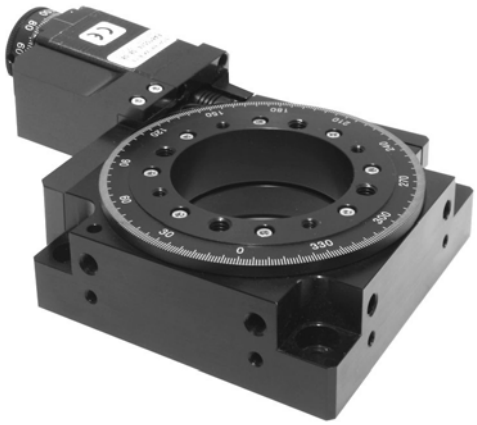
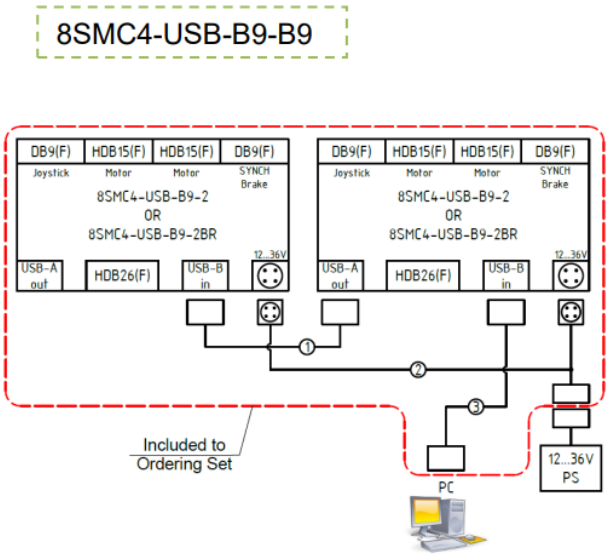


Figura 4-4 8MR190-2-Motorized Rotation Stage [32]

A mayores, para poder sostener el blanco sobre este montaje, es necesario un ajuste por lo que se ha diseñado una tabla multifuncional con opción de colocar en ella portamuestras de distintos tipos y tamaños. Sobre esta pieza es la que colocamos los diferentes acoples que nos permitirán trabajar en medio liquido o gaseoso. Esta unida al sistema motorizado rotacional por cuatro tornillos M4 que deberemos liberar para un manejo ágil y sencillo durante el montaje de los sistemas adaptadores de los distintos medios.

El control de estas tres plataformas permitiendo un movimiento en cuatro ejes distintos, se consigue gracias al controlador *4-axis Controller 8SMC4-USB-B9-B9* de Standa. Diseñado para motores paso a paso bipolares y bifásicos con corrientes de 0,25 A -3 A y para motores de CC con una corriente de bobinado de hasta 6 A. El software del controlador es totalmente compatible con casi todos los sistemas operativos como Windows, Mac OS X, Linux, etc. Proporciona Javascript como lenguaje de scripting para automatizar rápidamente la tarea. El proceso de control puede automatizarse con la opción de scripting, que puede utilizarse directamente o para acelerar el proceso de desarrollo de programas de control personalizados. XILab admite el modo multiaxial y scripts de control multidimensionales. Es posible mostrar el estado del motor y del controlador en forma de gráficos y guardarlos en un archivo. El software XILab dispone de dos tipos de interfaces: control de un eje y control multieje [32]. Se trata de dos fuentes de alimentación que trabajan conjuntamente interconectadas entre sí como se aprecia en la representación gráfica de la Figura 4-5. Enlazan con el ordenador a través de un cable USB y con sistema motorizado por cuatro cables de puertos HDB15(F), uno por cada eje de movimiento. Para que los cables de estas conexiones se ajusten al espacio disponible en el interior de la cámara se hace un cableado a medida, puesto que los comerciales tienen mayor longitud. Se empalman los cables de la salida de los motores a cuatro conectores macho de 15 pines que irán los bastidores de montaje en panel con adaptadores de género para conexiones D-sub, que se encuentran anclados en parte inferior de la pared lateral de entrada de ventilación. Ambos controladores quedan entonces conectados por medio de cuatro cables de conector macho y hembra de 15 pines a la salida de los adaptadores, los cables y adaptadores mencionados anteriormente son adquiridos en *RS*.



No.	Code	Description
	***Included** to Ordering Set*	
	8SMC4-USB-B9-2	Motor Controller
	8SMC4-USB-B9-2	Motor Controller
1	USB/A-B	USB cable between controllers 0.2 m
2	8A-KPPX-KPJX	Power distribution cable
3	USB/A-USB/B	USB cable to PC, 1.8 m
	Not Included to Ordering Set	
	8CA15F-15MR	Cable from controller to motor
	8CA-SYNCH	Synchronization cable

Figura 4-5 Resumen gráfico de las conexiones del 4-axis Controller 8SMC4-USB-B9-B9 [32]

A la hora de obtener nanopartículas cuya muestra sea necesaria sumergir en un líquido para la ablación, sobre la tabla anteriormente mencionada anclamos cuatro escuadras que sirven como fijación para el vaso de precipitados utilizado como depósito de líquido. Las escuadras se atornillan en los distintos huecos según el diámetro del vaso y se ajustan a este por tornillos de nylon para que no se vea dañado por los mismos. Como se puede observar en la Figura 4-6, queda anclado con tres escuadras iguales y de un tamaño inferior a la cuarta, que nos servirá para sujetar el portamuestras. La pieza que en este caso portará la muestra, se trata de una mesa que puede albergar un blanco de hasta 27 mm de largo, por 18 mm de ancho y una altura variable que queda sujeto por una pequeña pletina ajustada mediante dos tornillos.

La altura sobre la superficie del líquido a la que se trabajará es regulable gracias a la hendidura escalada que posee. Por esta hendidura, además, queda sujeto el portamuestras a una de las escuadras y así al sistema. Reglarla era necesario pues la distancia a la que se encuentre la muestra de la superficie afectará a las propiedades del sustrato obtenido. Si la distancia es demasiado grande, la energía del láser se dispersará antes de llegar a la superficie, lo que reducirá la tasa de ablación y prolongará el tiempo necesario para completar el proceso. Si la distancia es demasiado pequeña, la energía del láser puede ser demasiado alta y causar daños en la muestra o en el líquido circundante. Asimismo, la distancia a la superficie también puede afectar la calidad de la muestra producida. Por ejemplo, si la distancia es demasiado grande, puede haber una mayor acumulación de burbujas de gas en la interfaz líquido-muestra, lo que puede introducir impurezas en la muestra y reducir su calidad [33].

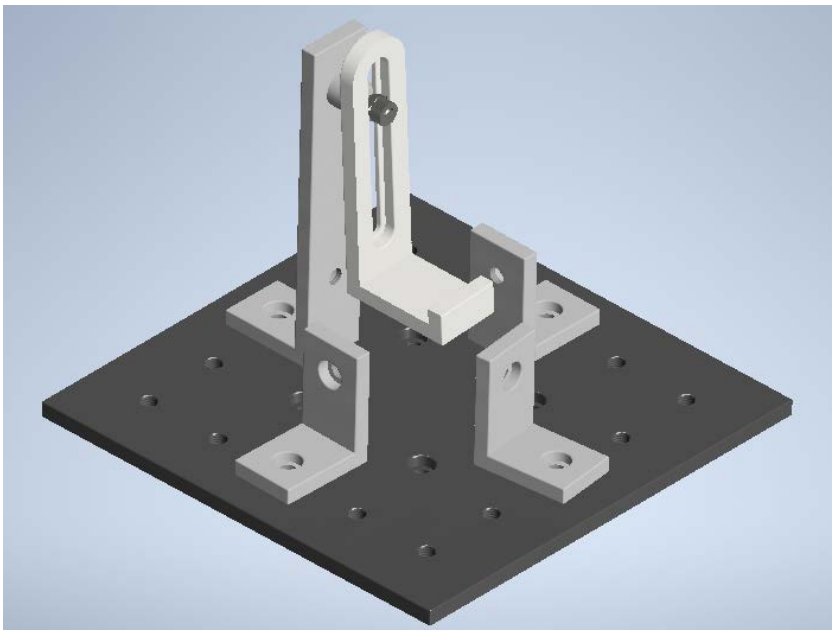


Figura 4-6 Ajuste para ablación en medio liquido (Autoría propia)

Por otro lado, para el caso de la obtención de nanopartículas en un medio gaseoso, concretamente en la atmósfera controlada del interior de la cámara, solo será necesario modificar lo colocado sobre la mesa multifuncional. A esta se le añade el goniómetro de Standa *7G174-30 - Small Goniometer*, Figura 4-7. La base de la pieza queda fijada a la tabla a través de un plato universal de esta misma marca y cuenta con una rosca para regular su orientación entre ±15º. Es importante controlar la orientación de la muestra para optimizar la eficiencia y la calidad de la ablación. Asimismo, también puede afectar la uniformidad del proceso. Si la muestra no está orientada correctamente, es posible que se produzcan variaciones en la profundidad o la calidad de la ablación en diferentes áreas de la muestra. Incluso se ha de considerar si se quiere lograr un patrón específico de nanopartículas,



Figura 4-7 7G174-30 - Small Goniometer [32]

Sobre el goniómetro, tal y como se observa en la Figura 4-8, colocamos el portamuestras que cuenta con un soporte alargado y anclado por base en forma de cruz con cuatro tornillos. En el final de la barra se enrosca la mesa con cavidad para muestras de 25 mm de largo, 20 mm de ancho y del mismo modo que antes, una altura variable que se sujetará por una pletina.

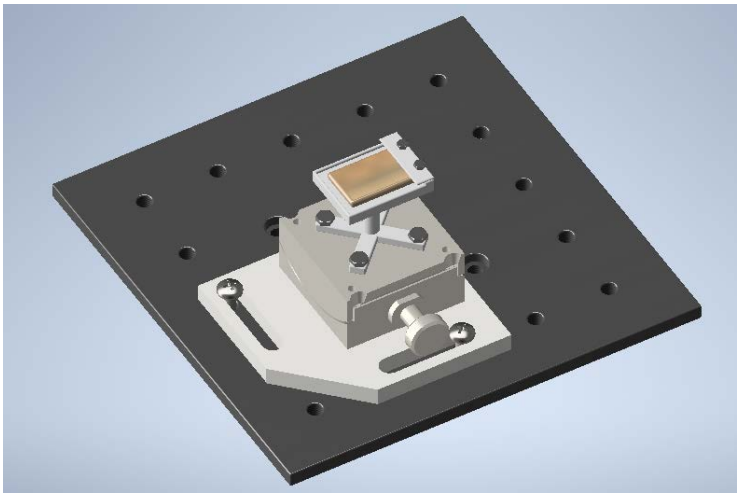


Figura 4-8 Ajuste para ablación en medio gaseoso (Autoría propia)

4.3.2 Sistema de recolección

En la técnica de ablación láser es necesario un sistema que permita la recolección de las nanopartículas obtenidas durante el proceso. Por lo general se coloca cerca de la muestra, para que exista el menor número de perdidas posibles. En función de la técnica de ablación y las propiedades de las partículas que se estén recolectando, este sistema varía, pudiendo utilizarse filtros, membranas u otros dispositivos para capturar y separar las partículas según su tamaño, forma o composición.

En este caso en particular, se ha diseñado un portasustratos de altura y orientación regulable. La altura varía entre los 160 mm y 250 mm siendo regulada manualmente y fijada con un tornillo pasante. Por su parte, la orientación de 360º con la que cuenta es debido a un soporte con bola que fija y sostiene la mesa portasustratos en una posición específica. Este sistema permite una gran movilidad y un ajuste fino del componente en cualquier dirección.

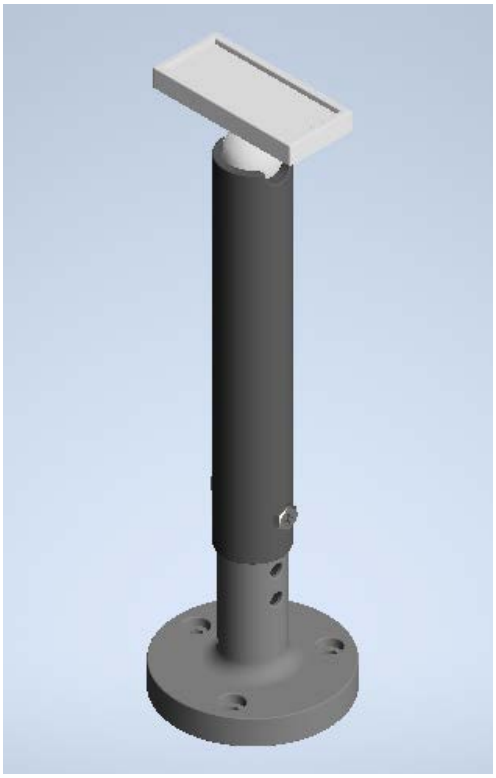


Figura 4-9 Conjunto portasustratos (Autoría propia)

Este conjunto que aparece en la Figura 4-9 está formado por cuatro piezas que son ensambladas:

- La parte interna es un tubo hueco que, atornillado a la base de la cámara con cuatro tornillos de métrica M4, deja fijo el portasustratos a ella. Cuenta con nueve huecos pasantes de rosca métrica normal igual a la previamente nombrada, separados 10mm entre sí que capacitan la regulación de altura del conjunto.
- Al anterior, lo recubre un tubo hueco de 134 mm de largo, un diámetro interno de 22 mm y con un solo hueco pasante M4, que permitirá la determinación de la altura mediante un tornillo. Además, su parte superior tiene forma de media esfera hueca para albergar la bola.
- Una esfera de 18 mm de diámetro que reposa sobre el hueco y consta de una elongación roscada. La bola se coloca en el hueco y se ajusta para que esté nivelada. Tiene un mecanismo de bloqueo que mantiene la bola en su lugar una vez que se ha ajustado. Luego, el sistema se puede mover en cualquier dirección y la bola girará para mantenerse nivelada.
- La mesa portasustratos de 50 mm de largo y 20 mm de ancho donde se recogerán las nanopartículas obtenidas. Esta queda unida al conjunto de forma roscada a la bola. Sobre esta se coloca una cinta adhesiva que captará las partículas. Para sujetar el portasustratos se colocaran dos abrazaderas de acero inoxidable de *RS*, como las que aparecen en la Figura 4-10, en el canto de la mesa de manera que facilite extraer la cinta para retirar la muestra.

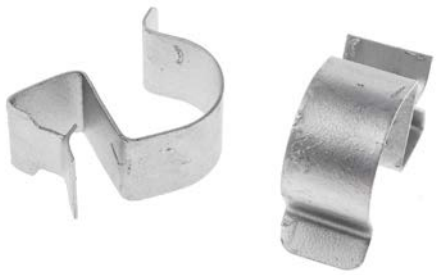


Figura 4-10 Abrazadera para sujetar el portasustratos [34]

En este proyecto se estudia el diseño para la ablación tanto en medio líquido como en sólido. Cuando la obtención de nanopartículas se produce en un medio acuoso, es el propio medio el que alberga los sustratos deseados. En este caso habrá que filtrar la solución para obtener las partículas deseadas. Es por ello que el portasustratos solo es necesario cuando estemos realizando la fabricación en medio gaseoso.

Para facilitar la recolección de las nanopartículas y que estas no se queden suspendidas en el aire, la cámara de procesamiento cuenta con un sistema de soplado de gas que redireccionará las partículas hacia el portasustratos. A medida que el haz de láser vaya incidiendo sobre el blanco y se vayan creando las partículas deseadas, este tubo orientable ayudará a que estás se dirijan hacia el colector evitando perdidas y contaminación del ambiente.

4.3.3 Sistema de ventilación

Es primordial que las nanopartículas producidas estén libres de impurezas, que no se produzcan reacciones indeseadas con el entorno (oxidación, nitruración), y en general que el entorno esté lo más descontaminado posible, pues trabajamos con partículas de muy pequeña escala, nanopartículas, fácilmente perturbables. Cualquier partícula ajena a la muestra podría interferir en sus propiedades finales y hacer que los estudios, para cuyo propósito es está cámara de procesamiento, sean inválidos. Por esta razón se ha determinado utilizar el gas argón, que se trata de un gas inerte que desplaza al oxígeno e impide la descarburación y oxidación de las nanopartículas [31].

Por lo que respecta, el proceso de ventilación ha de ser adecuado y debe garantizar el cumplimiento de los requisitos de seguridad y calidad del producto. En el diseño, se alcanza mediante la instalación de un sistema de ventilación mecánico con un flujo de argón controlado. Este gas inerte penetrará en la cámara de procesamiento a través de un racor que está directamente conectado a un filtro de aire, por el

que el gas tendrá que pasar antes de mezclarse en la atmosfera. Este filtro se utiliza para eliminar cualquier impureza que pueda contaminar la muestra y causar un impacto negativo en el producto final. Se trata del *Filtro neumático SMC AF 5µm G ¼, Automático* que se puede encontrar en RS. El filtro de aire modular AF tiene un recipiente trasparente, útil para poder ser controlado, lubricadores y separadores de alta calidad de flujo con un depósito de policarbonato [34]. Es utilizado en sistemas neumáticos para filtrar el aire comprimido y evitar la entrada de partículas y contaminantes que puedan dañar los componentes del sistema. Una gran ventaja de este filtro es que posee una purga automática tipo flotador cuando se detecta una acumulación de contaminantes en el elemento filtrante y un elemento filtrante de 5 µm lo que lo convierte en "súper-eficiente". Esto permite que las moléculas de argón pasen por ella sin que lo hagan así otros contaminantes de mayor tamaño. De este modo será más sencillo controlar la presión, temperatura y humedad en el interior de la cámara, ya que se conocerá su composición química.



Figura 4-11 Filtro neumático SMC AF µm G ¼, Automático [34]

A mayores, en la cámara se introduce argón también a través de través de un tubo flexible de longitud variable de acetal que ayuda a direccionar las nanopartículas suspendidas en el aire tras la ablación en medio gaseoso y las conduce hacia el portasustratos donde quedan retenidas. En el final de este se encuentra una boquilla de pico de pato que ofrece una cobertura amplia y controlada del flujo de aire. Este proceso seria por tanto como se muestra en la Figura 4-12, reflejando con una flecha amarilla el que sería el haz del láser y con dos flechas rosas el aire que acompañaría a las nanopartículas para su recolección.

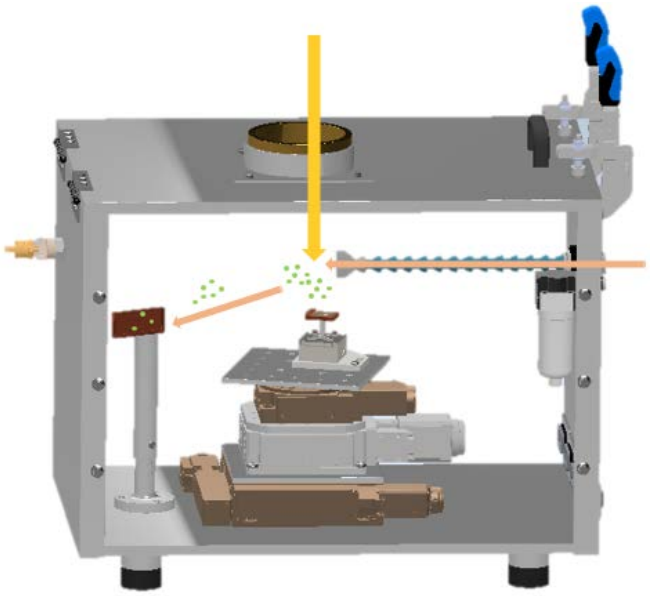


Figura 4-12 Proceso de redireccionamiento de nanopartículas (Autoría propia)

Pese a que la presión alcanzada dentro de la caja de experimentación no debería ser excesiva, en torno a 1,2 bar, es necesario colocar una válvula que la controle ya que durante el proceso estaremos introduciendo gases en ella constantemente, tanto para conseguir una atmosfera controlada como para direccionar las nanopartículas al portasustratos, por lo que necesita una salida. Ante este caso se utiliza la válvula de escape rápido *Norgren 1002/BP000* que realiza una doble función: permite la reducción de presión del sistema trabajando entre 1,6 bar y 2,5 bar, y por otro lado actúa como válvula de retención asegurando que el aire fluya en una sola dirección. Esta válvula está construida con materiales de alta calidad, incluyendo acero inoxidable y aluminio anodizado, que garantizan su durabilidad y resistencia.

Es importante que se lleve un control respecto al flujo de oxigeno que se encuentra en el interior de la cámara de procesamiento. Para ello la opción más sencilla es colocar un medidor tras la válvula de salida de gas. Se utiliza el analizador de oxígeno *Rapidox 1100Z* de la Figura 4-13 que utiliza un sensor electroquímico de oxígeno de alta calidad que ofrece una respuesta rápida y una excelente precisión de ±1% en un rango de medición de 0-30%. Es especialmente adecuado para la supervisión de atmósferas inertes y aplicaciones industriales agresivas dentro de los procesos de fabricación. El dispositivo cuenta con una pantalla LCD retroiluminada de alta resolución que muestra la concentración de oxígeno en tiempo real y ofrece una interfaz de usuario sencilla e intuitiva. Algunas de las ventajas de este medidor son sus dos alarmas programables, su simple calibración o sus salidas programables [35] a la que se podría añadir la experiencia con este aparato pues se encuentra en nuestros laboratorios. Si esta cámara e fuere a construir para el uso propio en nuestros laboratorios, no sería necesaria su obtención pues podríamos utilizar el ya existente.



Figura 4-13 Analizador de oxígeno Rapidox 1100Z [36]

4.3.4 Estructura de la cámara

Todos los sistemas descritos anteriormente se localizan en el interior de la cámara hexaédrica que apreciamos en la Figura 4-14. Esta cámara estanca nos permitirá trabajar la técnica de ablación láser sin perturbar las propiedades de la muestra ya que en su interior se generará una atmosfera controlada gracias a la introducción de argón. Para asegurar esto se han considerado el menor número de salidas al exterior posibles durante el diseño y se han hecho de modo que las perdidas sean mínimas. Las partes que podrían permitir la entrada de aire pues están en contacto con el exterior son los adaptadores del cableado del portamuestras, los racores del sistema de ventilación y la estructura de la ventana a través de la cual penetrará el haz de láser. Sin embargo, estos sistemas están controlados y sellados de manera segura, impidiendo así cualquier contaminación durante el proceso.

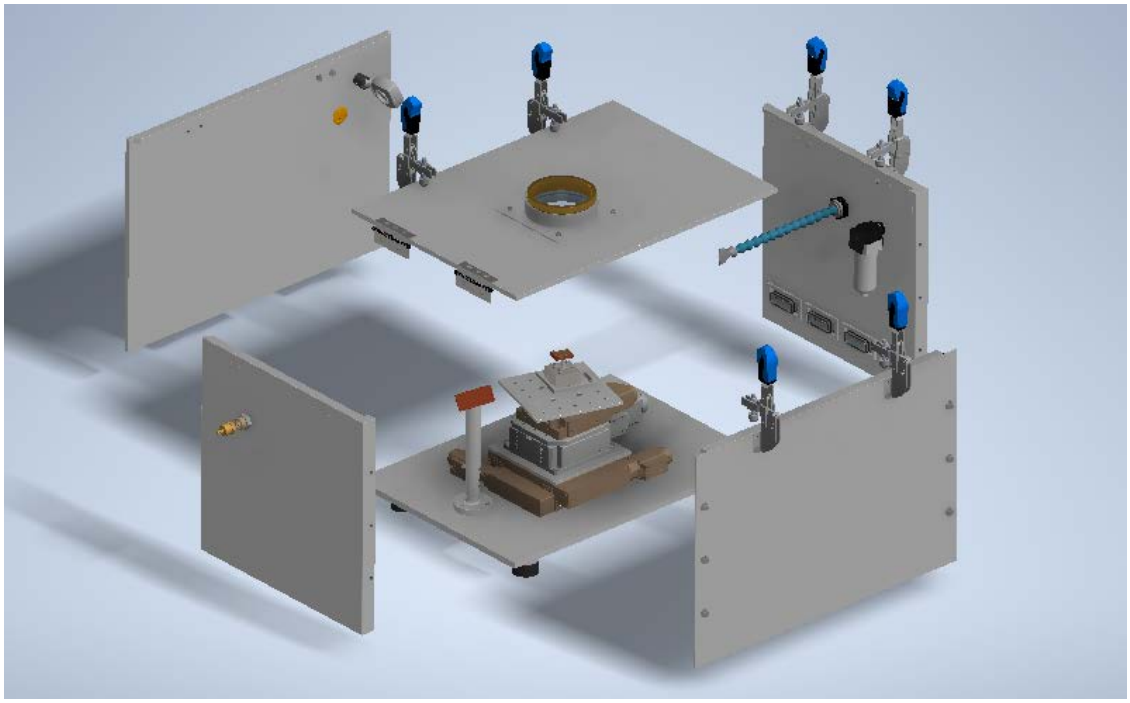


Figura 4-14 Explosionado de la cámara de procesamiento (Autoría propia)

El conjunto tiene una forma geométrica que se asemeja a un rectángulo alargado con tapa y un fondo. Su dimensión, sin detallar en piezas que sobresalen de la estructura hexagonal, es de 515 mm x 358 mm x 363 mm de largo, ancho y alto respectivamente, un tamaño muy cómodo para su trabajo y manipulable. El diseño de este sistema es el fin último del proyecto, por lo que a continuación se justificará con detalle cada una de las partes que lo conforman.

5.2.4.1 Base de la cámara

En el fondo de la cámara tiene 500 mm de largo, 350 mm de ancho y 10 mm de grosor, ya que será esta la zona que soporte todo el peso del sistema de procesamiento completo. Sobre este quedan fijadas la pieza inferior del portamuestras (Figura 4-2) con cuatro tornillos de 6,5 mm de diámetro y la parte interior del portasustratos (Figura 4-9) con tres de métrica M4. Estos dos sistemas estarán ajustados a los agujeros destinados a ello quedando el fondo tal y como se muestra en la Figura 4-15.

Para amortiguar cualquier movimiento vibratorio que se pueda producir durante el procesamiento de las muestras, la caja cuenta con cuatro patas “silent block” por la parte inferior que evitan también el contacto directo con la superficie en la que se pose. El soporte antivibración de Paulstra Hutchinson es un pie amortiguador macho de 40 mm de diámetro, con una altura de 20 mm y una rosca M10. Para evitar que queden directamente atornillados a la plataforma en la que se encuentran las piezas y que pueda sufrir pérdidas por dichas entradas, la base contiene cuatro resaltos de 40 mm de diámetro y 20 mm de altura destinados para la colocación de dichos amortiguadores.

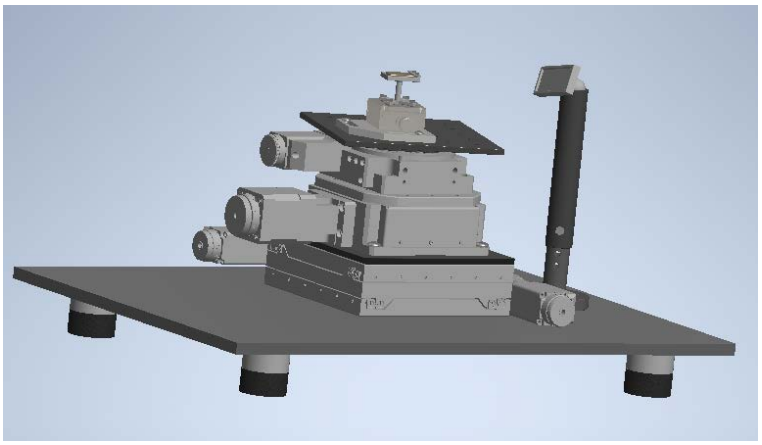


Figura 4-15 Base de la cámara de procesamiento (Autoría propia)

A la base del hexaedro le rodean dos caras frontales, que serán las que tienen mayor área, y dos laterales. Las dos caras laterales y una de las frontales están soldadas entre sí y al fondo, para garantizar un mayor aislamiento. A pesar de que esta técnica es más cara que su atornillamiento, se lleva a cabo con estas prevaliendo que no será necesario su desmontaje completo y así limitaremos cualquier hueco que comunique con el exterior. La última cara frontal, por ende, si quedará atornillada a las dos laterales contiguas.

5.2.4.2 Caras frontales

La pared de mayor área, la frontal trasera de 1822 cm^2, es la que queda soldada y sobre ella figuran la cámara con su sistema de agarre y dos de los cierres del sistema que presionan la tapa contra las paredes de la cámara para evitar fugas. En total son seis bridas verticales con escuadra, como se muestra en la Figura 4-16, de Halder, que gracias a la palanca de gran y rápida apertura, sus condiciones de movimiento y potencia son óptimas, sellan la apertura. Este elemento de sujeción tiene a mayores un autobloqueo en la posición de cerrado que impide que se pueda abrir durante cualquier proceso. La fuerza la ejerce sobre la tapa mediante un tornillo con un protector de goma en su extremo que evita daños en la pieza [37]. A pesar de tener cuatro huecos destinados para su sujeción, en este caso quedan fijados a las distintas paredes por los dos inferiores con dos tornillos de métrica M6 y sus respectivas tuercas por la parte interna de la cámara. El motivo de ello es la maniobrabilidad que nos permite esto a la hora de desmontarlo pues estaríamos pasando de 12 a 24 tornillos. La fuerza que estas bridas deben ejercer no es muy alta por lo que serían capaces de llevar a cabo su función sin dos de sus apoyos.

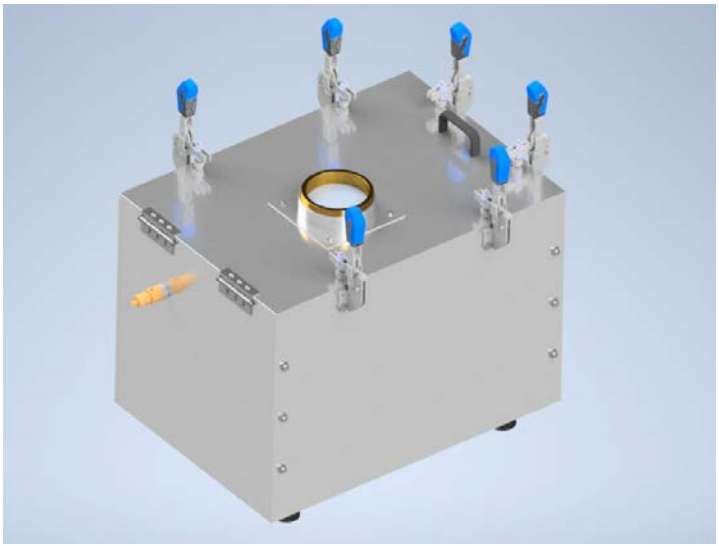


Figura 4-16 Exterior de la cámara de procesamiento cerrada (Autoría propia)

Por lo que respecta a la cámara, se trata de una implementación al sistema con la finalidad de poder monitorizar lo que ocurre en su interior de manera remota y sin la necesidad de que afecten al entorno controlado. Se trata de una cámara *IDS Imaging uEye LE/XLE USB3.1*, Figura 4-17, de Edmund Optics a color de alta calidad con una interfaz USB 3.0 y un sensor de imagen de 1/3 pulgadas y una resolución máxima de 1920x1200 píxeles, con una velocidad de cuadro máxima de 34 cuadros por segundo. Cuenta con una alta sensibilidad a la luz y una amplia gama dinámica, lo que la hace adecuada para una amplia variedad de aplicaciones como el control de calidad, la inspección, la identificación y la medición de objetos. Es de tamaño compacto, 47 mm x 46 mm x 24 mm, pesa 40 gramos y viene con una montura *C/CS-Mount* [38].



Figura 4-17 Cámara *IDS Imaging uEye LE/XLE USB3.1* [38]

Para el posicionamiento de la cámara en la estructura se ha utilizado una la bola articulada *TRB1/M* de Thorlabs utilizada comúnmente para montar espejos, lentes, prismas y otros elementos ópticos en configuraciones experimentales. Tiene una bola de acero inoxidable de 1 pulgada de diámetro montada en una carcasa de aluminio anodizado negro que proporciona una buena estabilidad y durabilidad. Asimismo, permite ajustar el ángulo del componente montado de manera precisa y estable en un rango de 360º. Para unir esta montura articulada a la cámara se ha diseñado un adaptador de 30 mm x 8 mm x 5 mm. El centro de dicha pieza tiene una rosca hembra para alojar el sistema de la bola y dos huecos pasantes de 2,5 mm de diámetro para atornillarlo a la base de la cámara.

Al cerrar el sistema, queda prácticamente sin luz ya que a esta solo entrará por la ventana del haz de la fuente láser. Por ello, es necesario colocar iluminación en su interior para llevar a cabo la videovigilancia con una imagen de calidad que permita apreciar e proceso. Se coloca por tanto una tira de LED flexible de *RS*, como la que aparece en la Figura 4-18, de un metro alrededor de la pared frontal fija que ayudará a iluminar la escena. Utiliza LEDs de larga duración y bajo consumo de energía y alimenta a través de un cable de entrada USB.



Figura 4-18 Tira de LED flexible [34]

Tanto el sistema de iluminación como el de videovigilancia se conectan a un puerto USB pasante que les proporcionará corriente desde el exterior. Para hacer un acople de USB y C, se necesitará un cable adaptador que tenga un conector USB-C y USB en un extremo y un conector USB en el otro extremo. Este cable adaptador permitirá conectar ambos dispositivos con diferentes a una misma toma.

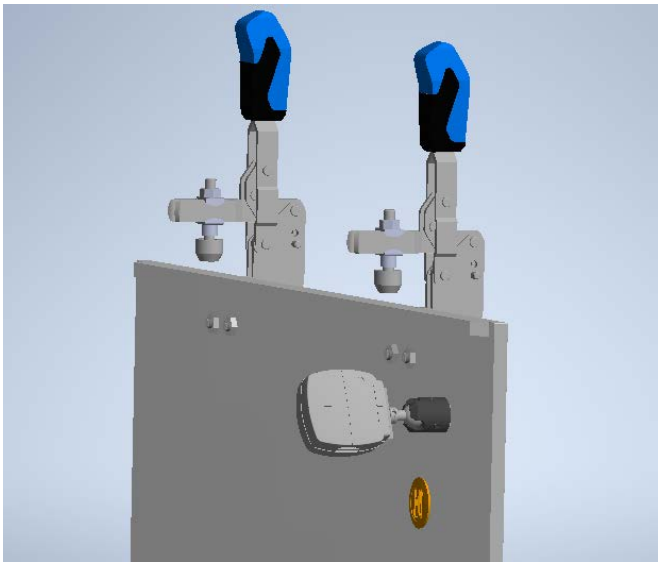


Figura 4-19 Detalles de la parte superior de la pared frontal trasera (Autoría propia)

La pared que la enfrenta, la frontal, posee un área de 1819 cm^2 y tiene la capacidad de ser desmontada si para la manipulación en el interior de la cámara no es factible únicamente con la apertura superior. Por ello, esta pared queda atornillada a las laterales mediante seis tornillos de métrica M6, tres a cada lado de la cara frontal en fila. Para asegurarnos de que no se producen perdidas por su anclaje, en la zona de la unión con las laterales, se ha colado un cordón tórico, como se aprecia en la Figura 4-20, que sella las superficies y crea un vacío entre ellas. Este cordón de caucho nitrílico de 1,6 mm de diámetro se diseña a medida pues se comercializa una bobina completa de 8,5 m de esta en *RS* que posteriormente se utiliza para otra de nuestras piezas. A mayores, para que pueda actuar del mismo modo con el suelo de la cámara, se ha incluido en esta pared un resorte de 1 mm de anchura y 2 mm de altura donde se ha colocado también este cordón. Así pues, la caja quedará sellada de manera óptima y nos facilitará un sencillo despiece en caso necesario. Por su parte, esta pared contiene también dos de las bridas de cierre colocadas de la misma forma que en la cara contraria.

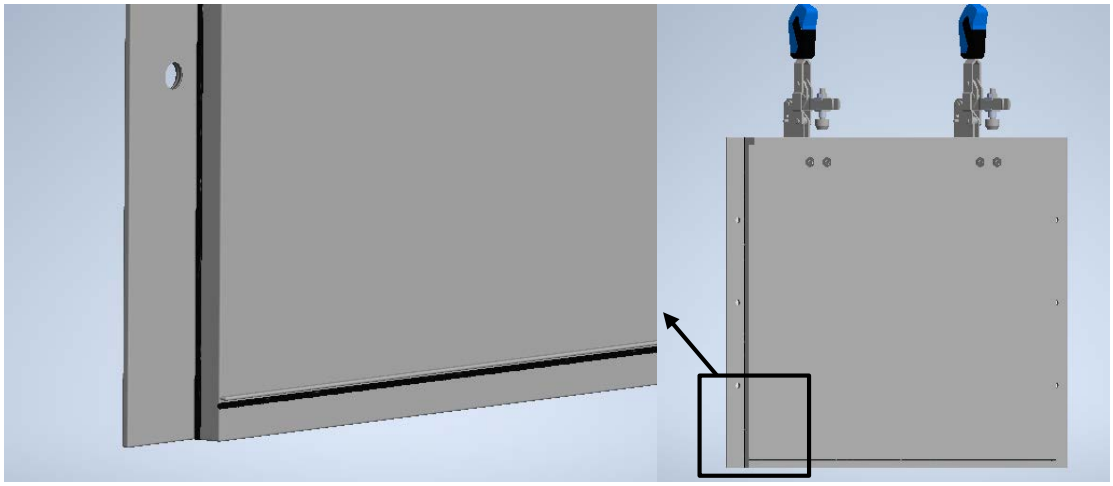


Figura 4-20 Detalle de las juntas de la pared frontal (Autoría propia)

5.2.4.3 Caras laterales

Por lo que concierna a las otras dos caras, en ellas se encuentran la mayor parte de los posibles contactos con el exterior que puede tener nuestra cámara de procesamiento controlado, por lo que es importante que se detallen a continuación. En cuanto a las dimensiones de estas caras serán simétricas y de 1214,5 cm^2 de área. Sobre ellas se encuentran las piezas que conforman el sistema de ventilación, las dos formas de entrada en un ay la salida en la otra.

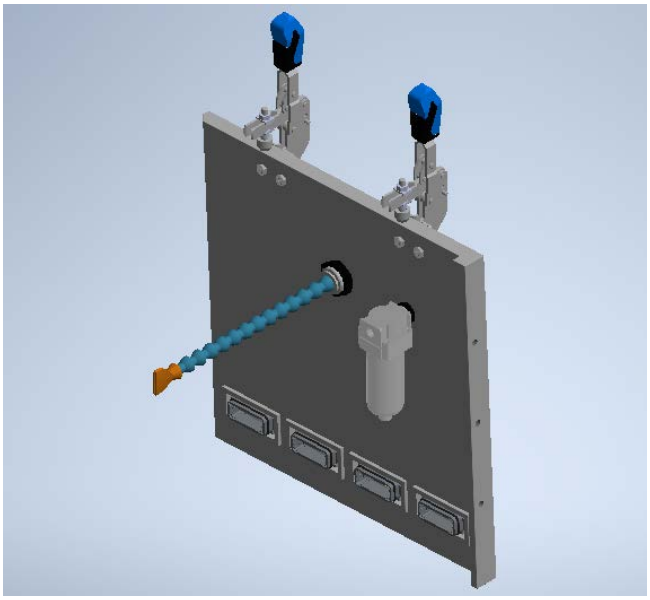


Figura 4-21 Pared lateral de entrada aire y adaptador cables (Autoría propia)

A través de esta primera pared, Figura 4-21, entra tanto el aire que ayuda a las partículas a redireccionarse como el argón que se recubre la atmosfera interior. La entrada del gas inerte se realiza por medio de un racor de 8 mm de diámetro interior y previo a su introducción circula por filtro de aire que nos asegura una atmosfera limpia de partículas contaminantes que puedan provenir del almacenamiento del gas, como puede ocurrir con aceites. Este es el filtro neumático de SMC, Figura 4-11, de 40 mm de anchura y 115 mm de altura total cuyo deposito transparente nos permite controlar la filtración.

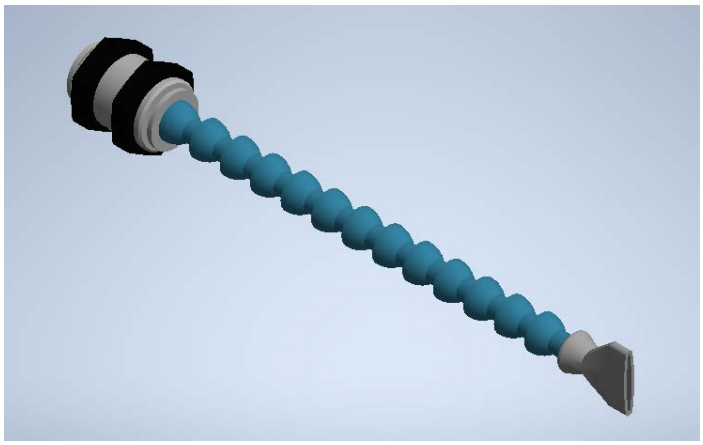


Figura 4-22 Sistema de redireccionamiento de nanopartículas (Autoría propia)

Por su parte, el flujo de gas que conducirá las nanopartículas obtenidas por medio de ablación en medio gaseoso, se introducirá a través del sistema que aparece en la Figura 4-22. Comenzando con un racor neumático SMC KQ2 de la empresa RS cuyo diámetro interior es el doble que el anterior, 16 mm, y el exterior de 28 mm. Es un racor de unión de tubo a tubo cuya junta proporciona un sellado positivo bajo presión y es capaz de alcanzar una presión de 10 bar [34]. Una vez atraviesa el racor, pasa por un tubo flexible de longitud regulable fabricado de polioximetileno, también conocido como acetal. Este material proporciona resistencia y durabilidad, así como resistencia al calor. La manguera tiene un diámetro interno de 6,7 mm y un diámetro externo de 16,3 mm. Admite un flujo de 16 m^3 por hora y una presión máxima de 0,19 Pa para líquidos o 0,34 Pa para aire [34]. Esta manguera articulada de ¼" tiene la ventaja de poder direccionarse fácilmente de forma manual hacia un sentido y dirección. El aire saldrá a la atmosfera de la cámara por una boquilla de pato que nos ofrece una cobertura más amplia, reduciendo la deriva y con un mayor control sobre la dirección del aire.

El último sistema de piezas mencionado de esta pared conforma una de las partes fundamentales del diseño, pues es necesario para el motorizado del portamuestras; lo que supone un gran avance para el procesamiento. Este sistema consta de cuatro adaptadores *Phoenix Contact de D-sub de 15 vías* también de RS que se ancla a la pared con cuatro tornillos de métrica M3 cada uno y sus correspondientes tuercas en sus relativos huecos en la parte inferior de la pared. Será necesario un puerto HDB15(F) por cada eje y sus conexiones son independientes.

5.2.4.4 Cierre superior de la cámara

Para permitir la apertura y cierre de la cámara, además de un fácil acceso para su trabajo, se ha diseñado una tapadera de apertura lateral tal como se observa en la Figura 4-23. Esta pieza rectangular de 363 mm de ancho y 515 mm de largo tiene una altura máxima de 16 mm. Su grosor es de 8 mm, pero se le ha añadido un resorte de otros 8 mm de altura y anchura que, envuelto por una junta tórica de 1,6 mm de diámetro, nos asegurará su encaje y cierre. Esta junta tórica ha de ser a medida, por su específica geometría, por lo que se ha realizado con parte del carrete del cordón de nitrilo que se utilizó en una de las paredes. La junta le proporciona a la tapa un sellado hermético y resistente a la presión que ésta ejercerá sobre el resto de la caja. De este modo aseguramos que una vez cerrada se sigue manteniendo la estanqueidad deseada en nuestro sistema de procesamiento. Para llevar a cabo su apertura se ha colocado un *Tirador Pinet de Aluminio* de la marca RS con una distancia entre ejes de 75 mm que se fija con dos tornillos de métrica M4 desde la parte interna. En el extremo opuesto se han instalado dos bisagras de 75 mm de largo que quedan selladas a la tapa con tres tornillos M4 cada una de ellas y a una de las caras laterales de la misma forma, permitiendo el giro sobre ellas para la apertura.

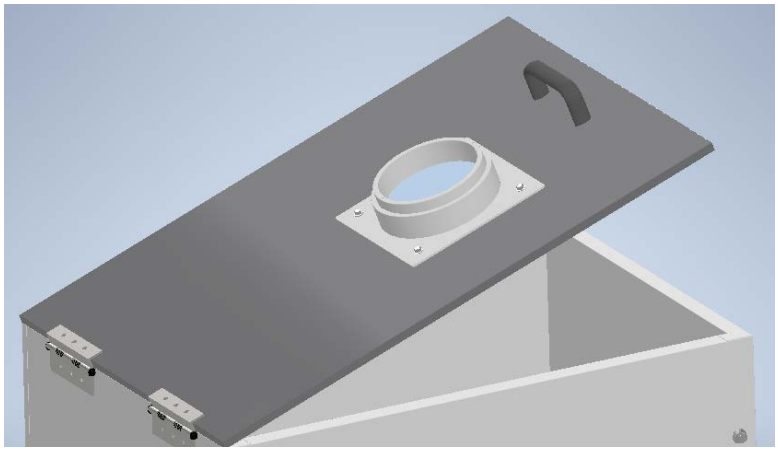


Figura 4-23 Tapadera de la cámara de procesamiento (Autoría propia)

Por último se detalla la pieza que se localiza en el centro del sistema de cierre, el portaventanas que aparece en la Figura 4-24. Con un hueco para un diámetro de 90 mm sobre la cubierta, este conjunto aporta sujeción a las distintas ventanas que se requieran para los láseres. Consta de dos piezas que encajan entre sí mediante roscado. La parte inferior se asegura con cuatro tornillos M4 a la plataforma de la tapadera y sobre esta se posa una ventana que se desee utilizar cuyo diámetro puede ser a partir de 90 mm y hasta los 103 mm. Con el propósito de proporcionarle más seguridad y sujeción, se ha diseñado un protector de 103 mm diámetro exterior y 90 mm el interior que se roscará a la base del portaventanas hasta ajustarse con la ventana, sin demasiada presión para dañarla. En calidad de apoyo a su colocación, la parte superior del protector se ha diseñado con un acabo superficial rugoso antideslizante y cuenta con los huecos para ayudarnos con varillas también si fuere necesario. Para mayor sellado de la cámara de procesamiento y además evitar el apriete excesivo de la ventana contra la pieza, queda apoyada sobre una junta tórica.

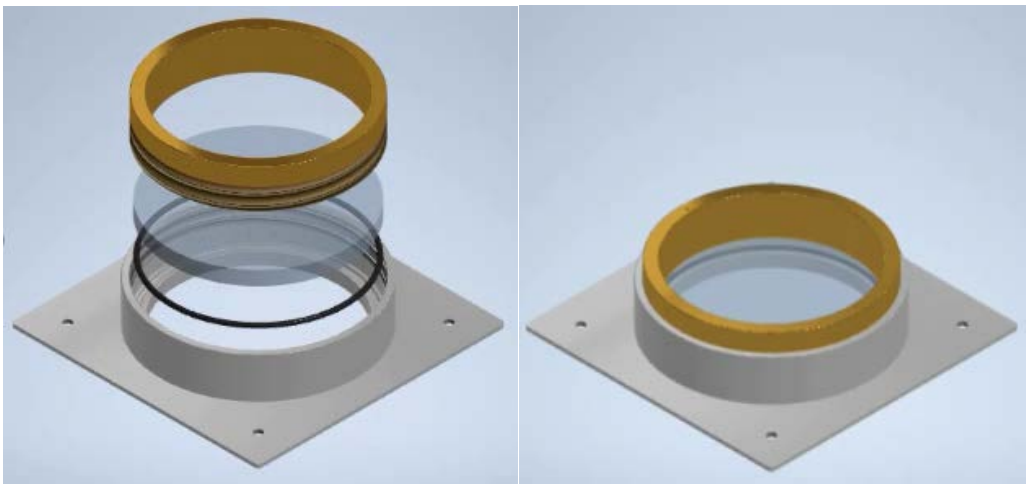


Figura 4-24 Conjunto portaventanas (Autoría propia)

Puesto que trabajaremos con tres fuentes de láser con distintas longitudes de onda, es necesario que utilicemos una ventana apropiada para cada uno. Gracias al mecanismo diseñado, el intercambio se podrá hacer de manera sencilla desajustando el protector y extrayendo la ventana a sustituir de la base. Las ventanas a utilizar en este proyecto serán dos: una ventana de sílice fundido y otra de seleniuro de zinc.

Para los láseres de Q-switch de Nd:YVO_4, tanto el de infrarrojo cercano como el de radiación visible verde, se puede utilizar una misma ventana que se ajusta a las características de ambos. Se trata de la ventana protectora de sílice fundida de 1 λ de 8 mm de espesor de Edmund Optics, un componente óptico que permite la transmisión de la mayor parte de la energía láser sin apenas absorber ni dispersar la luz.

El rendimiento del revestimiento antirreflectante que permite esto se muestra en la gráfica de la Figura 4-25. Estas curvas muestran la reflectividad de la superficie de la ventana a diferentes longitudes de onda. El revestimiento antirreflectante reduce la cantidad de luz reflejada, permitiendo que pase con mayor eficiencia resultando una menor fatiga ocular. Las ventanas de sílice fundida UV TECHSPEC 1 λ se fabrican con precisión utilizando sílice fundida sintética de grado UV. Además de una transmisión superior, la sílice fundida sintética de estas ventanas ópticas exhibe propiedades térmicas más altas, una pureza excepcional y una excelente durabilidad ambiental para aplicaciones exigentes [38]. A mayores, este material es muy resistente a la deformación y a la corrosión, lo que adecua su uso en entornos de alta energía [39].

Ahora bien, esta no será la única ventana a utilizar en los estudios que se realizaran con esta cámara de procesamiento ya que se emplearan láseres de longitudes de onda mayor. Por consiguiente, se puede cambiar la ventana de sílice por una de seleniuro de zinc cuta longitud de onda está entre 600-18000nm, que podremos encontrar también en Edmund Optics. Las ventanas TECHSPEC hechas de seleniuro de zinc (ZnSe) son una excelente opción para diversas aplicaciones de infrarrojos. Este material, que se deposita químicamente en forma de vapor, es ampliamente utilizado en sistemas láser de CO_2 de alta potencia, como es el caso, debido a su bajo coeficiente de absorción y alta resistencia al choque térmico. Es importante tener en cuenta que el seleniuro de zinc (ZnSe) es relativamente blando y susceptible a rayones, lo que lo hace inadecuado para entornos hostiles. Para manipularlo, se debe aplicar una presión uniforme y se recomienda utilizar dedales o guantes de látex para evitar la contaminación [38].

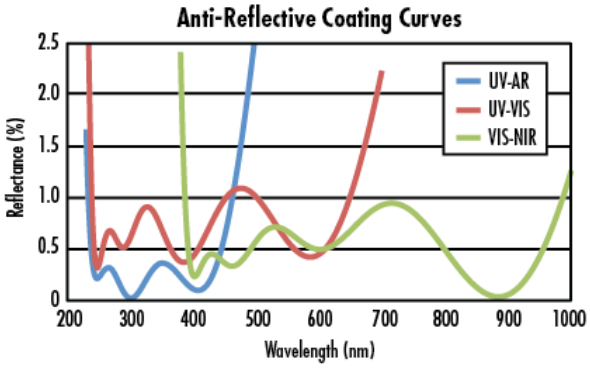


Figura 4-25 Curvas de revestimiento antirreflectante ventana de sílice [38]

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Desarrollo de los objetivos

Basándonos en los objetivos marcados al comienzo de este trabajo y aquellos que han ido surgiendo durante su realización, se ha llegado al diseño de un sistema de procesamiento que, trabajando en una atmosfera controlada, es capaz de procesar nanopartículas de distintos materiales, gracias a la combinación de múltiples fuentes láser, tanto en medios líquidos como gaseosos.

Se investigó a cerca de la nanotecnología y el campo que la rodea, desde sus orígenes hasta su futura situación, haciendo hincapié en la técnica de conformado por ablación láser con la que se trabaja. Dado que se buscaba poder trabajar esta técnica en dos medios distintos, se ha realizado el diseño capaz de lograr este requisito sin grandes complicaciones. El intercambio del sistema de trabajo entre un medio y otro se ha logrado únicamente con la necesidad sustituir una pieza. A mayores, el diseño cuenta con un sistema motorizado y ajustable de manera remota que nos proporciona grandes ventajas en cuanto a precisión y versatilidad. Esta capacidad aumenta también la calidad de la muestra obtenida además de favorecer su manejo. Puesto que se buscaba que el sistema desarrollado permitiese la fabricación de nanopartículas a partir de diferentes materiales precursores como polímeros, metales o cerámicas, se ha buscado la compatibilidad con diversas fuentes láser. Esta condición se ha hecho posible de igual modo que la anterior, con la intención de que casase realizándole el menor número de modificaciones posibles al sistema. En consecuencia, se puede hacer uso de distintas fuentes láser únicamente intercambiando la ventana por la que el haz entra en la cámara de procesamiento.

Tras cumplir estas dos condiciones principales se ha elaborado el proyecto colocando sobe una balanza los costos por un lado y la calidad y funcionalidad por otro, procurando siempre que esta se mantuviese estable. Siendo así se ha conseguido a mayores un adecuado sistema de ventilación, que permite mantener una atmosfera inerte y controlada, y un sistema de videovigilancia, que nos proporciona un mayor control del proceso.

En los inicios de este proyecto se marcaron dos tipos de objetivos: unos en cuanto a las capacidades de investigación y resolución que un trabajo de esta magnitud conlleva, y otros que respectan a las condiciones del diseño que se planteaban conseguir. En líneas generales se puede concluir que ambos se han alcanzado, por lo que el proyecto se ha desarrollado de manera fructuosa. En definitiva, se ha conseguido un diseño adecuado para la creación de partículas de escala submicrométrica que permite obtener muestras de diferentes materiales con características específicas, aportándoles gran calidad, y mediante un manejo sencillo y practico del sistema. Todo ello ha sido posible tras un proceso de investigación y con el apoyo del recurso CAD que permite plasmar todo el diseño y trabajar con él.

5.2 Líneas futuras

Aun cuando se han alcanzado los objetivos propuestos al comienzo del proyecto, tras un análisis del trabajo se pueden encontrar aspectos en los que mejorar el mismo. Las alternativas a continuación propuestas se podrían llevar a cabo en un futuro proyecto basando en los pasos ya alcanzados en este.

Como línea futura se plantea la posible fabricación de la cámara de procesamiento diseñada en el presente Trabajo Fin de Grado, así como su puesta a punto y optimización. Esto permitiría validar la viabilidad y eficacia del diseño propuesto, identificar problemas y limitaciones, y evaluar su impacto económico en cuanto a tiempo y recursos. Sin embargo, estaríamos hablando en términos mayores pues sería necesario mayor margen de tiempo.

En lo que se refiere a los costos, podremos apreciar más adelante en el Anexo II: Presupuestos que en total son bastante elevados. Muchos de los sistemas son diseños propios, pero otros se han optado por adquirirlos en empresas externas, como los sistemas de posicionamiento de alta precisión, lo que hace que el precio incremente. La producción propia de muchas de estas piezas y en especial las motorizadas, sería más rentable que su adquisición en el mercado ya que evitaríamos el pago de los costos asociados a los márgenes de beneficio y los gastos de envío entre otras cosas. Otro de los beneficios del diseño propio es el mayor control que se tiene sobre ellas durante todo el proceso de fabricación, garantizando su calidad y pudiendo ajustar las especificaciones a las necesidades específicas del proyecto.

En referencia al párrafo anterior, si realizásemos por completo el diseño de nuestras piezas, sería beneficioso reducir el tamaño, teniendo siempre presente las necesidades del usuario. Con motivo de los motores que se le han instalado, nuestro sistema queda aparatoso por lo que aprovechando las piezas de autoría propia se debería de reducir el tamaño del conjunto haciéndolo más maniobrable y menos pesado. Gran parte del peso es debido a las paredes de la cámara que, pese a ser el aluminio un material ligero, su grosor ha conllevado al sistema a un aumento de su masa. Por lo que a esto respecta, a pesar de haberse escogido esta medida por seguridad en cuanto a los pesos y esfuerzos de distintas piezas que tienen que soportar, en conveniente que se reduzca.

Por otro lado, la incorporación de un sistema de vacío en el interior de la cámara sería otro gran avance para el proyecto, no obstante, habría que realizar numerosos cambios al ya diseñado y el coste total seria aun mayor, puesto que necesitaríamos piezas más específicas. En cambio, el sistema de vacío nos permitiría eliminar los contaminantes de la cámara por completo, lo que es crucial para la producción de nanopartículas de alta pureza y calidad. Además, mejoraría la reproductibilidad de la producción pues al tener un ambiente más estable se reduce la variabilidad de las condiciones aumentando la uniformidad y consistencia de las partículas obtenidas. Por último, reduciríamos también los riesgos al eliminar los gases y contaminantes del interior, evitando así reacciones químicas no deseadas.

Con el objetivo de aumentar el campo de investigación que este sistema de procesamiento proporciona, se podría analizar la opción de llevar a cabo la síntesis de nanopartículas con muestras de tamaños mayores. Para llevar a término esta opción sería necesario el diseño de un nuevo portamuestras y otro portasustratos. No obstante, el resto del diseño realizado en este proyecto sería válido.

6 BIBLIOGRAFÍA

[1] Y. N. T. R. H. H. &. C. W. Zhang, « Biomedical Applications of Zinc Oxide Nanomaterials,» Current Molecular Medicine, 2013.

[2] Fratzl, « Biomimetic materials research: what can we really learn from nature's structural materials?,» *Journal of the Royal Society,* 2008.

[3] S. y. E.-S. M. A. Link, «Shape and size dependence of radiative, non-radiative and photothermal properties of gold nanocrystals.,» *International Reviews in Physical Chemistry,* 2000.

[4] T. H. o. N. a. Nanotechnology, «Samer Bayda, Muhammad Adee, Tiziano Tuccinardi,» 2019.

[5] C. G. Sanchez, «Nanotecnología en una copa de hace casi 2.000 años,» *National Geographic*, 2022.

[6] J. Hernández, «Pasión por la nanotecnología: Richard Freynman,» 2019.

[7] R. P. Feynman, «There's Plenty of Room at the Bottom,» de *Caltech Engineering and Science*, California, 1959.

[8] N. Taniguchi, «On the basic concept of ‘Nano-Technology’,» de *Science and Technology of Advanced Materials*.

[9] K. E. Drexler, Motores de la creación.La nueva era de la nanotecnología, 1986.

[10] E. F. Santana, «Investigación de fibras de propileno activadas con nanopartículas de plata para la mejora de propiedades bioactivas en el sector textil,» Universidad Politectica de Valencia, Valencia.

[11] D. A. B. Morales, «Síntesis de particulas nanométricas y submicrométricas de dióxido de titanio para la formación de partículas nanoestructuradas,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2017.

[12] M. G. D. Ovando, «Obtención de nanopartículas de plata por ablación laser soportados en hilo de sutura de seda,» Toluca, Méjico, 2012.

[13] A. B. Y. S. C. Jaison Jeevanandam, «Review on nanoparticles and nanostructured materials: history, sources, toxicity and regulations,» Beilstein, 2018.

[14] J. E. D. Herrera, «Nuevos materiales nanocompuestos preparados mediante Solution Blow Spinning con potenciales propiedades inducidas,» Universidad Carlos III, Madrid, 2021.

[15] M. M. Martín, «Systematic Review of Toxic Effects of Metal Nanoparticles on Workers' Health,» Med. segur. trab. vol.64 no.252, Madrid, 2018.

[16] M. L. Gramajo, «Parámetros que afectan el crecimiento de nanoestructuras de ZnO por síntesis hidrotermal.,» Universidad Nacional de Tucuman, 2021.

[17] J. Nehru, «FABRICATION OF NANOMATERIALS BY TOP-DOWN AND BOTTOM-UP APPROACHES – AN OVERVIEW,» *Journal of advances in applied sciences and technology,* vol. 1, nº 2, p. 5, 2014.

[18] C. O. I. d. Telecomunicaciones, «Foro Histórico de las Telecomunicaciones,» 2022. [En línea]. Available: https://forohistorico.coit.es/index.php/personajes/personajes-internacionales/item/maiman-theodore-harold. [Último acceso: Enero 2023].

[19] L. K. J. P., «Nanoparticulas de silicio preparadas usando ablación láser,» Facultad de ciencias , 2009, 2009.

[20] M. B. J. d. V. A. R. Mónica Fernández-Arias, «Fabrication and Deposition of Copper and Copper,» MDPI, 2020.

[21] S. O. T. K. Myungjoon Kim, «Synthesis of Nanoparticles by Laser Ablation,» *KONA Powder and Particle Journal,* 2017.

[22] A. Baladi, «Investigation of different liquid media and ablation times on pulsed laser ablation synthesis of aluminum nanoparticles,» 2010.

[23] G. Yang, «Laser ablation in liquids: Applications in the synthesis of nanocrystals,» 2007.

[24] M. B. D. V. C. M. Fernández-Ariasa, «Copper nanoparticles obtained by laser ablation in liquids as bactericidal,» Elsevier, 2020.

[25] M. M. Touris, «Desarrollo de un sistema de producción de nanopartículas mediante procesos avanzados de fabricación en entorno controlado,» Universidad de Vigo, 2016.

[26] V. P. S. M. F. L. A. F. C. J. C. Yosmery Vitta Brito, «Estudio comparativo de producción de nanopartículas de hierro por ablación láser en solución y gas inerte,» *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela,* 2014.

[27] Chen, «Enhanced power conversion efficiency of dye-sensitized solar cells based on TiO2 nanoparticles synthesized by laser ablation in liquid,» *Journal of Physics,* 2010.

[28] J. o. M. William M. Steen, Laser Material Processing, Springer London, 2010.

[29] H. Springer Berlin, LIA Handbook of Laser Materials Processing, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001.

[30] T. E. o. E. Britannica, « Encyclopaedia Britannica,» Britannica, [En línea]. Available: https://www.britannica.com/science/argon-chemical-element. [Último acceso: 2023].

[31] D. F. D. Barrero, «DISEÑO DE HORNO ELÉCTRICO PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS CON ATMÓSFERA CONTROLADA,» FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES, 2018.

[32] S. LTD, «STANDA,» [En línea]. Available: https://www.standa.lt/. [Último acceso: 2023].

[33] W. H. Fusheng Liu, «Self-diffusion dynamic behavior of atomic clusters on Re(0001) surface,» Applied Surface Science, 2009.

[34] R. Components, «RS,» Amidata S.A.U, 2023. [En línea]. Available: https://es.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=aboutRS.

[35] A. P. S.L, «Amperis,» 2023. [En línea]. Available: https://amperis.com/. [Último acceso: 2023].

[36] Amperis, «Amperis,» AMPERIS PRODUCTS, S.L., [En línea]. Available: www. amperis.com.

[37] HALDER, «HALDER,» Erwin Halder KG, 2023. [En línea]. Available: https://www.halder.com/es.

[38] E. O. L. UK., «Edmund Optics,» [En línea]. Available: https://www.edmundoptics.eu/.

[39] J. Y. J. L. Y. Fu, «Silica-based optical components for high-power fiber lasers,» V. P. Gapontsev and A..

[40] L. B.V., «Lenntech,» 2023. [En línea]. Available: https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ar.htm.

[41] BOE, «1907/2006/CE, Artículo 31,» 2021.

[42] C. B. a. K. Robbie, «Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity,» Biointer Phases, 2007.

[43] J. E. L. Salgado, «Nanoética, un nuevo campo para viejos problemas del riesgo tecnológico,» Unidad de filosofía y letras, Méjico, 2012.

[44] M. E. M. M., «Las nanopartículas y el medio ambiente,» Deepartamento de Biología de Organismos, Venezuela.

[45] «Web de La Moncloa,» [En línea]. Available: http://www.lamoncloa.gob.es. [Último acceso: 13 enero 2015].

[46] J. Rodríguez y V. Fernández, Cómo redactar el estado del arte de un trabajo, Editorial Genios, 2010.

[47] P. Martínez y A. García, Cómo escribir una buena memoria de TFG, Publicaciones del 2000, 2013.

[48] A. Pérez, Cómo escribir una bibliografía, Nuevas publicaciones.

[49] J. Jeevanandam, «Review on nanoparticles and nanostructured materials:,» *Beilstein jounal of nanotechnology*, p. 25, 2018.

[50]

[51] S. Yang, «Size and Structure Control of Si Nanoparticles by Laser Ablation in Different Liquid Media,» China, 2009.

[52] G. J. Guerrero, «Cola de Milano,» Attribution Non-Commercial (BY-NC).

[53] D. A. Zárate, «ESPECTROFOTOMETRÍA ULTRAVIOLETA-VISIBLE E INFRARROJA CERCANA,» Universidad Católica del Norte.

7 PLANOS

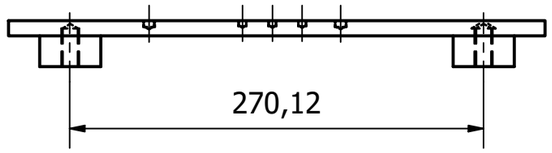
Una vez realizados todos los diseños de las distintas partes de la cámara de procesamiento y habiéndose explicado en los apartados anteriores su funcionalidad, se muestran a continuación los planos de cada una de estas piezas.

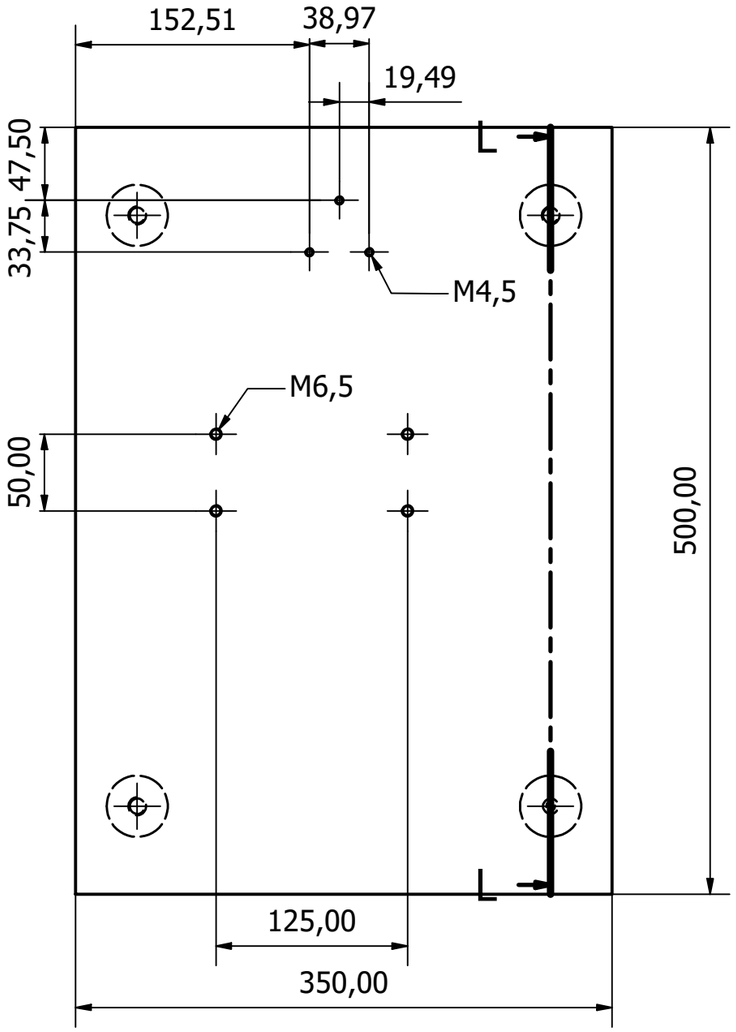
7.1 Índice de planos

0. Cámara de procesamiento
1. Explosionado Base
    1.1. Base
    1.2. Portamuestras para ablación gas
        1.2.1. Pletina portamuestras medio gaseoso
        1.2.2. Mesa portamuestras medio gaseoso
        1.2.3. Soporte portamuestras medio gaseoso
    1.3. Tabla multifuncional
    1.4. Tabla intermedia XY-Z
    1.5. Portasustratos
        1.5.1. Mesa portasustratos
        1.5.2. Bola ajuste portasustratos
        1.5.3. Parte exterior soporte portasustratos
        1.5.4. Parte interior soporte sustratos
2. Pared frontal desmontable
3. Explosionado pared lateral salida ventilación
    3.1. Pared lateral salida ventilación
    3.2. Parte bisagra plana
4. Explosionado tapadera
    4.1. Tapadera
    4.2. Conjunto portaventanas
        4.2.1. Base portaventanas
        4.2.2. Junta tórica
        4.2.3. Protector ventana
    4.3. Parte L bisagra
    4.4. Perno bisagra
5. Explosionado pared lateral entrada ventilación
    5.1. Pared lateral entrada ventilación

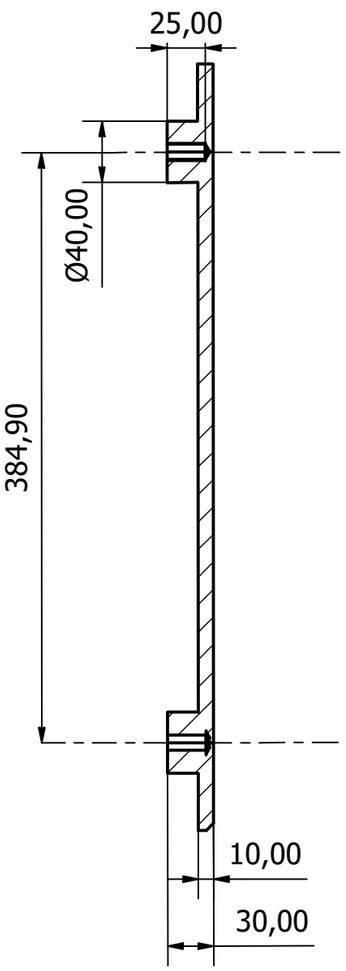
5.2. Adaptador filtro de aire
6. Explosionado pared frontal fija
   6.1. Pared frontal fija
   6.2. Adaptador base cámara
   6.3. Soporte anclaje cámara
7. Explosionado portamuestras para ablación líquida
   7.1. Escuadra para portamuestras
   7.2. Escuadra
   7.3. Mesa portamuestras medio líquido
   7.4. Pletina portamuestras medio líquido

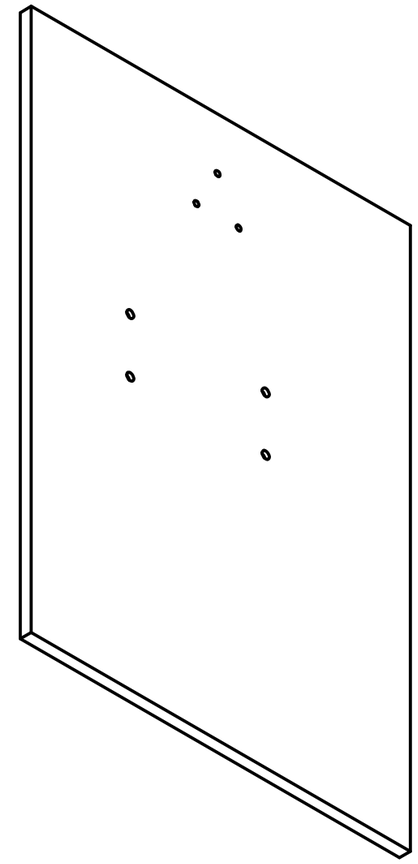
7.2 Planimetría





L-L (1 : 4)





Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Base	
	Nº de Registro 1.1	Escala 1:4

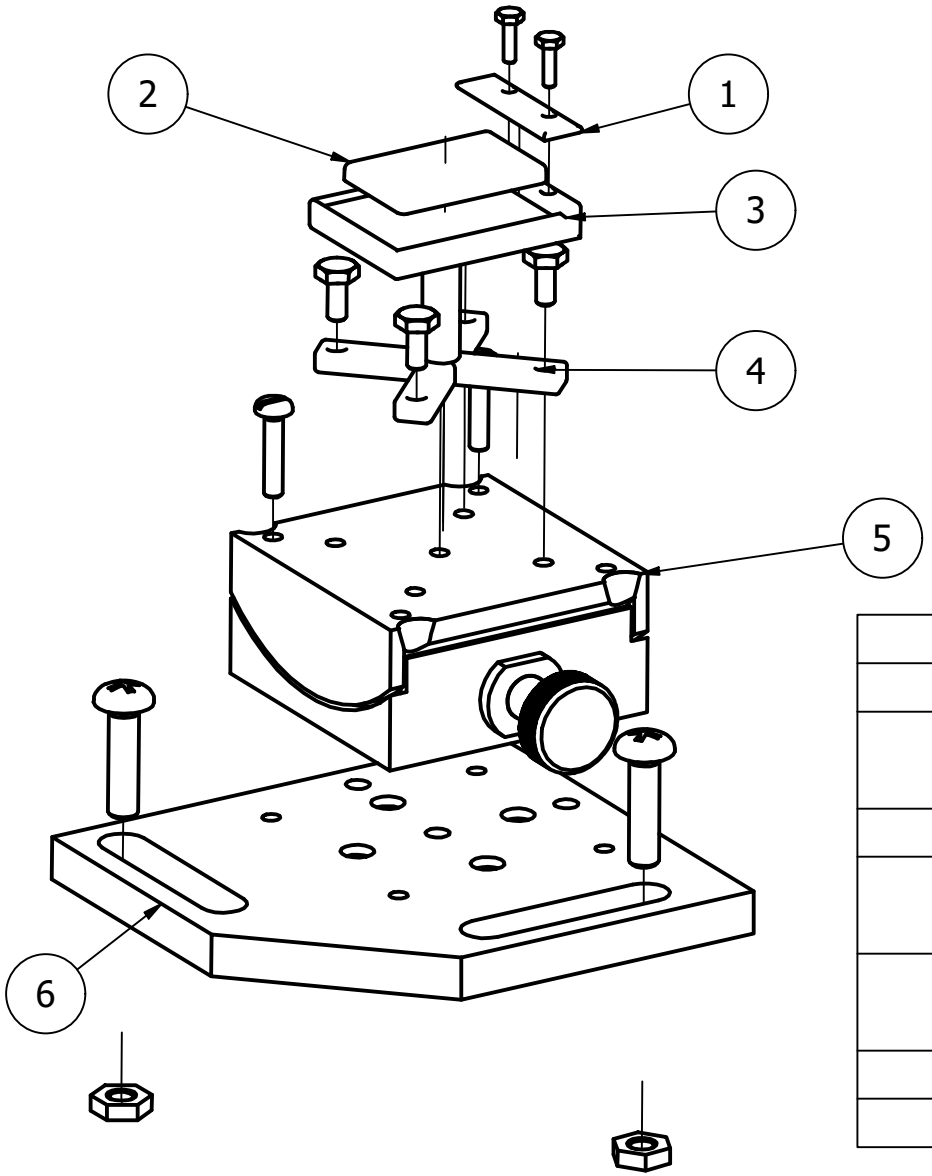
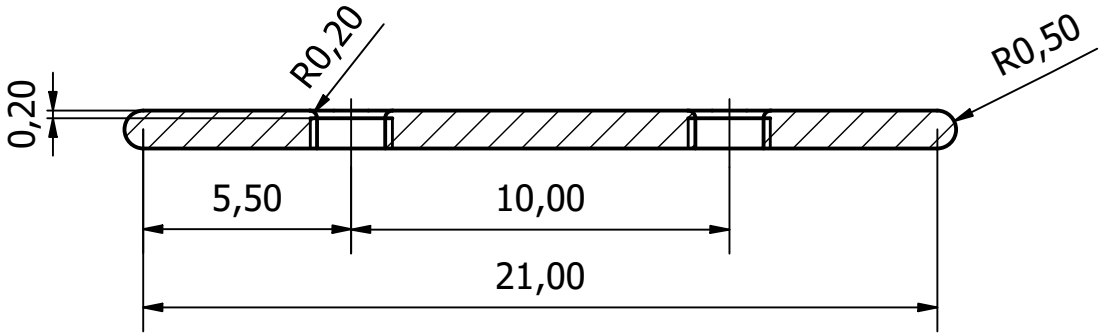
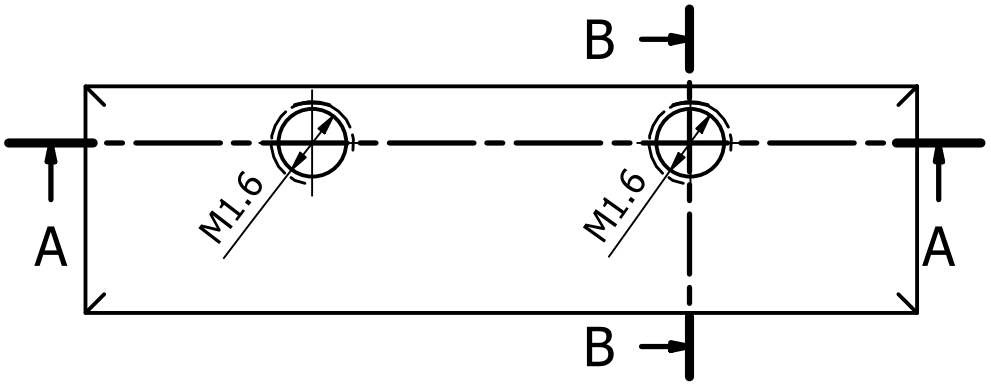


TABLE		
MARCA	DESIGNACIÓN	PLANO
1	Pletina portamuestras medio gaseoso	1.2.1
2	Muestra	
3	Mesa portamuestras medio gaseoso	1.2.2
4	Soporte postamuestras medio gaseoso	1.2.3
5	Goniómetro 7G174-30	
6	Base del goniómetr	

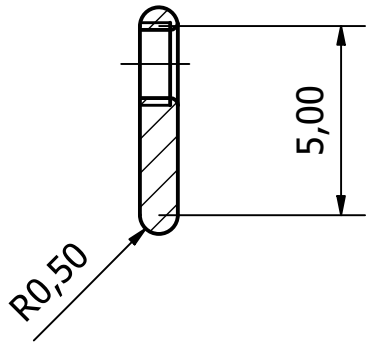
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Portamuestras para ablación gas	
	Nº de Registro 1.2	Escala 1:1

A-A (5 : 1)

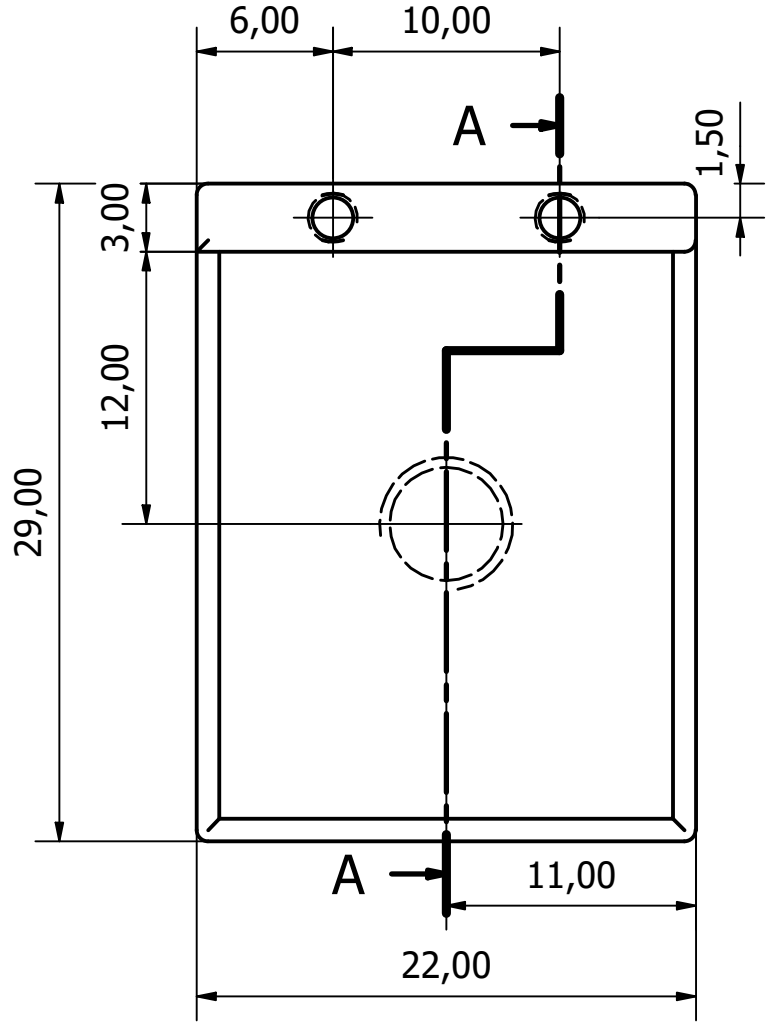




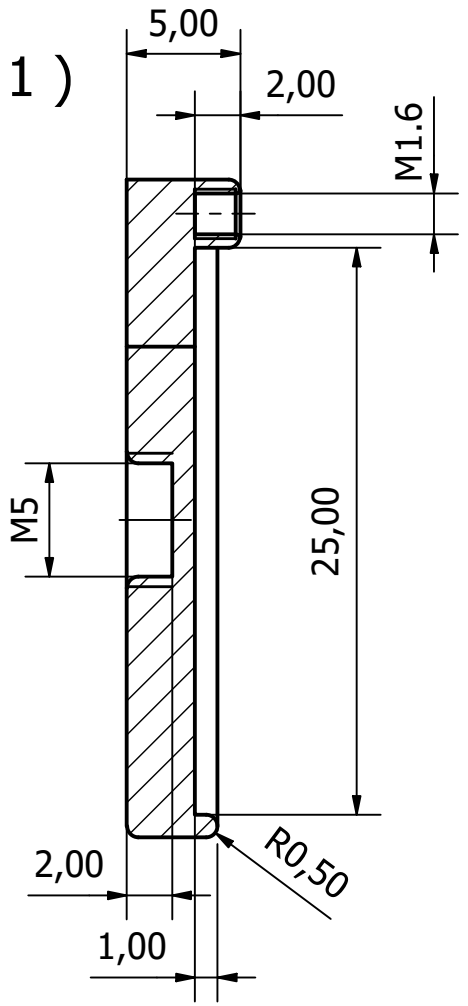
B-B (5 : 1)



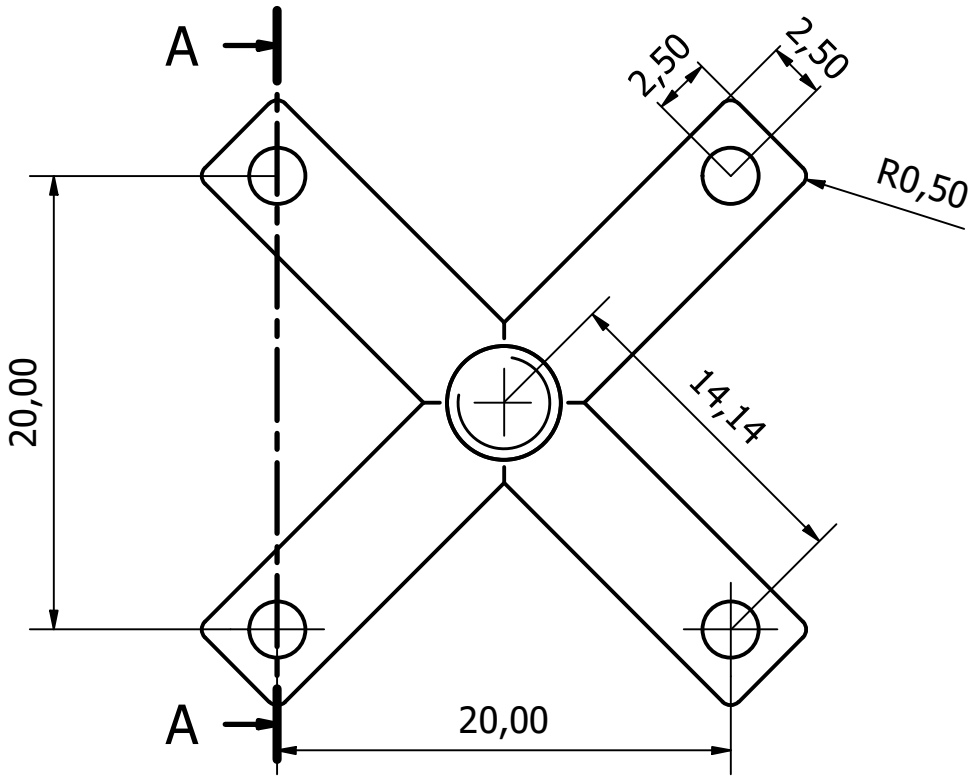
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Pletina portamuestras medio gaseoso	
	Nº de Registro 1.2.1	Escala 5:1

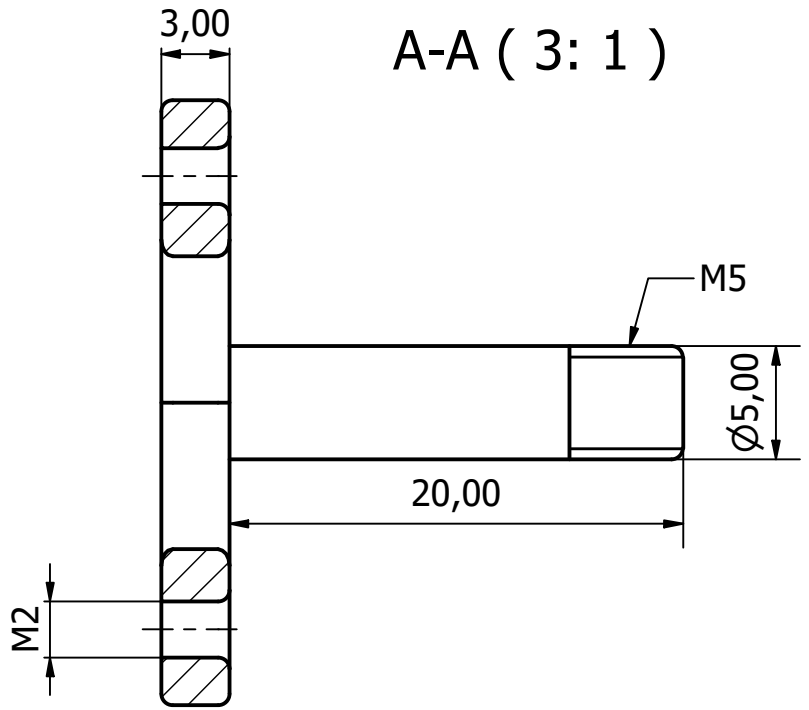


A-A (3 : 1)

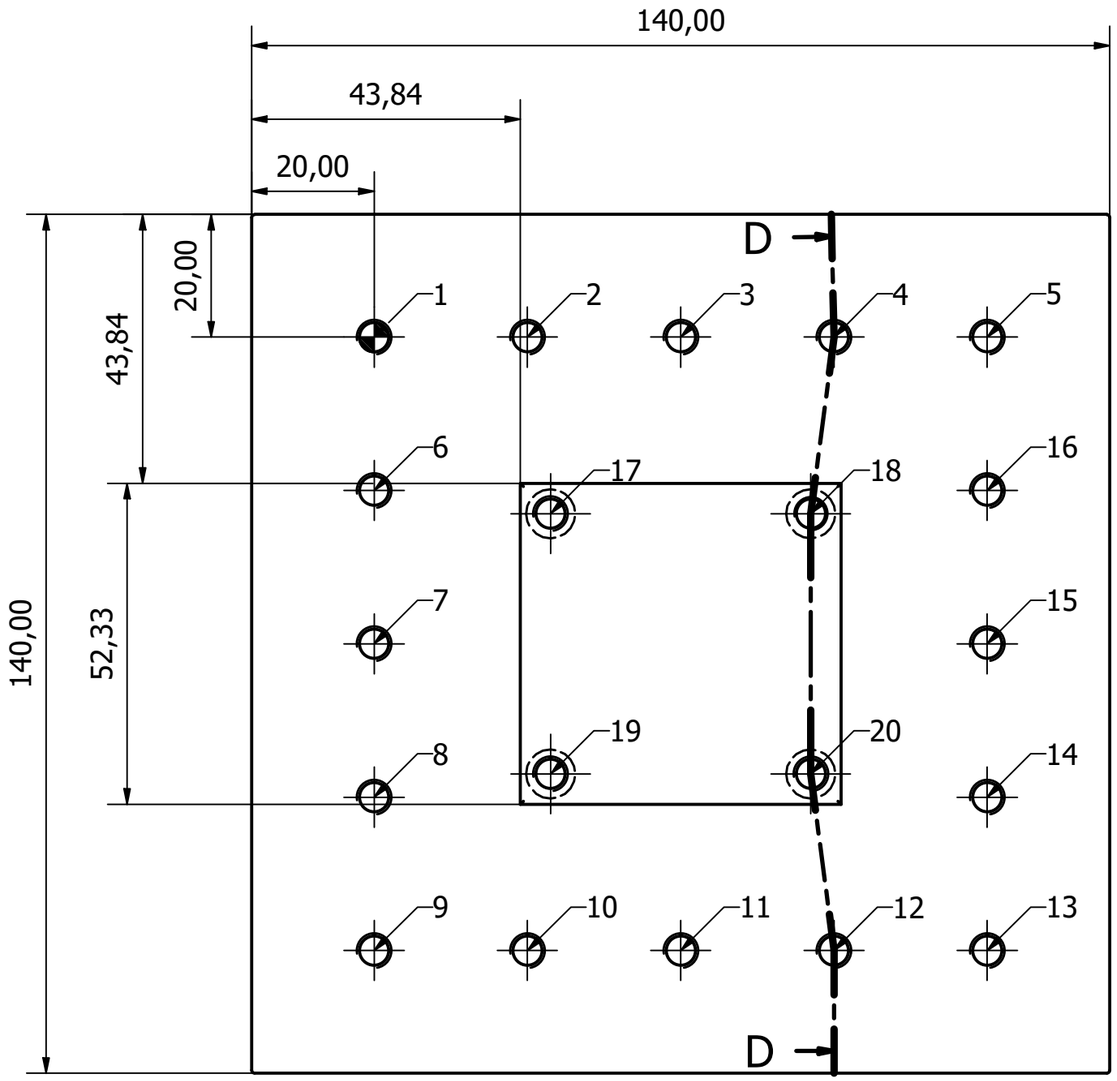


Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Mesa portamuestras medio gaseoso	
	Nº de Registro 1.2.2	Escala 3:1

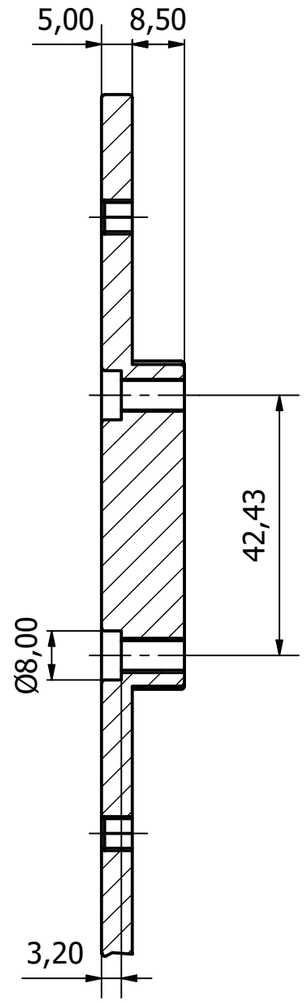




Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha: 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Soporte portamuestras medio gaseoso	
	Nº de Registro: 1.2.3	Escala: 3:1

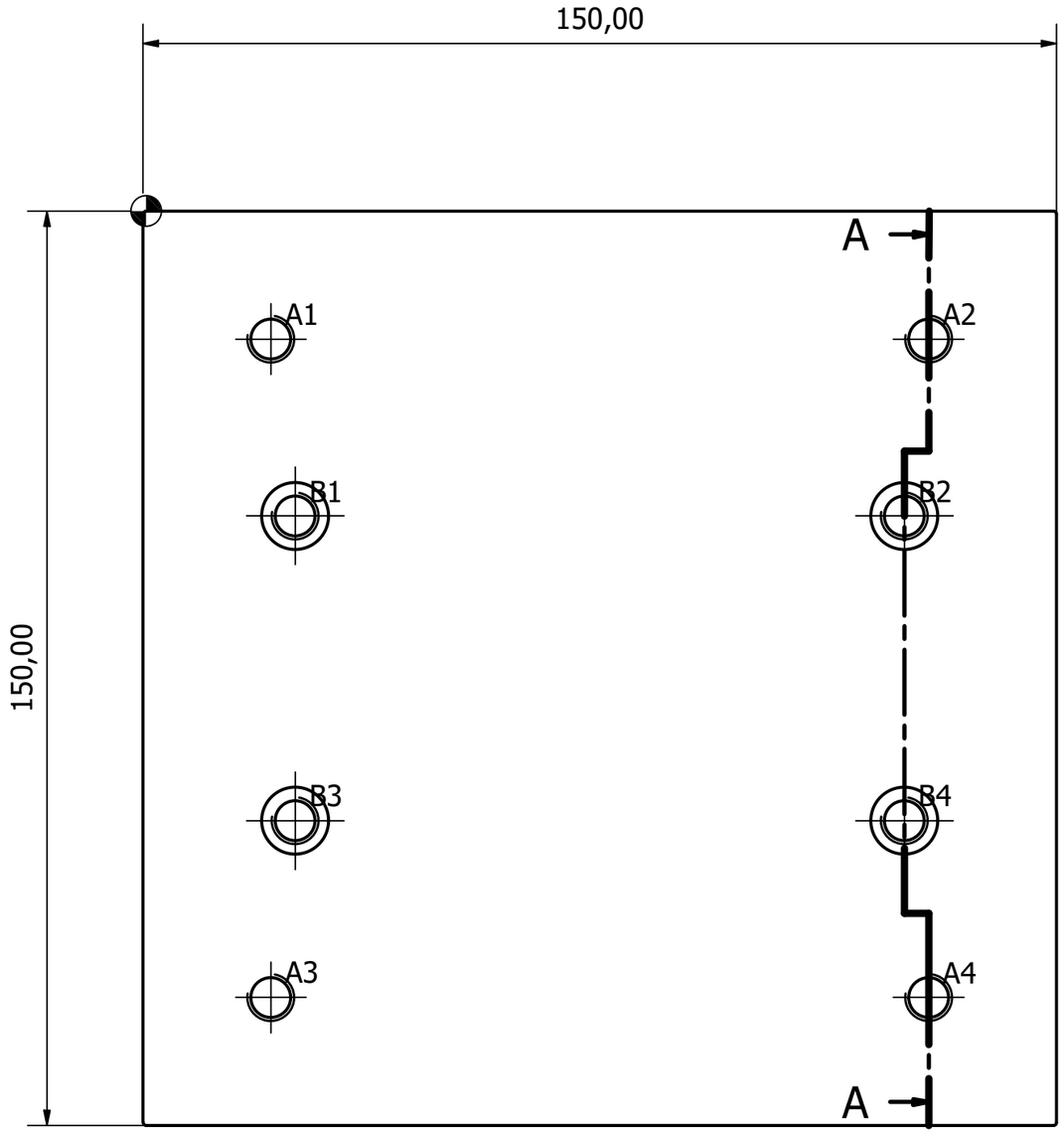


D-D (1 : 1)

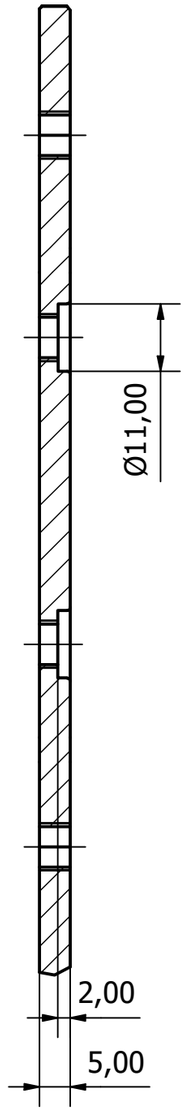


HOLE TABLE			
HOLE	XDIM	YDIM	DESCRIPTION
1	0,00	0,00	M4
2	25,00	0,00	M4
3	50,00	0,00	M4
4	75,00	0,00	M4
5	100,00	0,00	M4
6	0,00	-25,00	M4
7	0,00	-50,00	M4
8	0,00	-75,00	M4
9	0,00	-100,00	M4
10	25,00	-100,00	M4
11	50,00	-100,00	M4
12	75,00	-100,00	M4
13	100,00	-100,00	M4
14	100,00	-75,00	M4
15	100,00	-50,00	M4
16	100,00	-25,00	M4
17	28,79	-28,79	M4
18	71,21	-28,79	M4
19	28,79	-71,21	M4
20	71,21	-71,21	M4

Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Tabla multifuncional	
	Nº de Registro 1.3	Escala 1:1



A-A (1 : 1)



HOLE TABLE			
HOLE	XDIM	YDIM	DESCRIPTION
A1	20,50	-21,00	M6
A2	128,50	-21,00	M6
A3	20,50	-129,00	M6
A4	128,50	-129,00	M6
B1	24,50	-50,00	M6 Ø11,00
B2	124,50	-50,00	M6 Ø11,00
B3	24,50	-100,00	M6 Ø11,00
B4	124,50	-100,00	M6 Ø11,00

Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica

Fecha: 24-03-2023

Diseñado por: Rocío García Abad

Tabla intermedia XY-Z

Nº de Registro: 1.4

Escala: 1:1

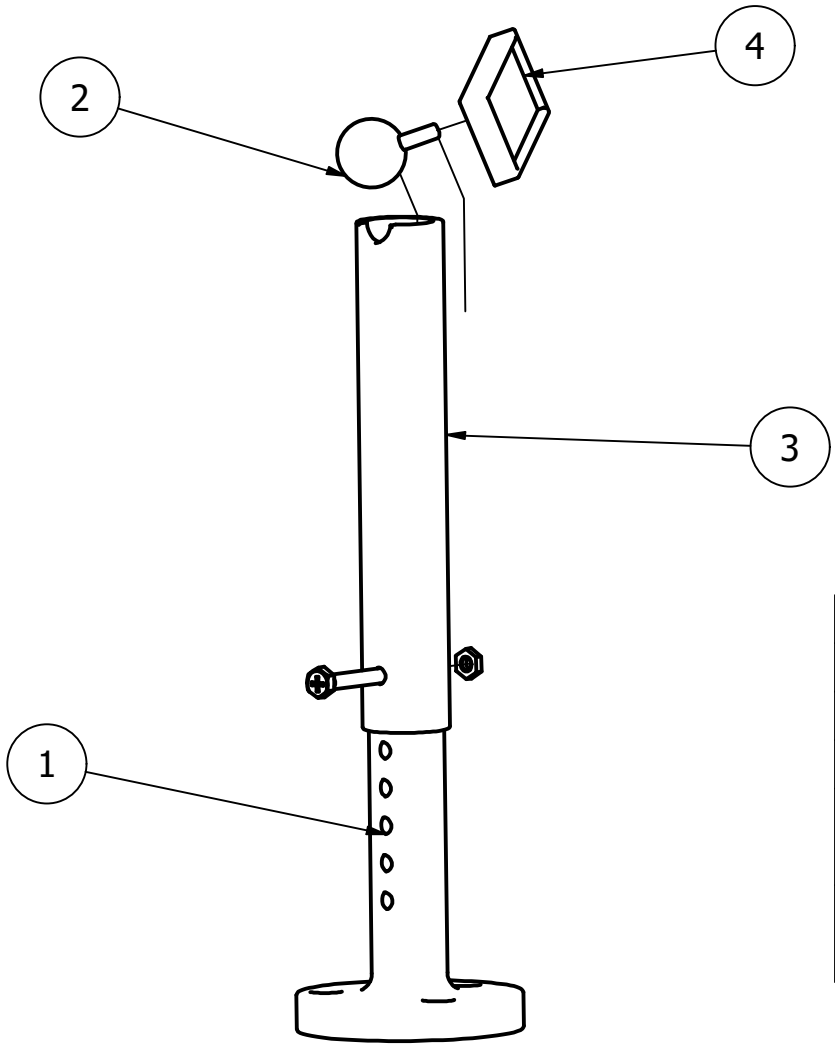
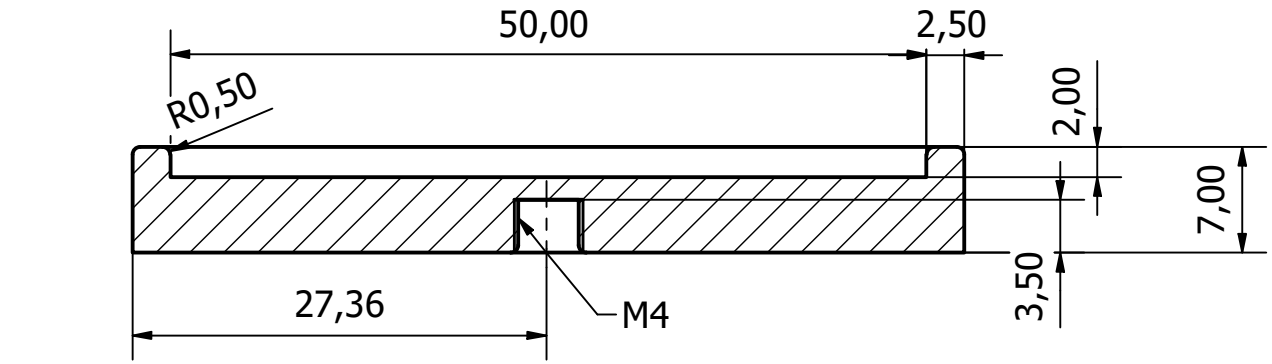
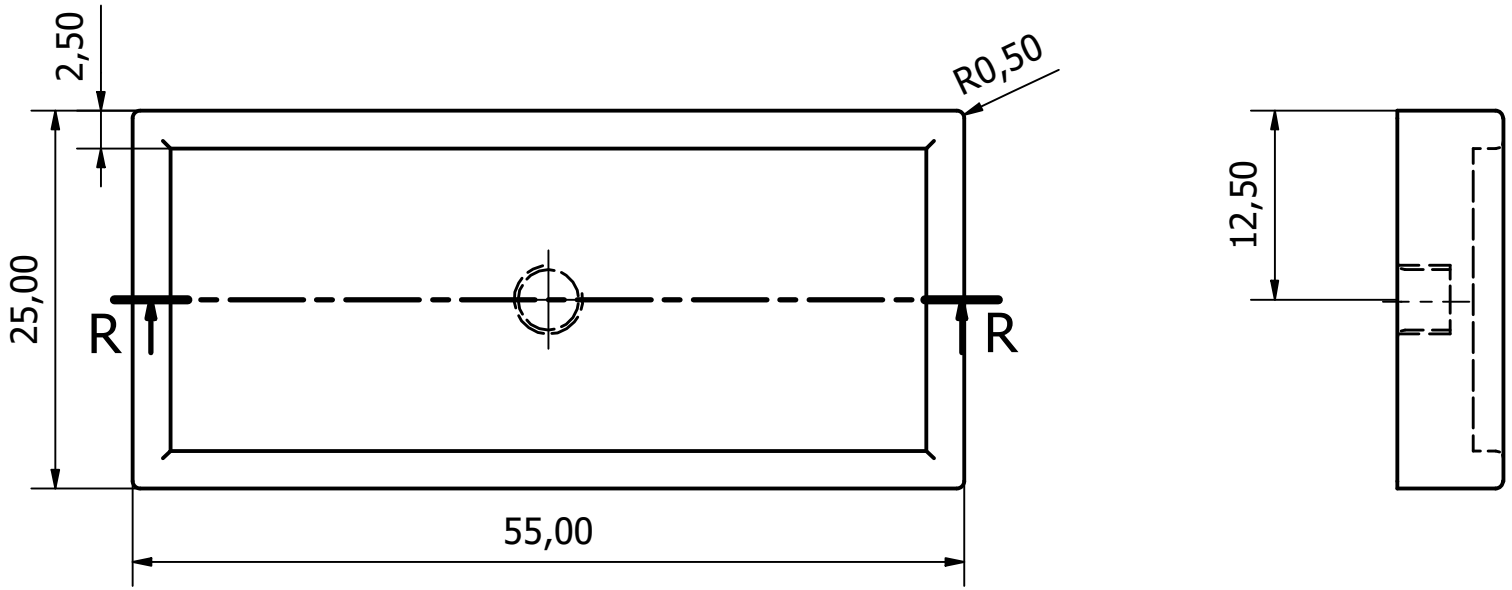


TABLE		
MARCA	DESIGNACIÓN	PLANO
1	Mesa portasustratos	1.5.1
2	Bola ajuste portasustratos	1.5.2
3	Parte exterior soporte portasustratos	1.5.3
4	Parte interior soporte portasustratos	1.5.4

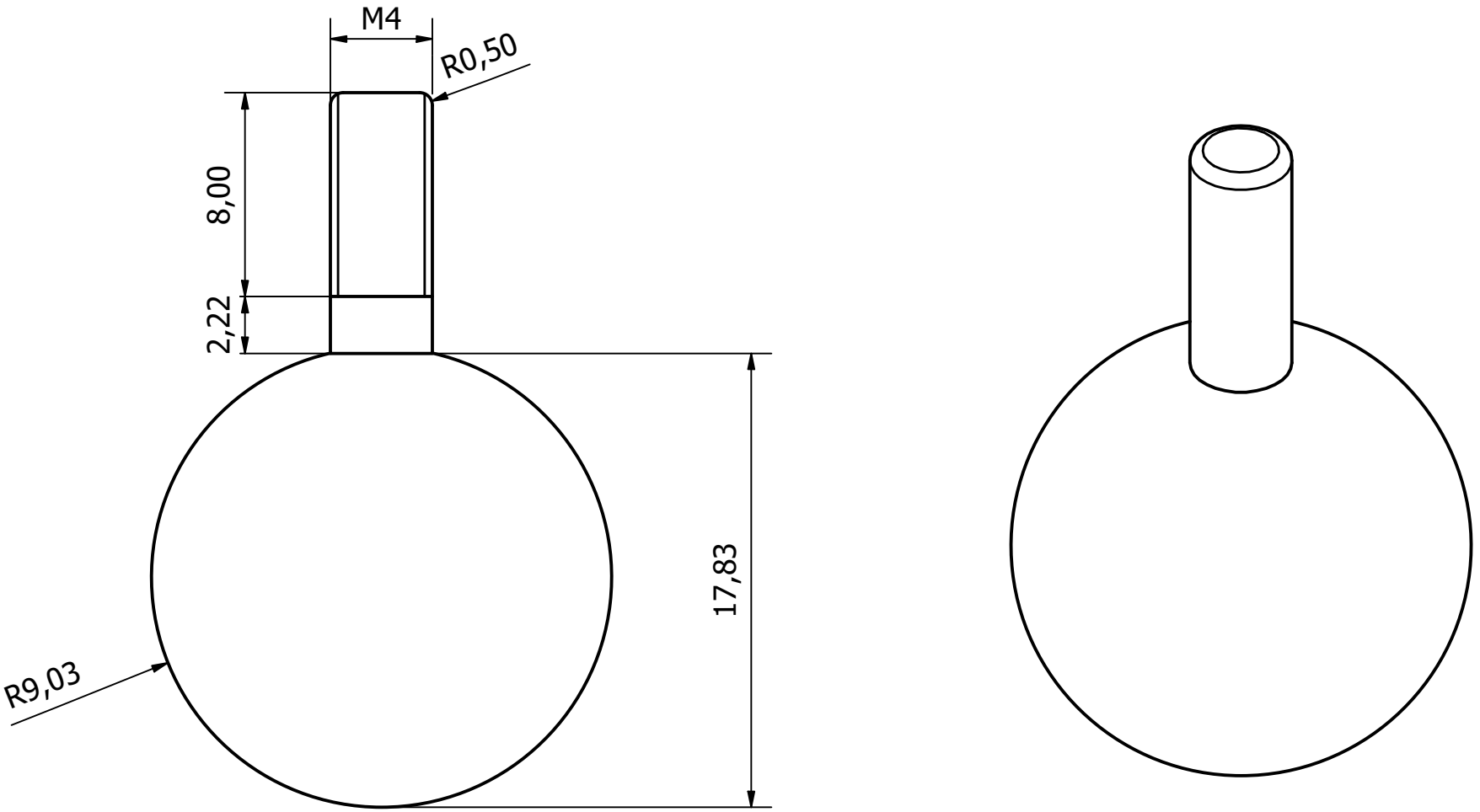
	Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica	Fecha 24-03-2023
	Diseñado por: Rocío García Abad	Portasustratos
		Nº de Registro 1.5 / Escala 1:2

R-R (2 : 1)

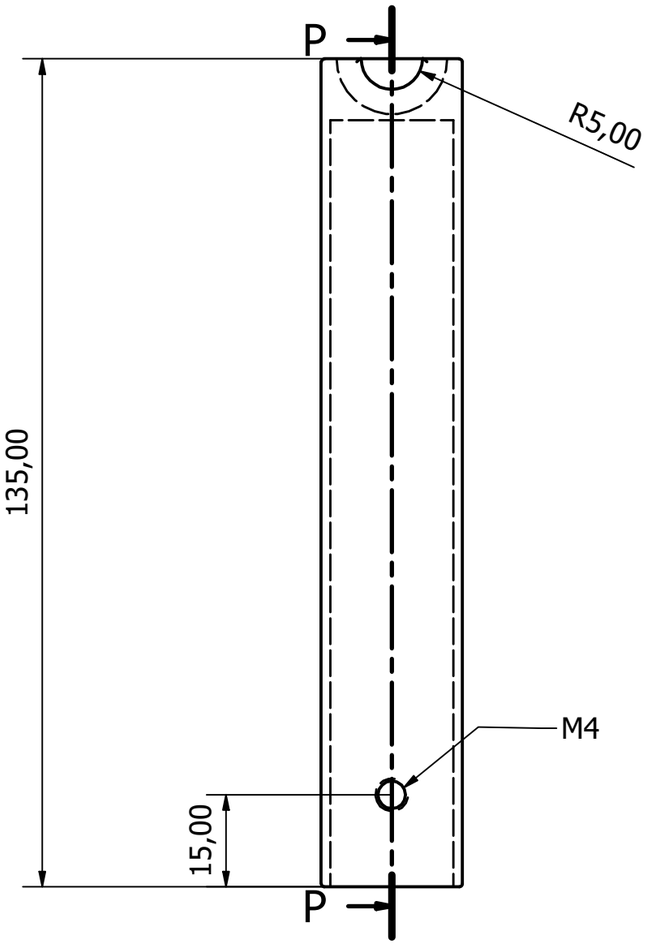


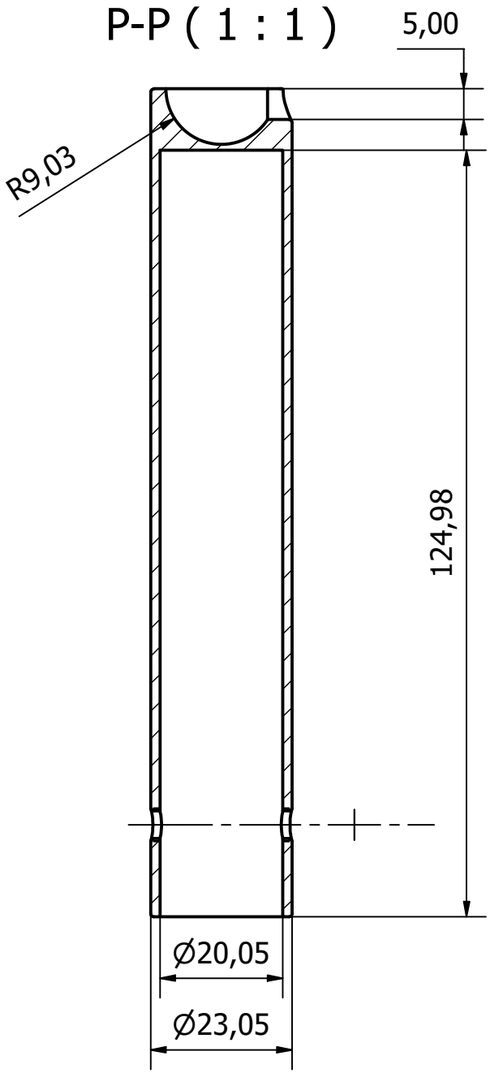


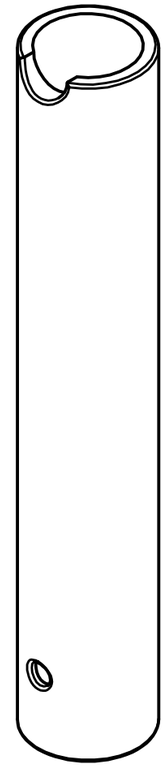
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Mesa portasustratos	
	Nº de Registro 1.5.1	Escala 2:1



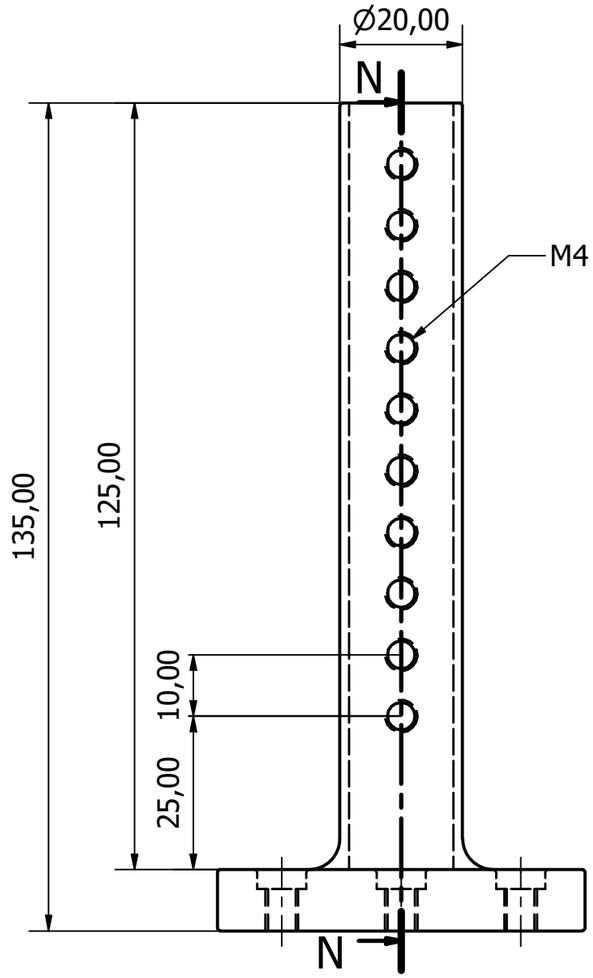
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha: 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Bola ajuste portasustratos	
	Nº de Registro: 1.5.3	Escala: 4:1

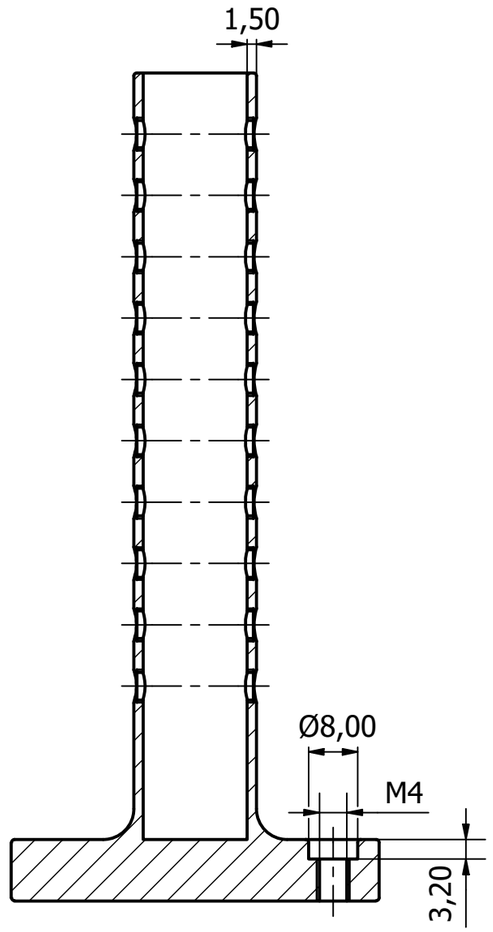


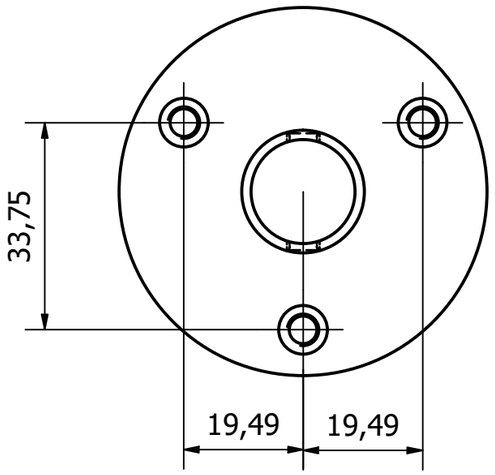




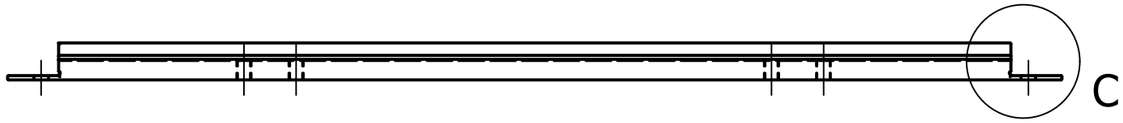
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Parte exterior soporte portasustratos	
	Nº de Registro 1.5.3	Escala 1:1

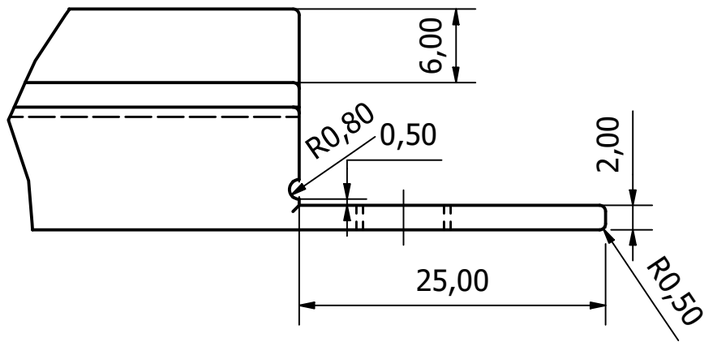


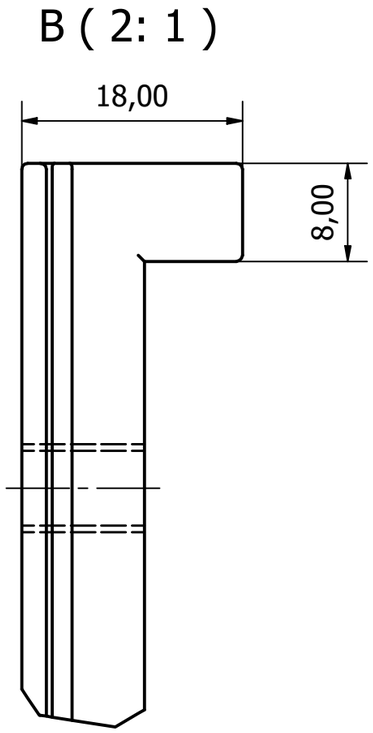


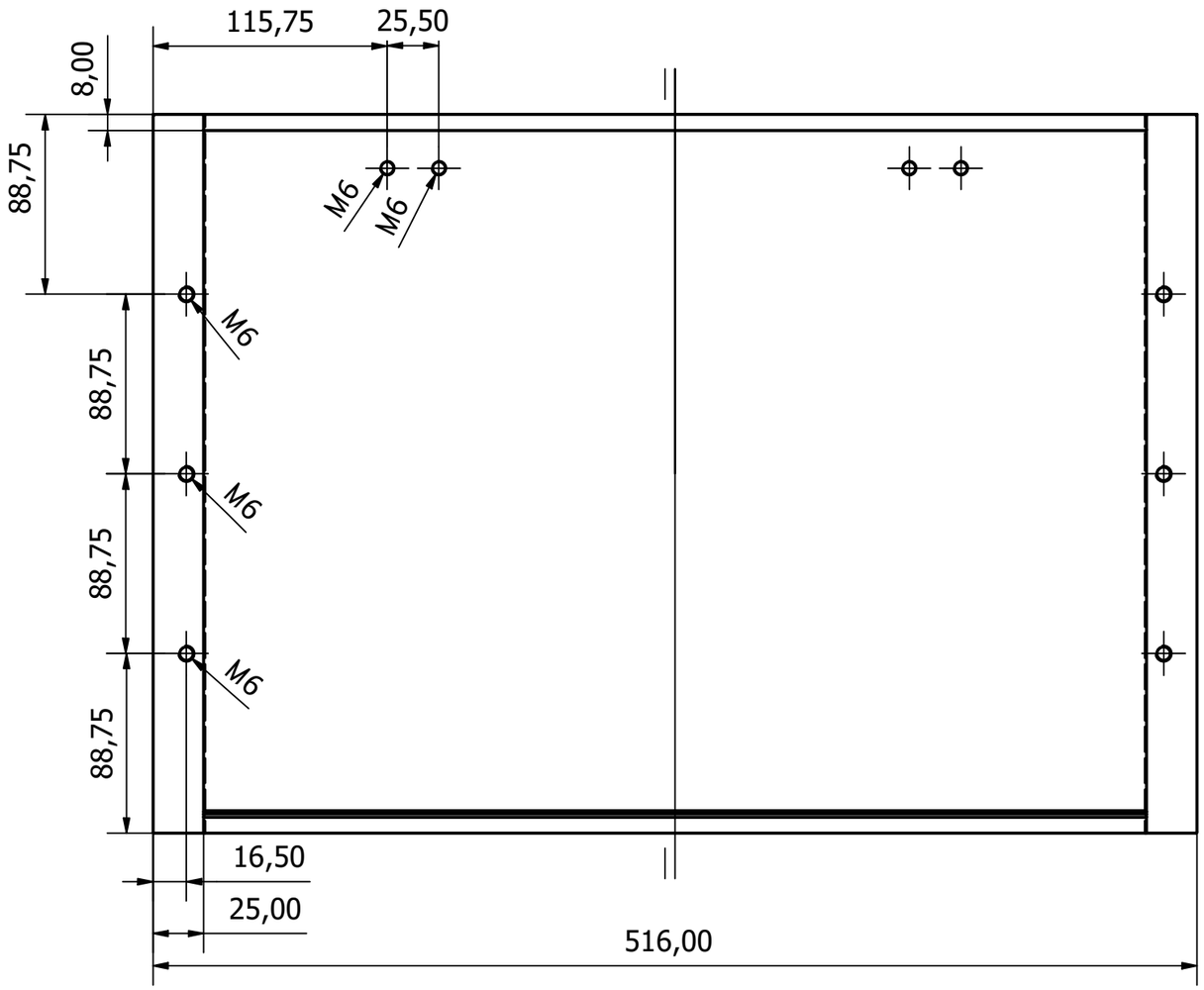


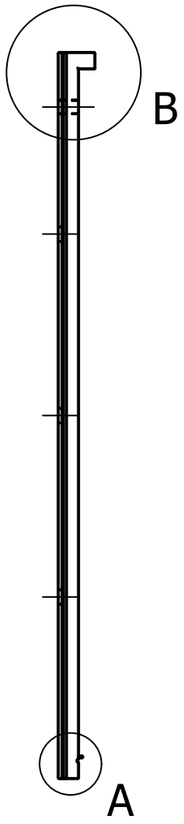
	Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica	Fecha 24-03-2023
	Diseñado por: Rocío García Abad	Parte interior soporte portasustratos
		Nº de Registro 1.5.4 / Escala 1:1

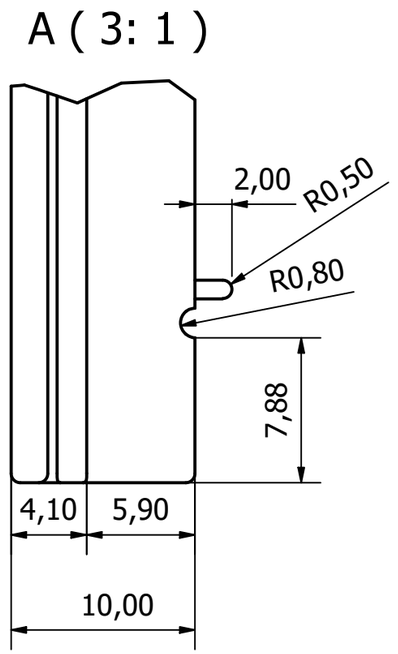












Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Pared frontal desmontable	
	Nº de Registro 2	Escala 1:3

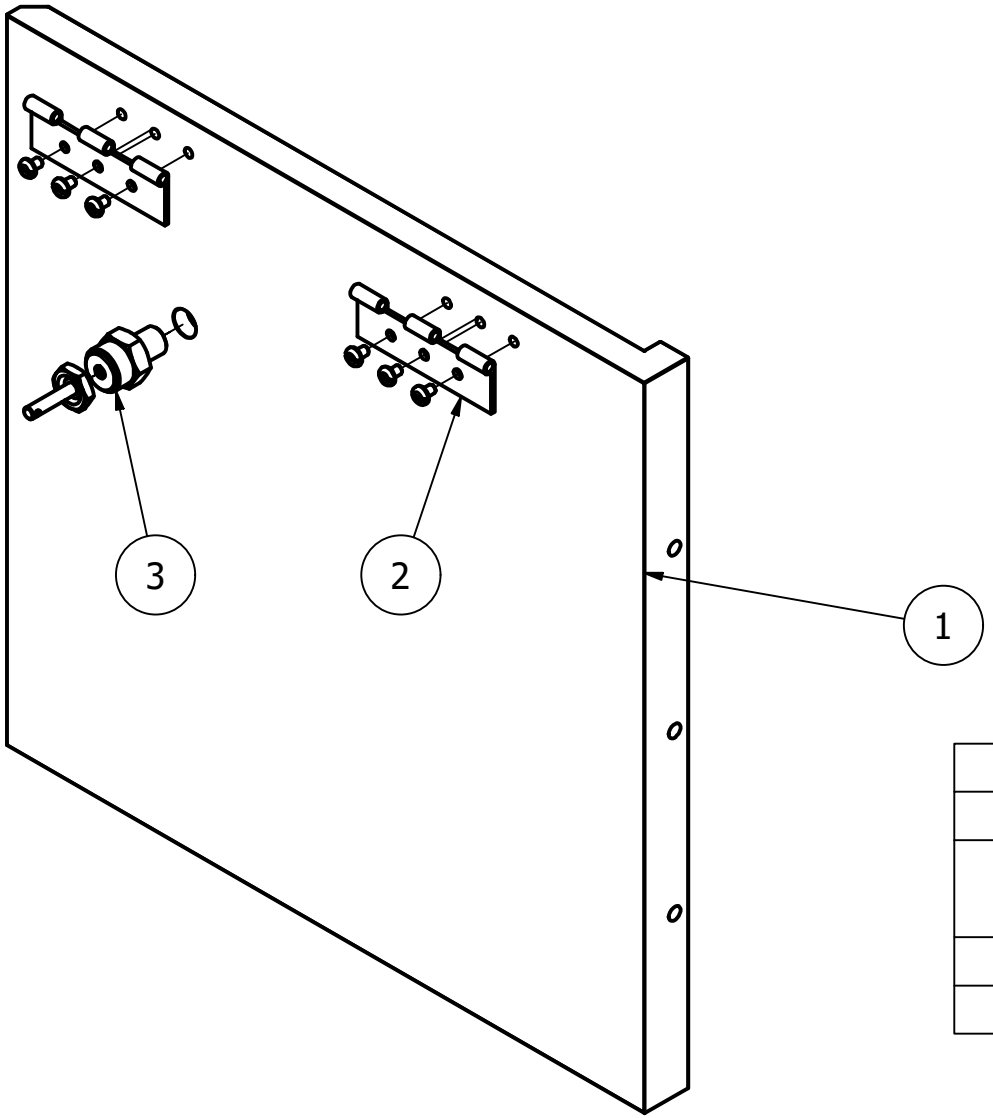
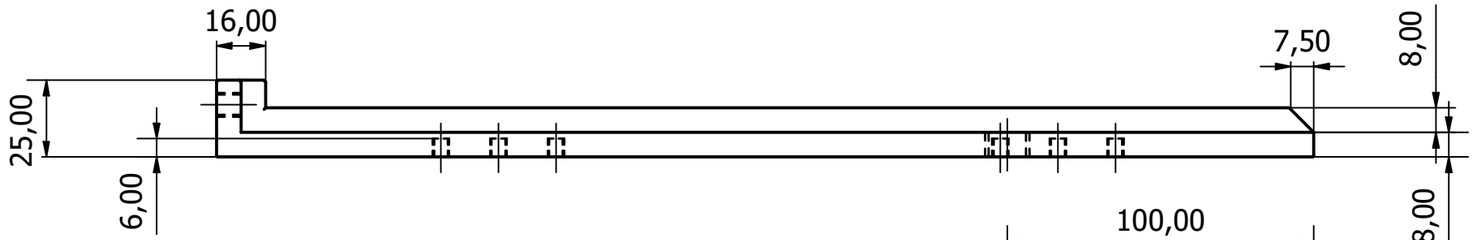
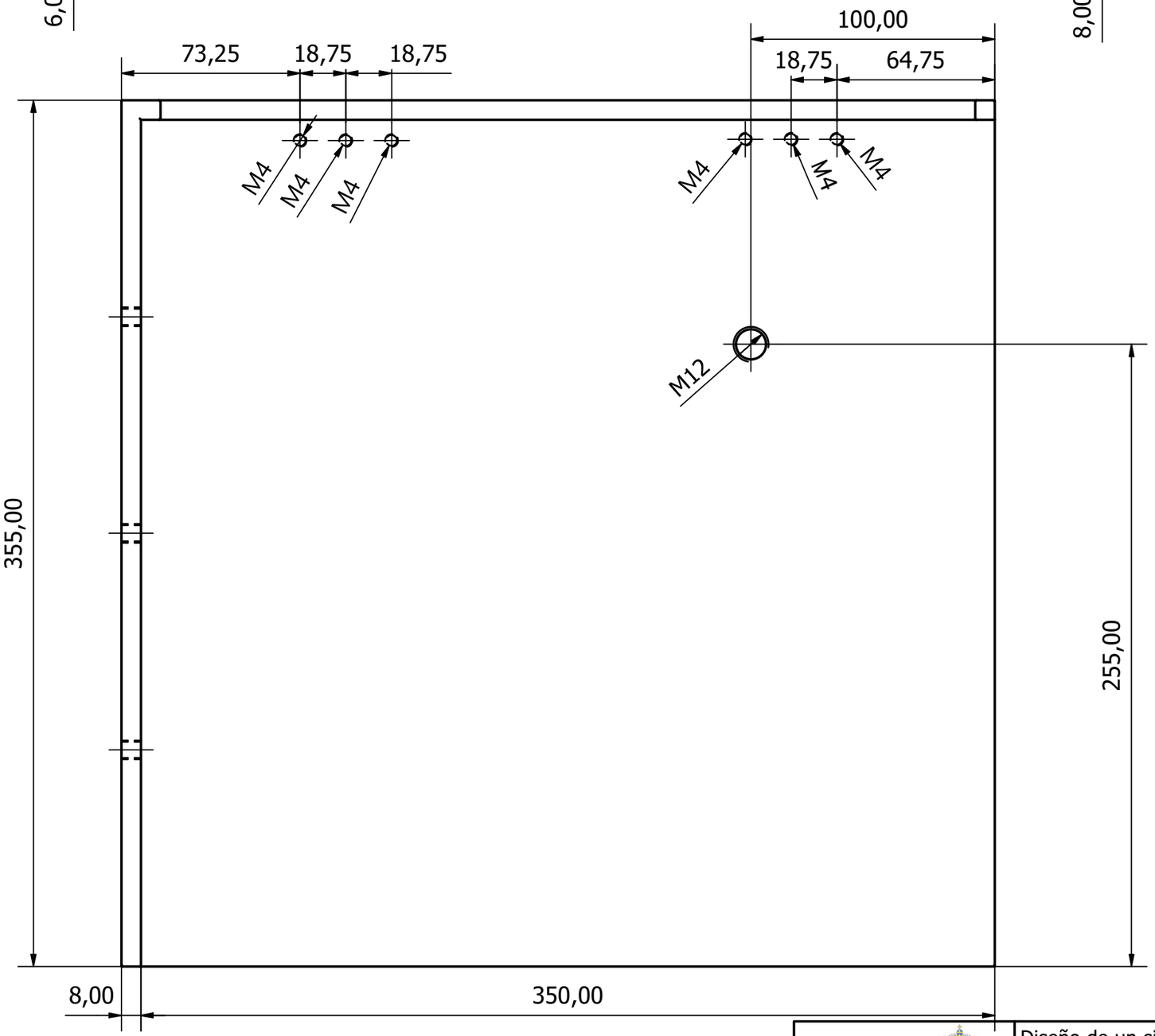
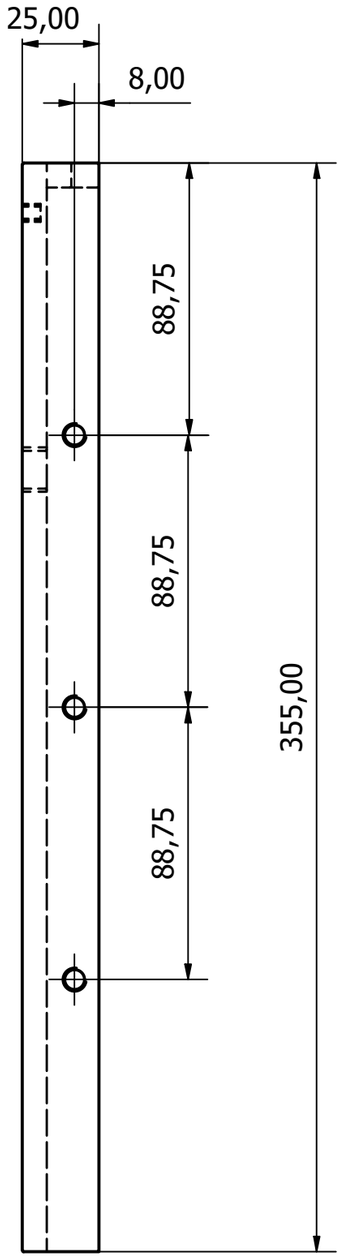


TABLE		
MARCA	DESIGNACIÓN	PLANO
1	Pared lateral salida ventilación	3.1
2	Parte bisagra plana	3.2
3	Válvula salida gas	

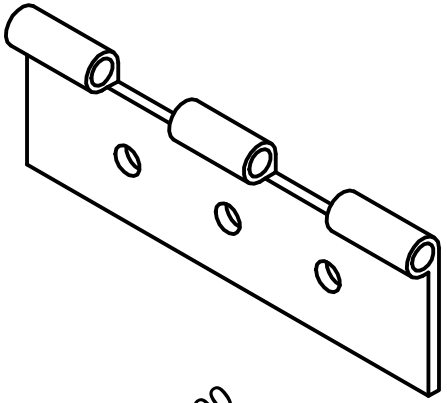
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Explosionado pared lateral salida ventilación	
	Nº de Registro 3	Escala 1:3

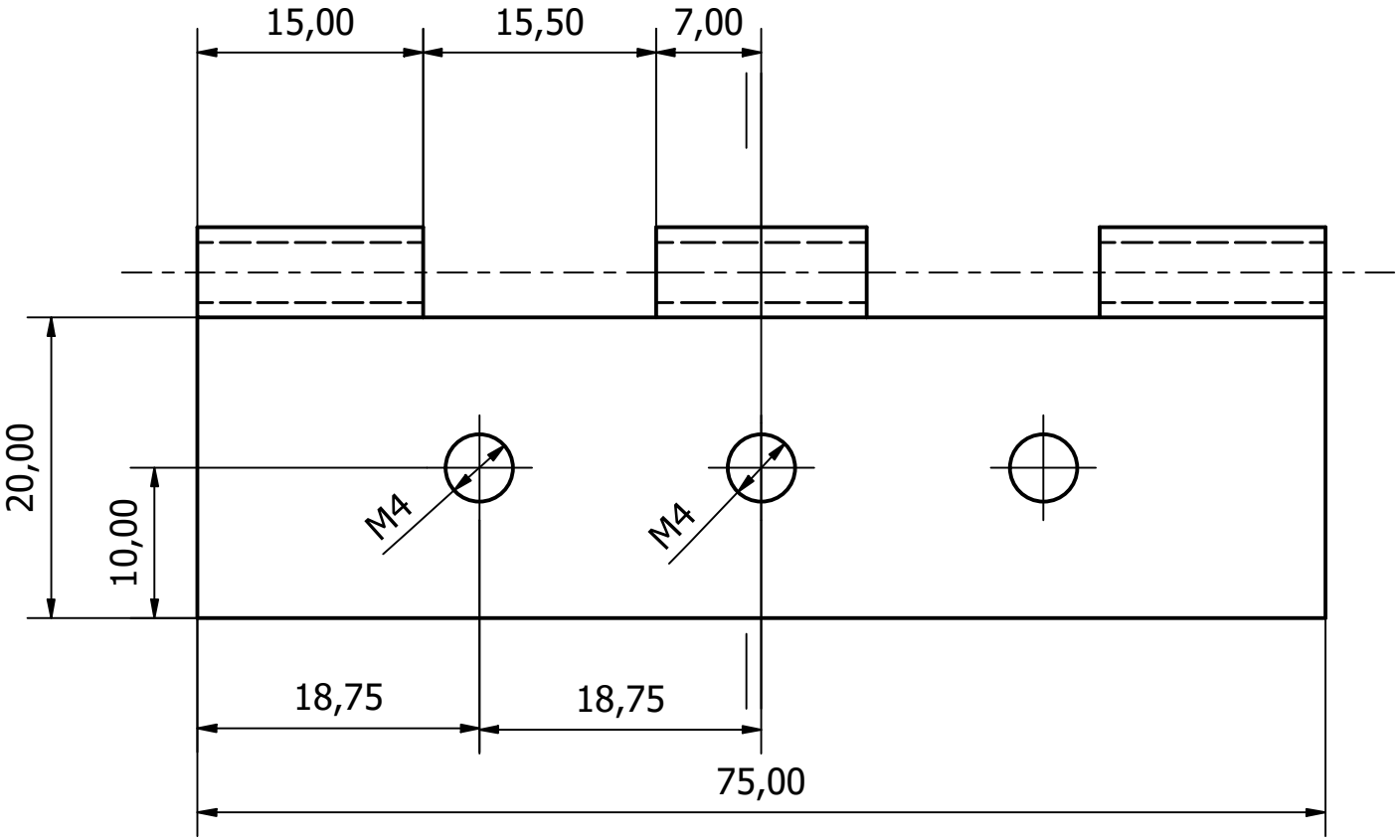


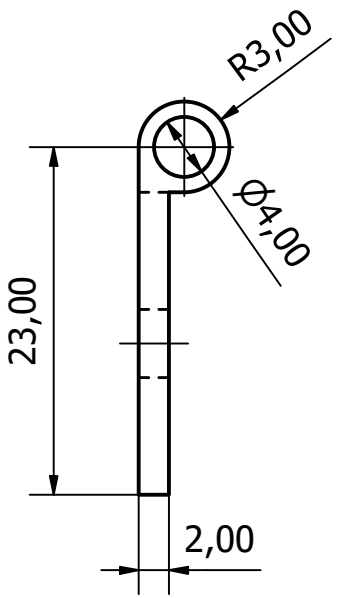




Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica	Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Pared lateral salida ventilación
	Nº de Registro 3 / Escala 1:2







Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Parte bisagra plana	
	Nº de Registro 3.2	Escala 2.1

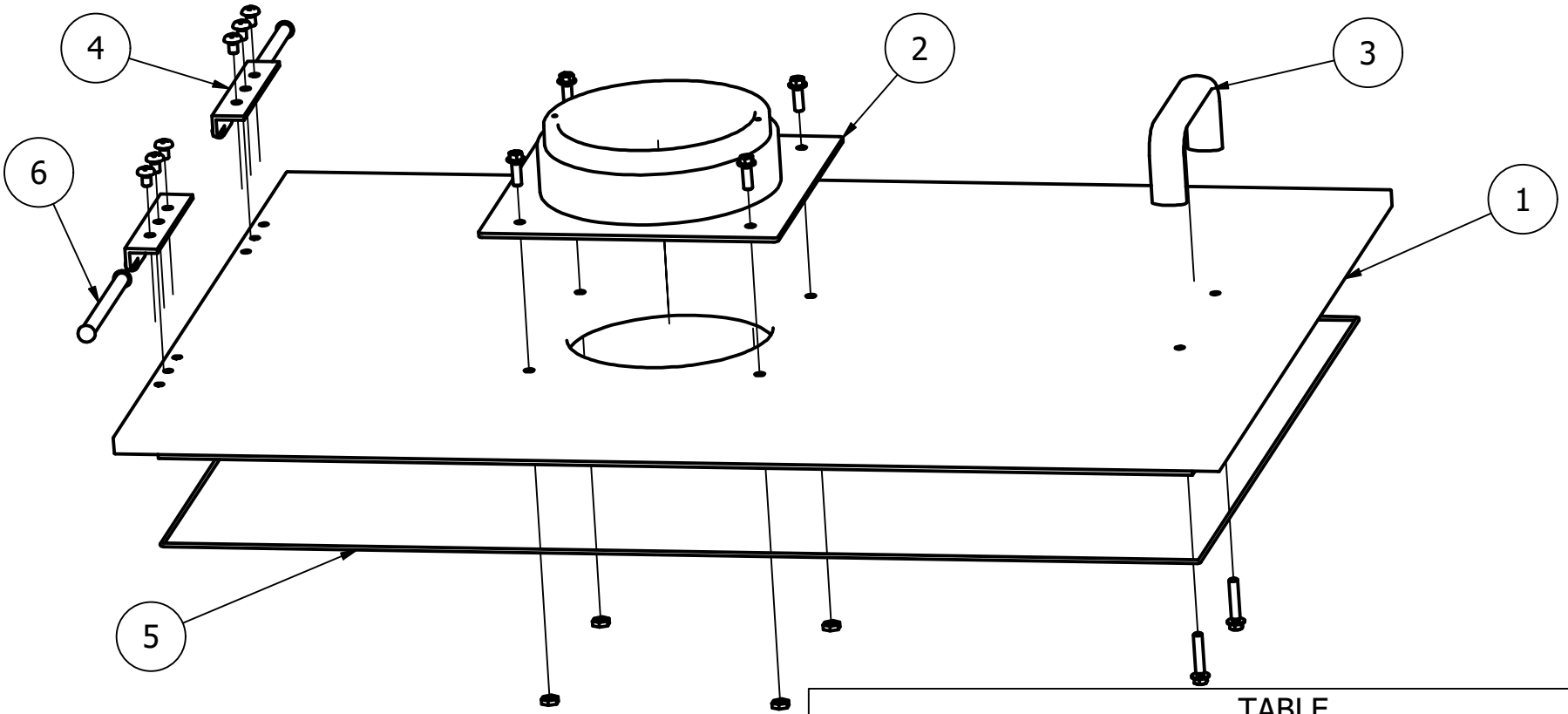
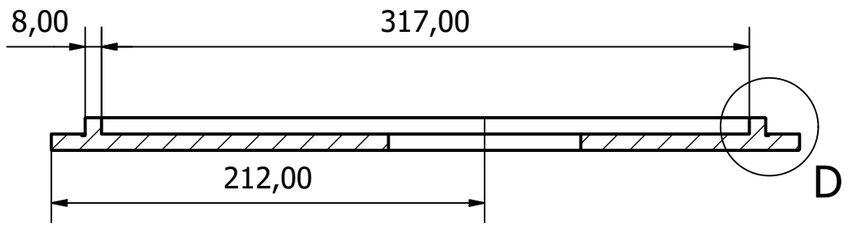


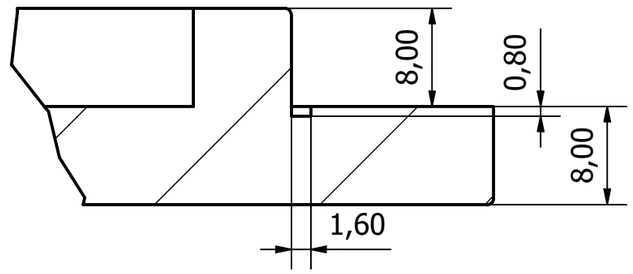
TABLE		
MARCA	DSIGNACIÓN	PLANO
1	Tapadera	4.1
2	Conjunto portaventanas	4.2
3	Tirador	
4	Parte bisagra L	4.3
5	Hilo tórico	
6	Perno bisagra	4.4

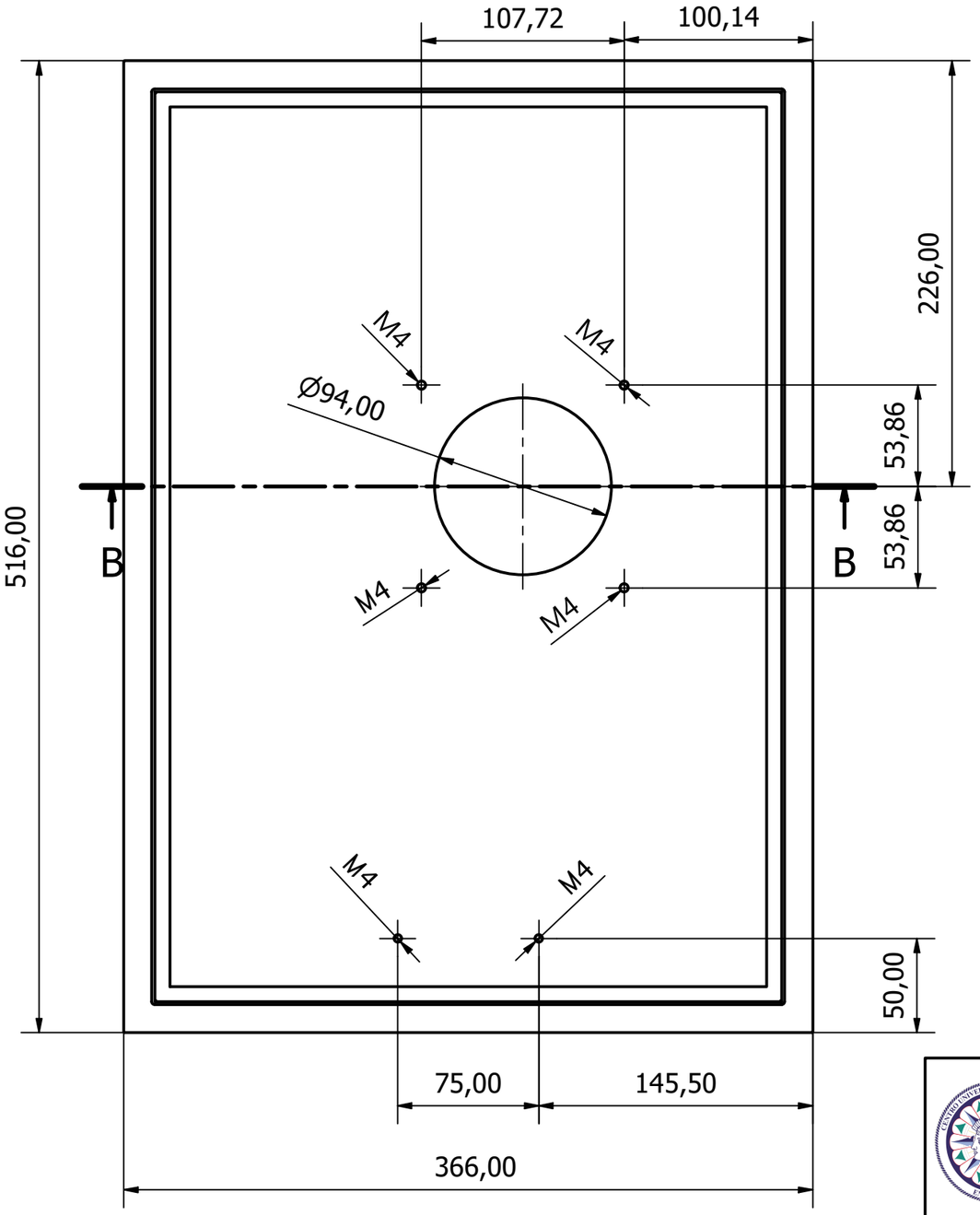
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha: 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Explosionado tapadera	
	Nº de Registro: 4	Escala: 1:3

B-B (1 : 3)



D (2: 1)





Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Tapadera	
	Nº de Registro 4.1	Escala 1:3

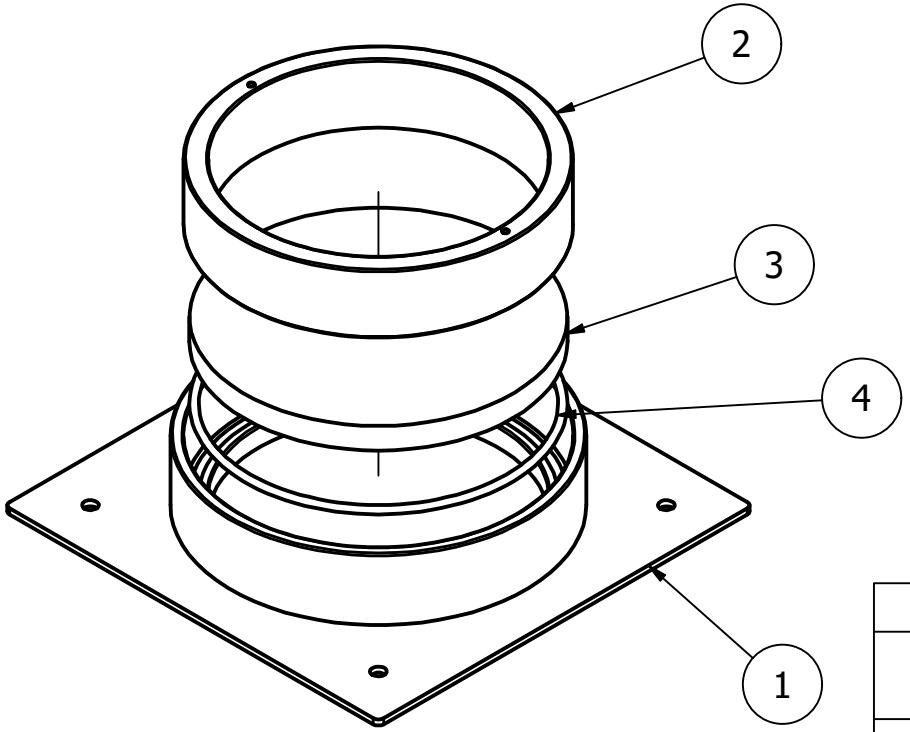
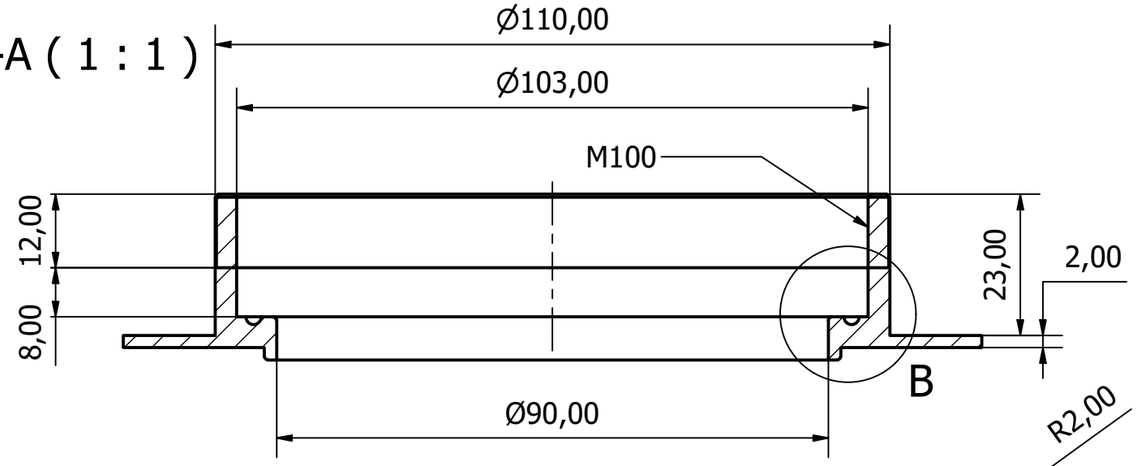


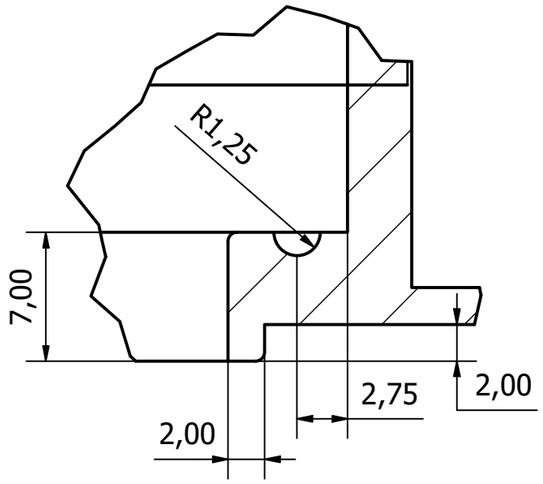
TABLE		
MARCA	DESIGNACIÓN	PLANO
1	Base portaventanas	4.2.1
2	Junta tórica	4.2.2
3	Ventana	
4	Protector portaventanas	4.2.3

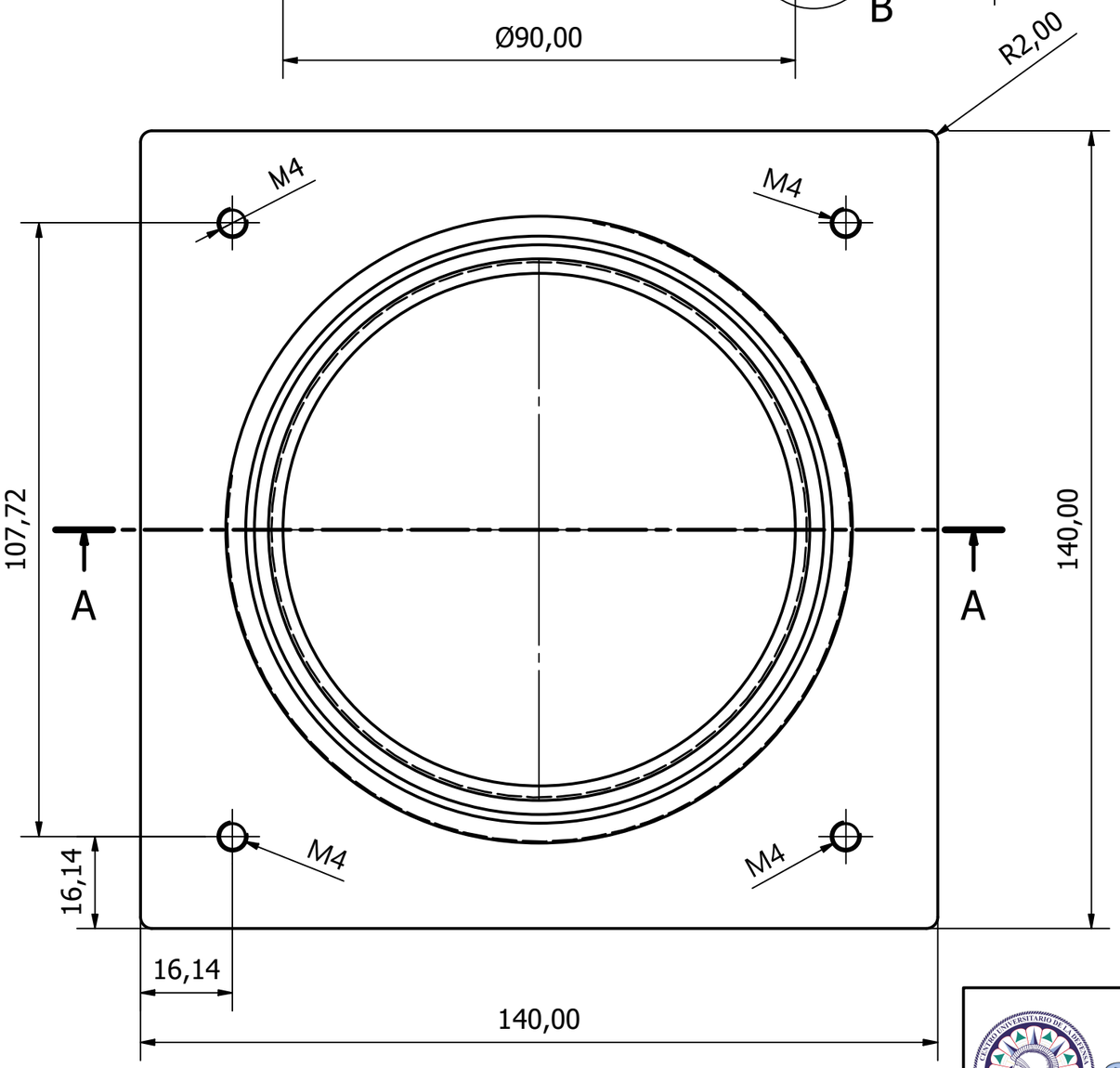
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Conjunto portaventanas	
	Nº de Registro 4.2	Escala 1:2

A-A (1 : 1)



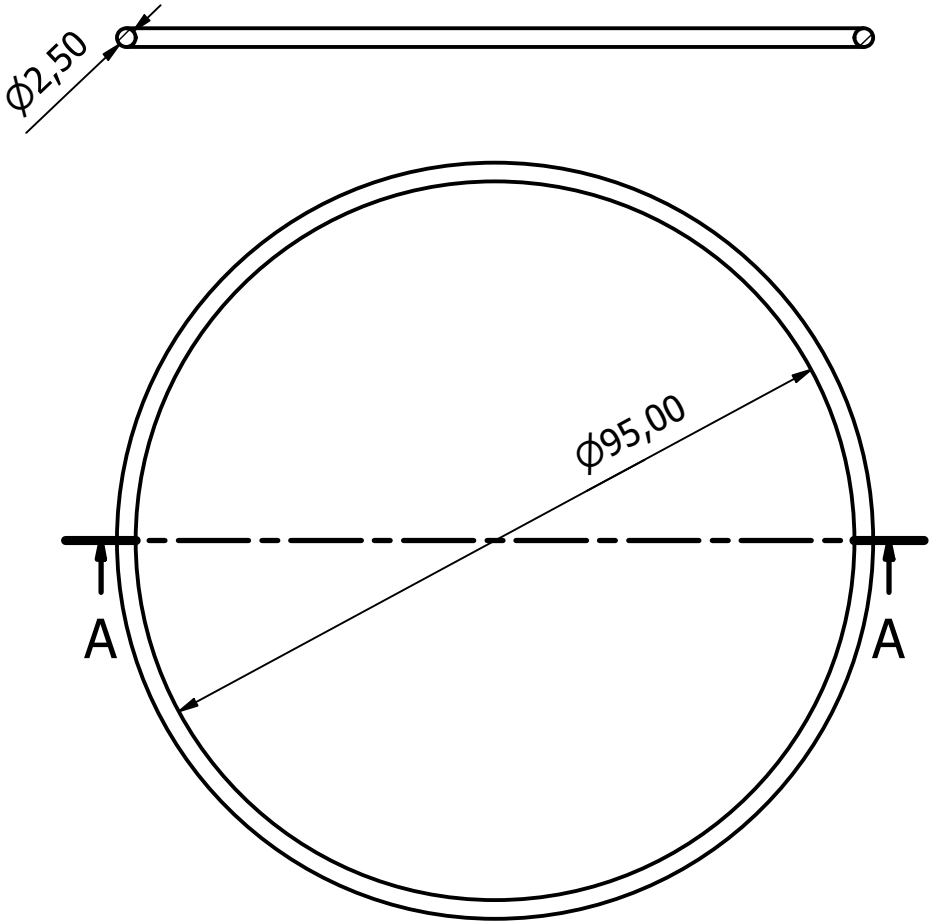
B (3 : 1)





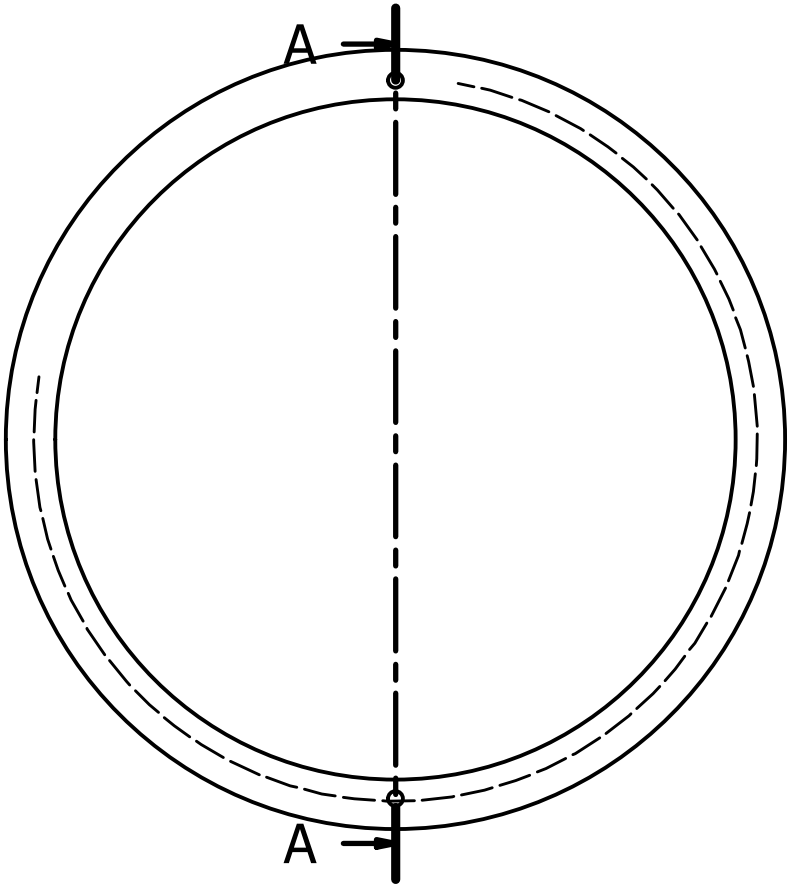
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha: 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Base portaventanas	
	Nº de Registro: 4.2.1	Escala: 1:1

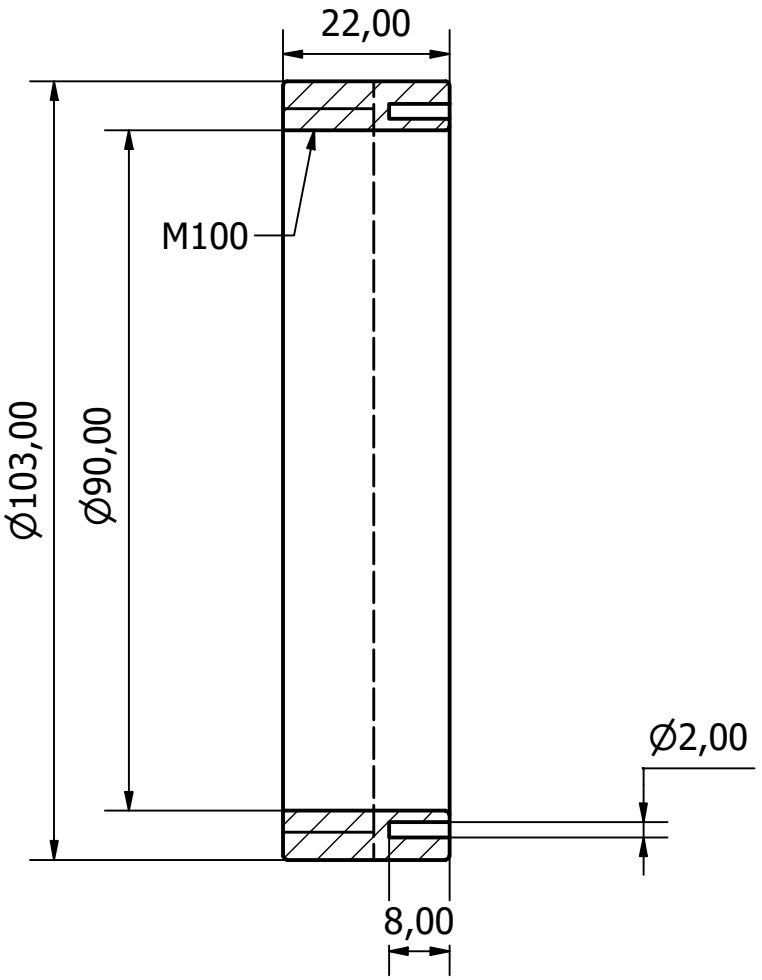
A-A (1 : 1)



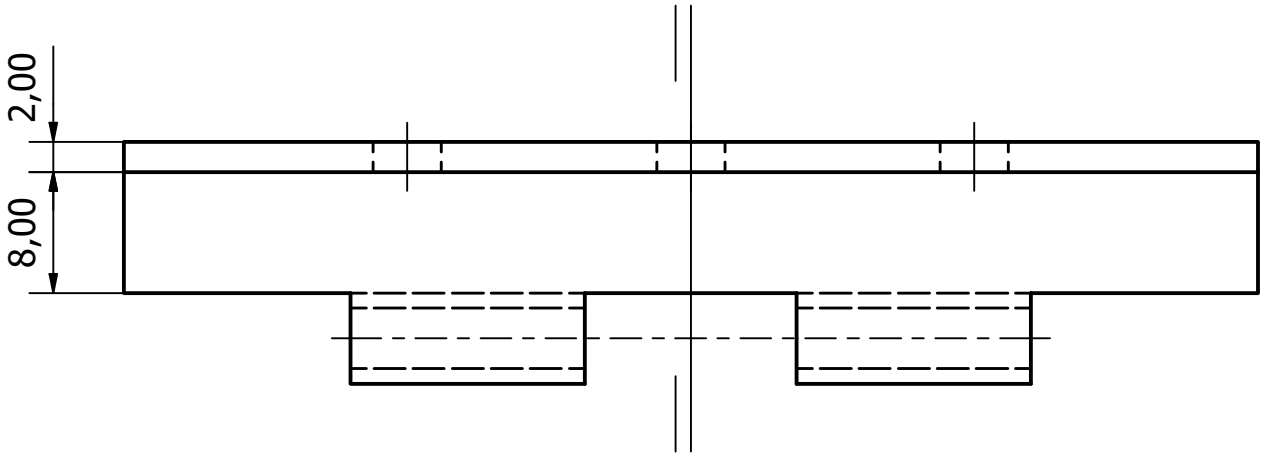
	Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica	Fecha 24-03-2023
	Diseñado por: Rocío García Abad	Junta tórica
		Nº de Registro 4.2.2 / Escala 1:1

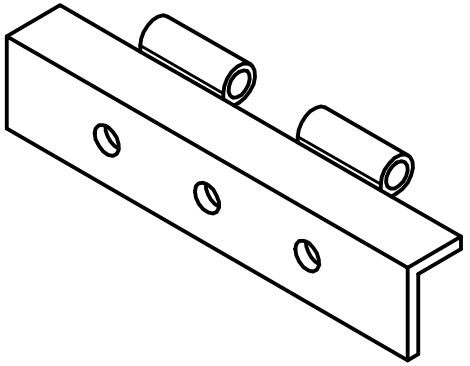
A-A (1 : 1)

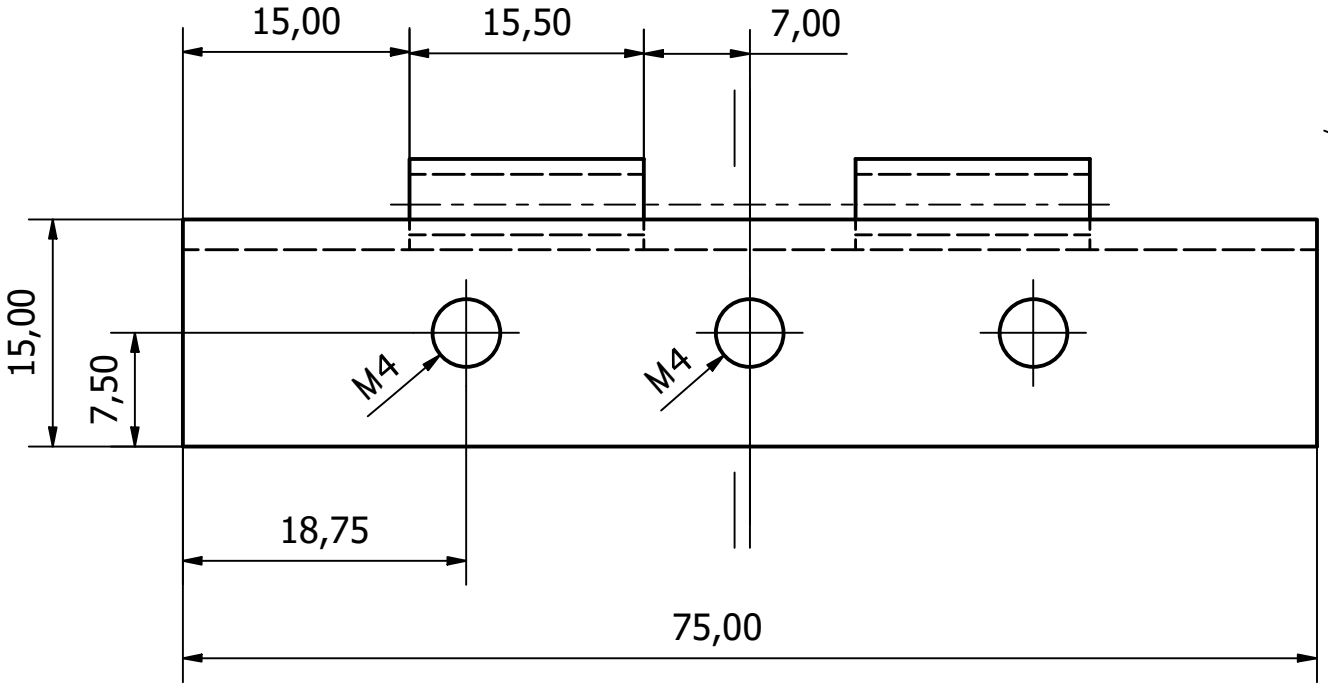


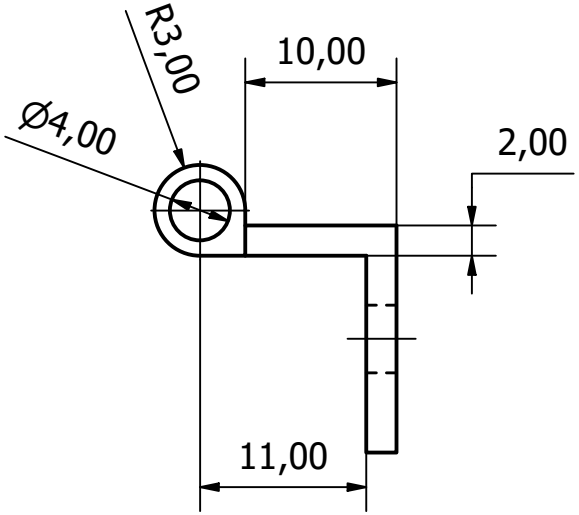


Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Protector ventanas	
	Nº de Registro 4.2.3	Escala 1:1

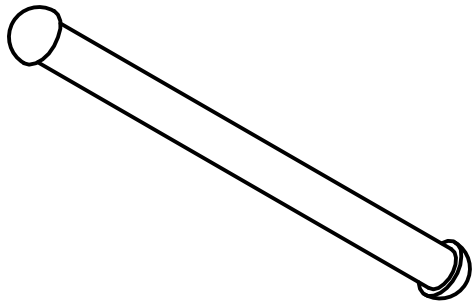


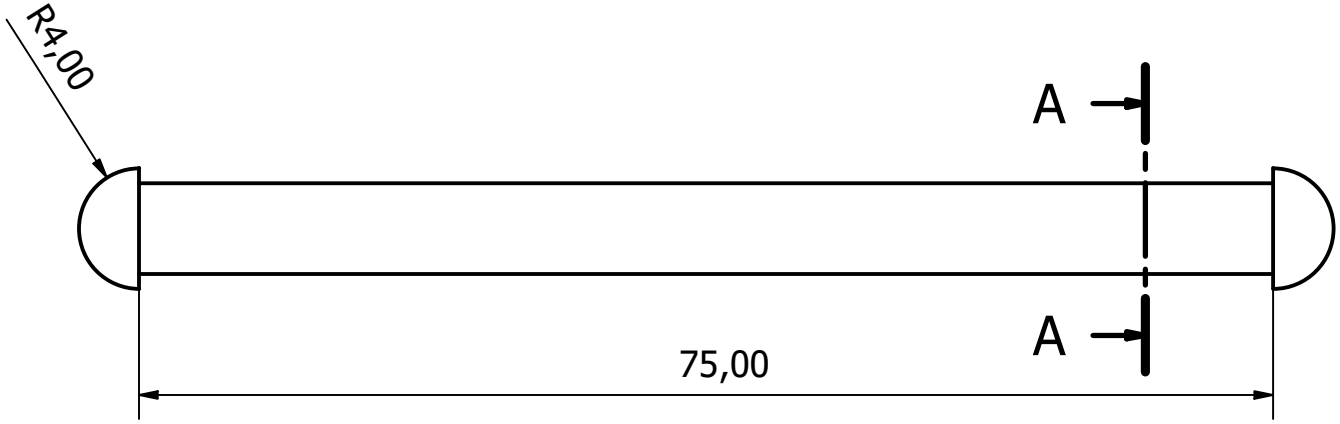




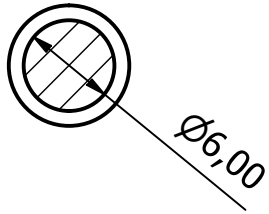


Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha: 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Parte bisagra L	
	Nº de Registro: 4.3	Escala: 2:1





A-A (2 : 1)



Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Perno bisagra	
	Nº de Registro 4.4	Escala 2:1

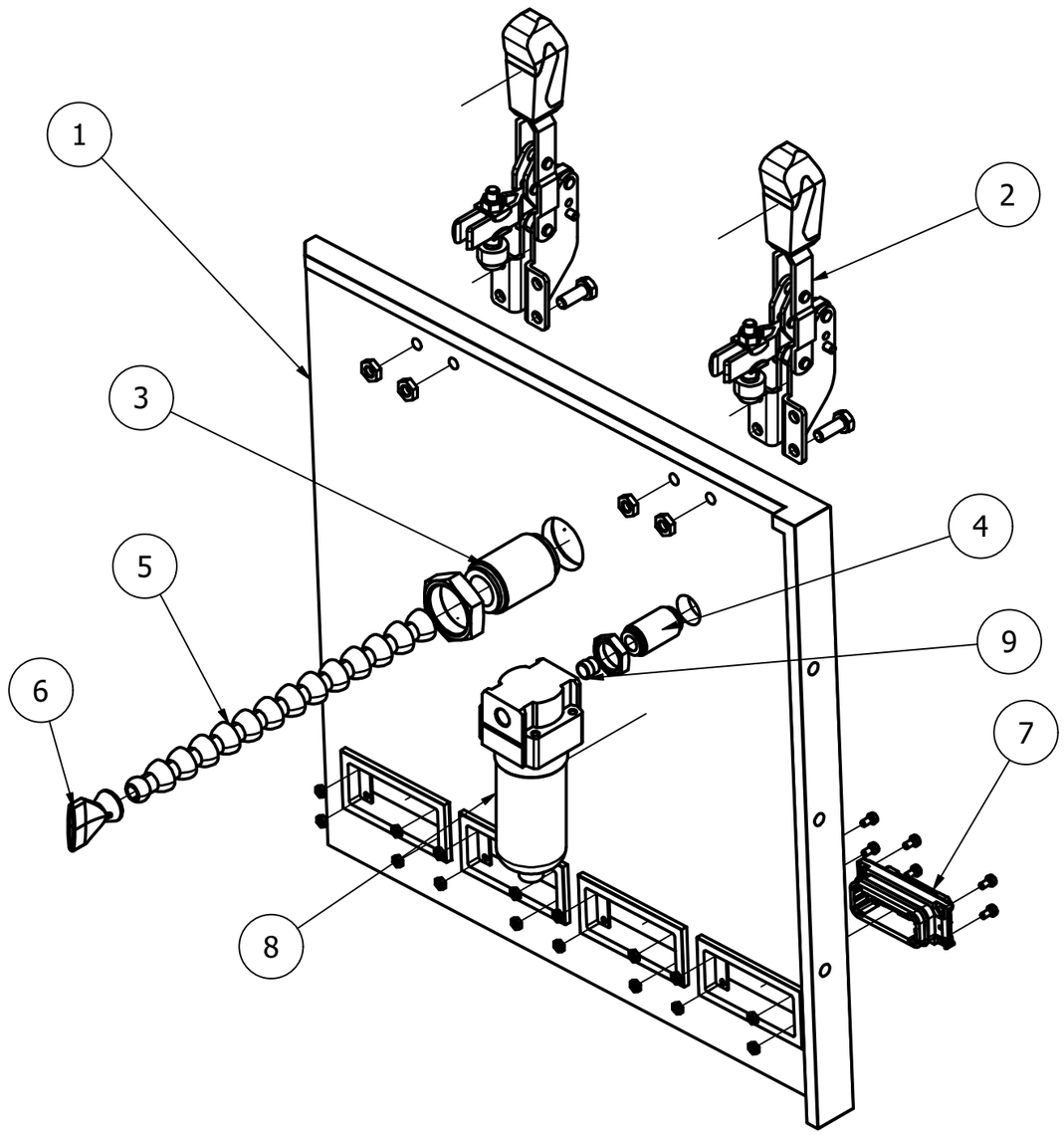
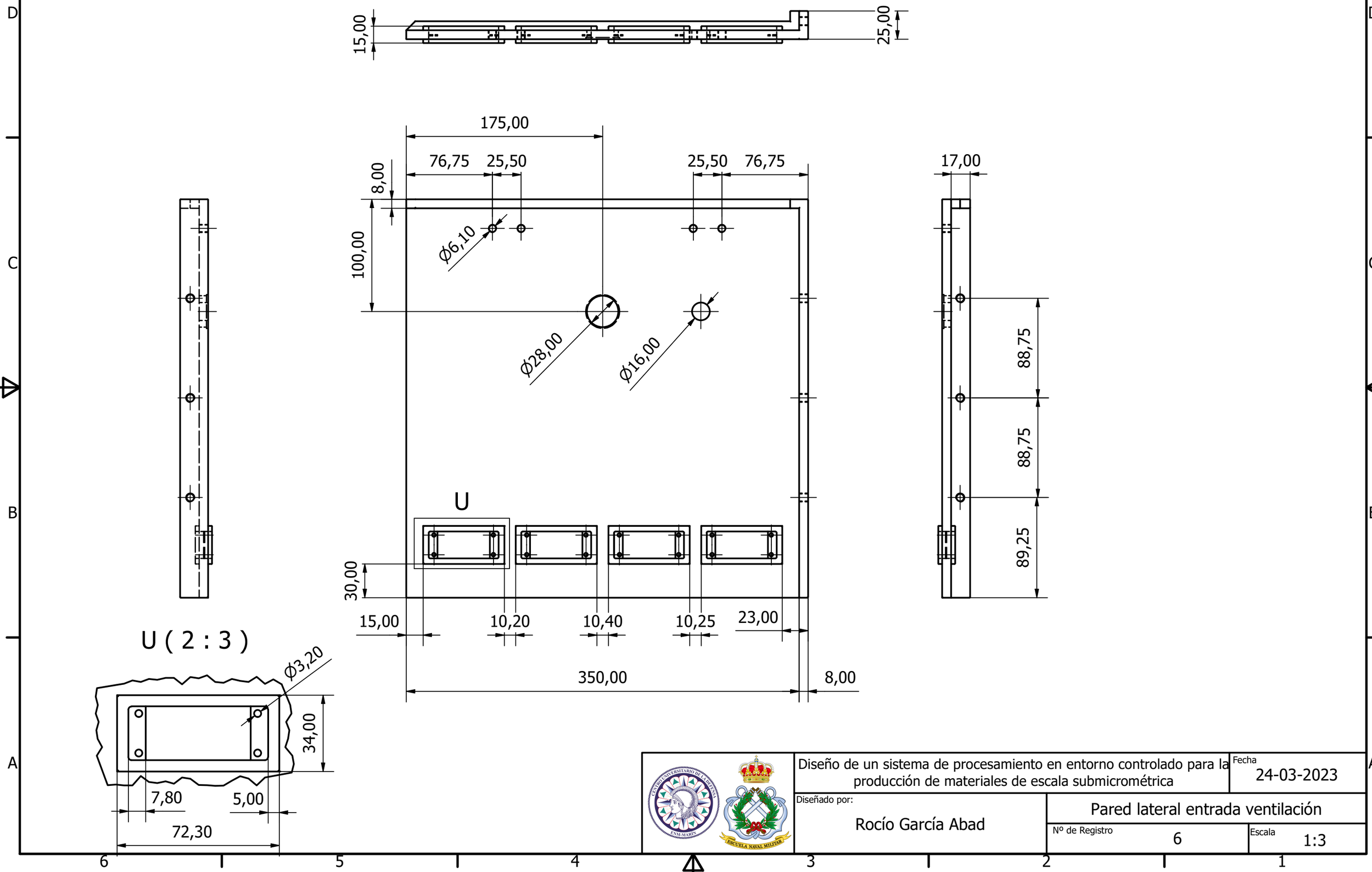
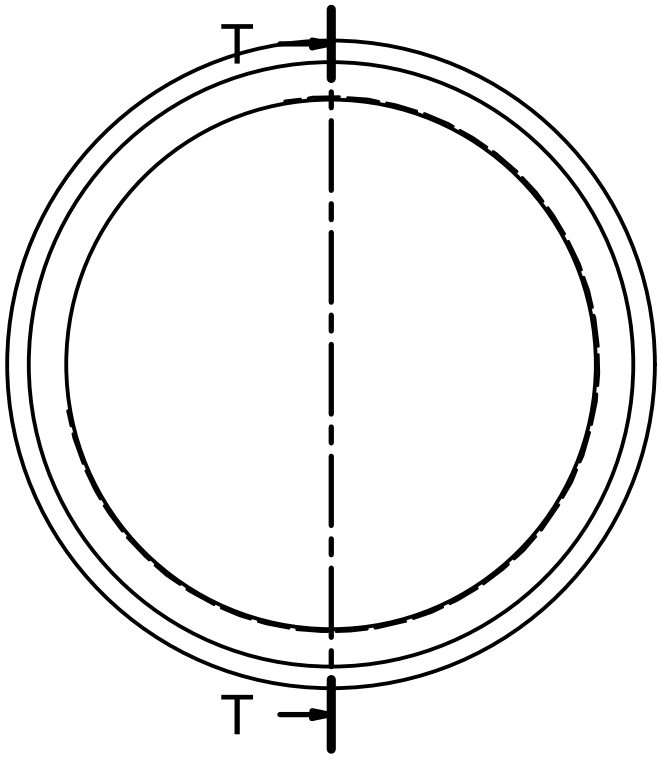


TABLE		
MARCA	DESIGNACIÓN	PLANO
1	Pared lateral entrada ventilación	5.1
2	Brida de cierre	
3	Racor 16 mm	
4	Racor 6 mm	
5	Manguera articulada	
6	Boquilla de pato	
7	Adaptador D-SUB 15	
8	Filtro de aire	
9	Adaptador filtro de aire	5.2

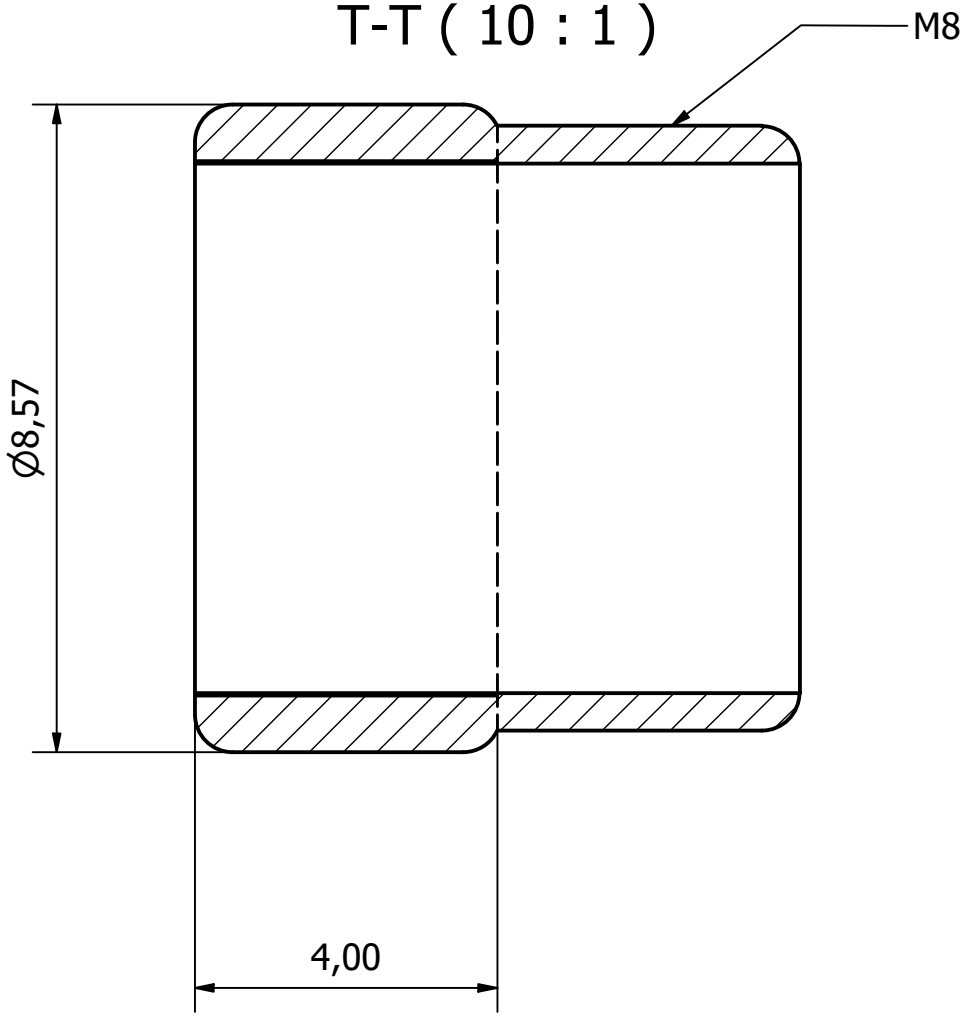
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Explosionado pared lateral entrada ventilación	
	Nº de Registro 5	Escala 1:3



Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Pared lateral entrada ventilación	
	Nº de Registro 6	Escala 1:3



T-T (10 : 1)



Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha: 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Adaptador filtro de aire	
	Nº de Registro: 5.2	Escala: 10:1

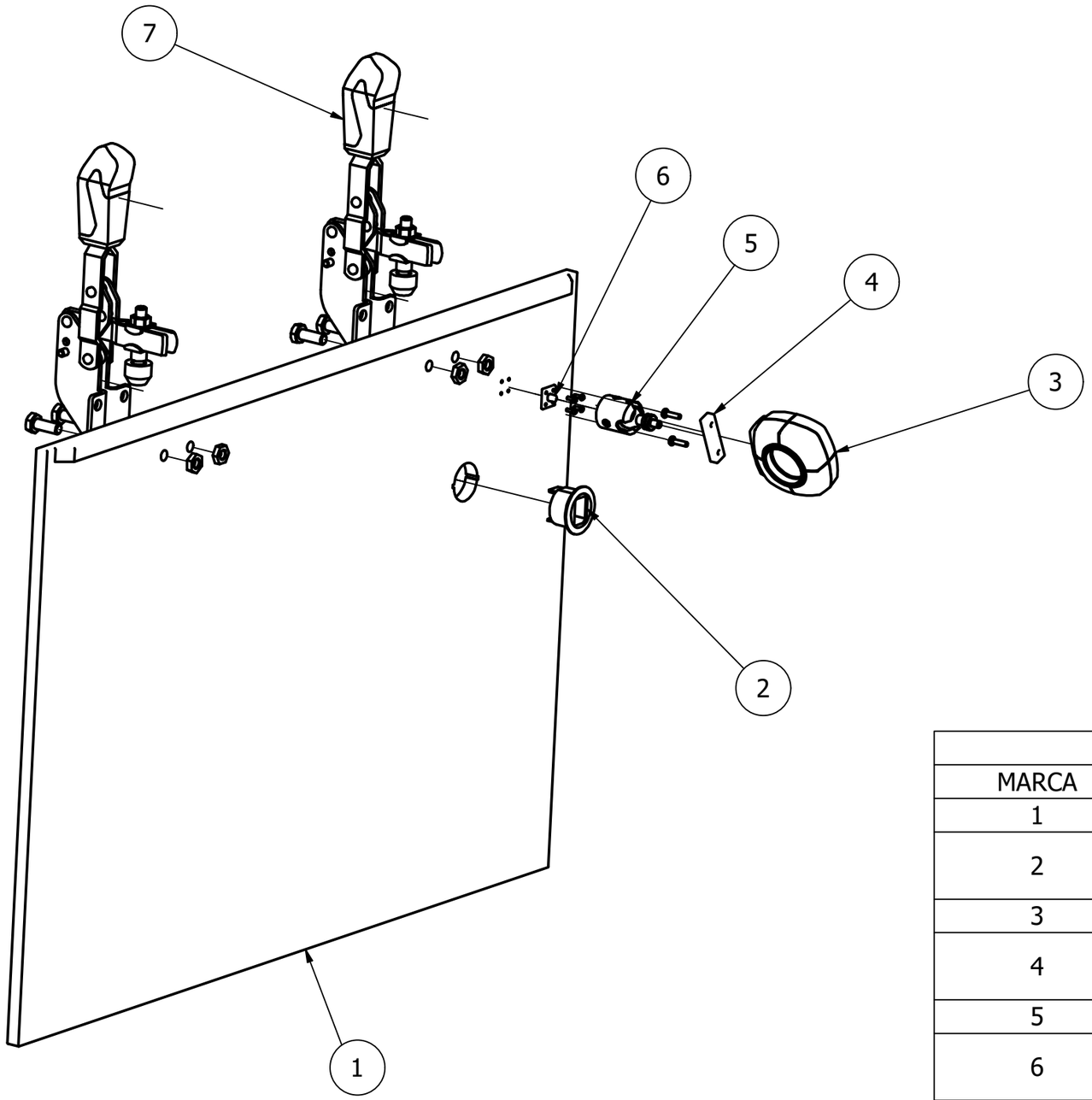
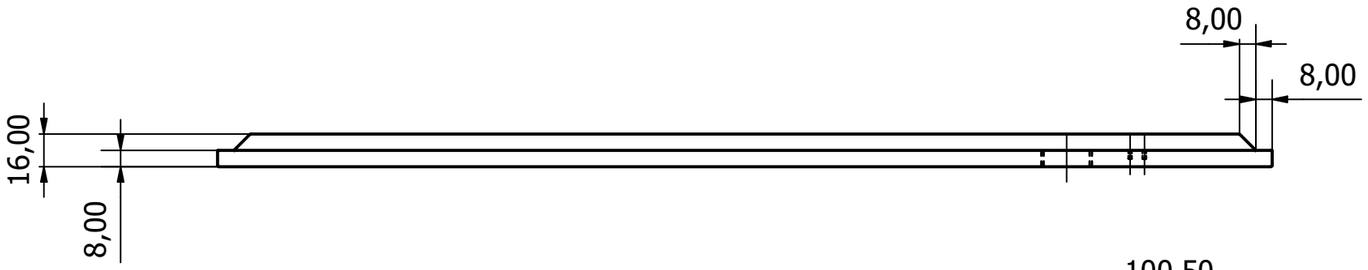
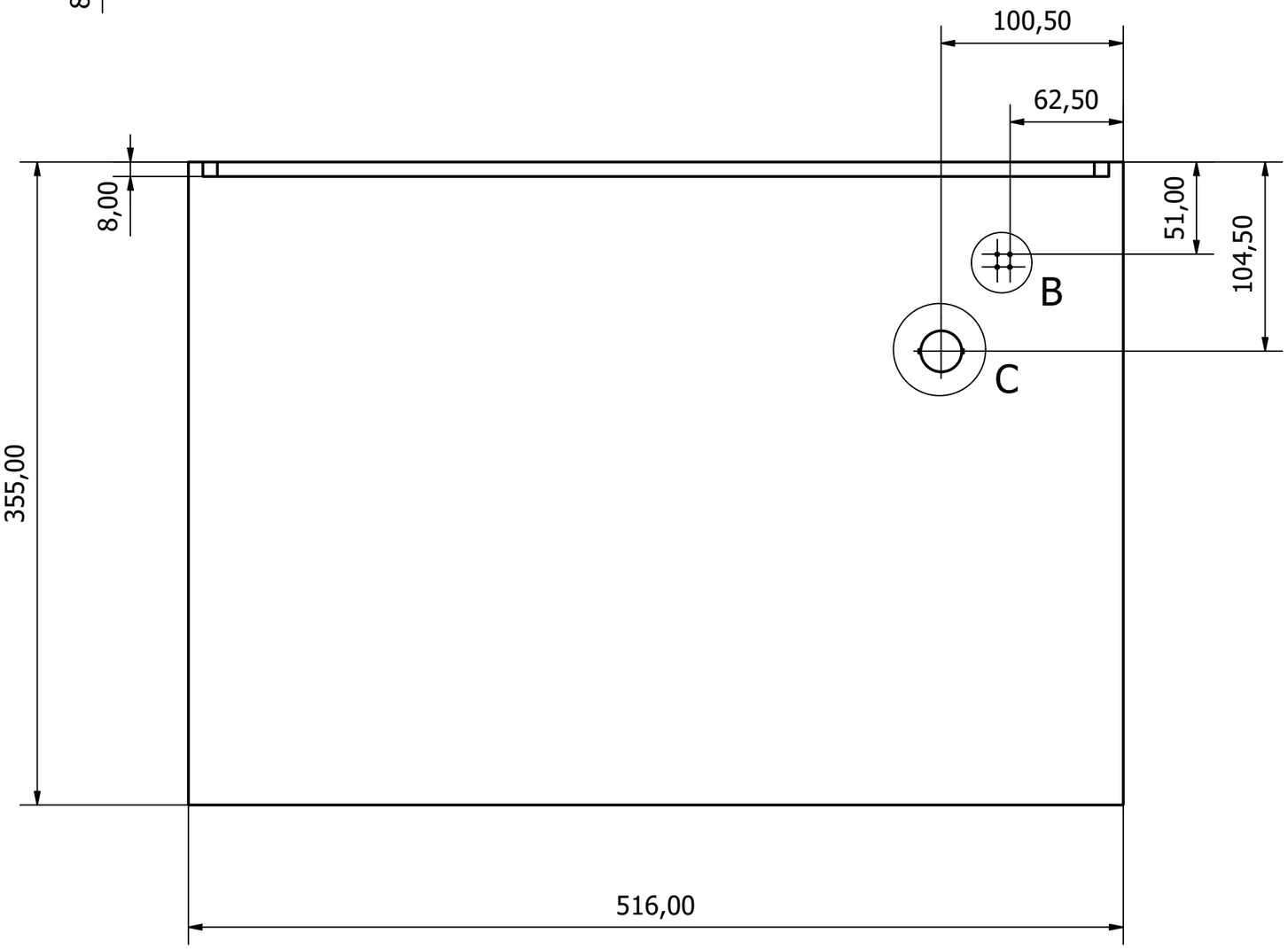


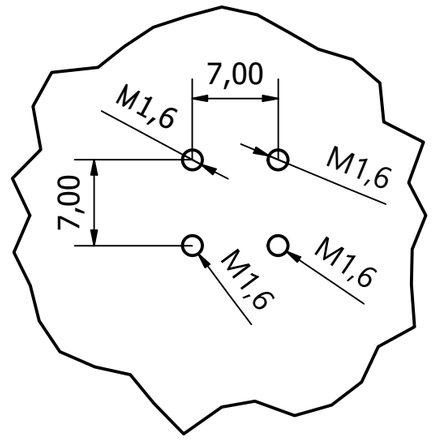
TABLE		
MARCA	DESIGNACIÓN	PLANO
1	Pared frontal fija	6.1
2	Adaptador USB pasante	
3	Cámara IDS	
4	Adaptador base cámara	6.2
5	Bola articulada TRB1M	
6	Soporte anclaje cámara	6.3
7	Brida de cierre	

Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Explosionado pared frontal fija	
	Nº de Registro 6	Escala 1:3

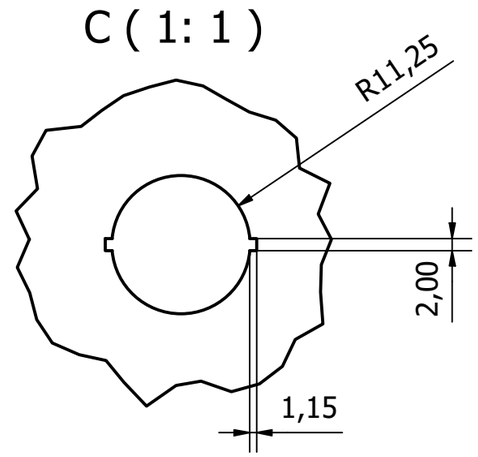




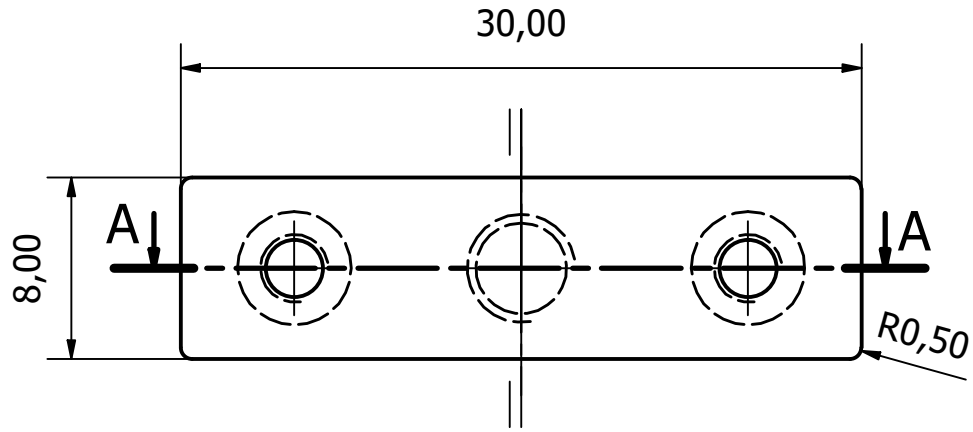
B (2: 1)

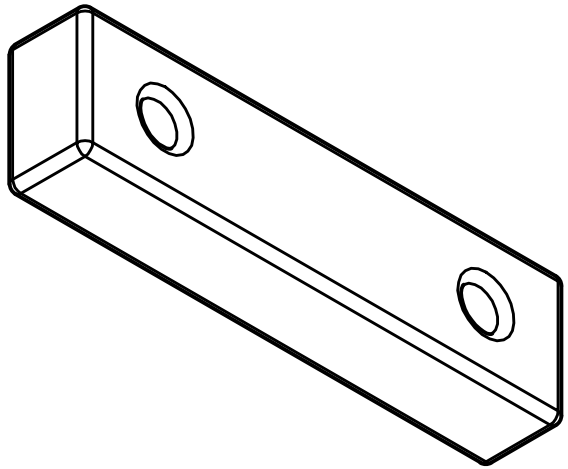


C (1: 1)

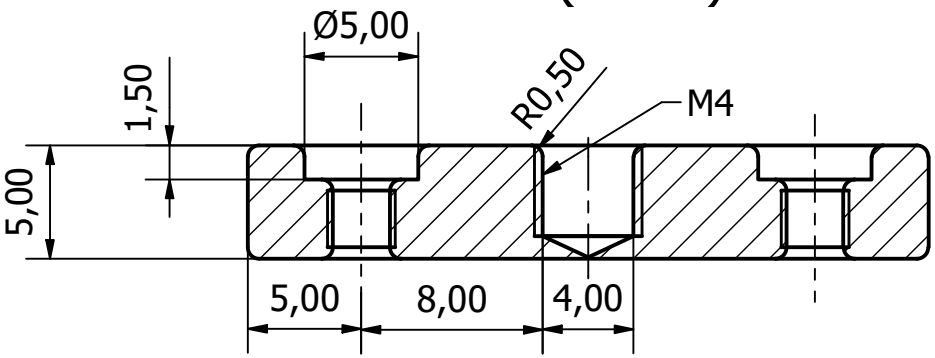


Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Pared frontal fija	
	Nº de Registro 6.1	Escala 1:3

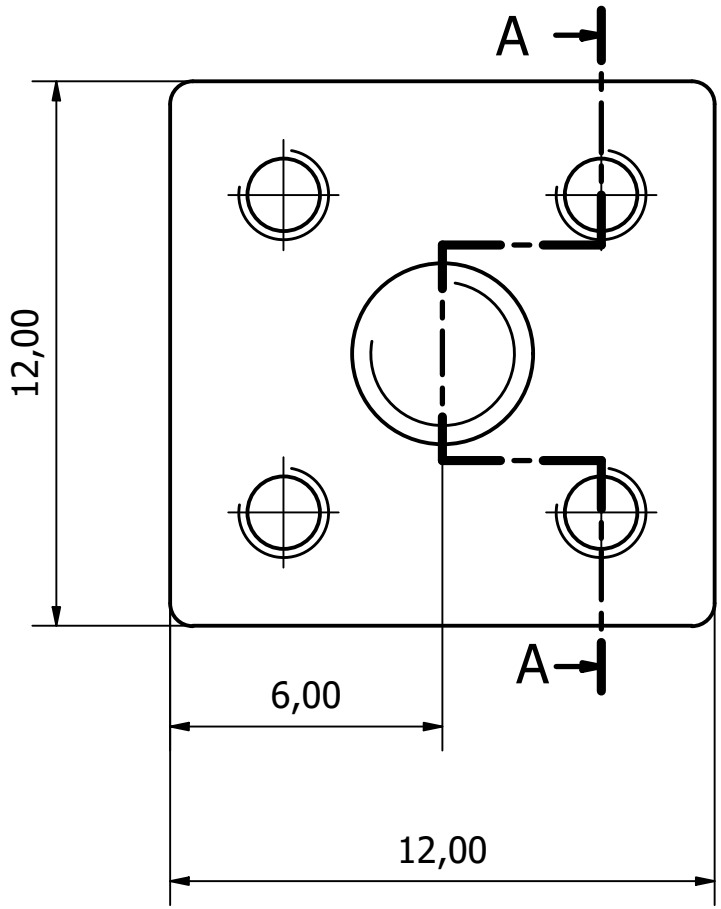




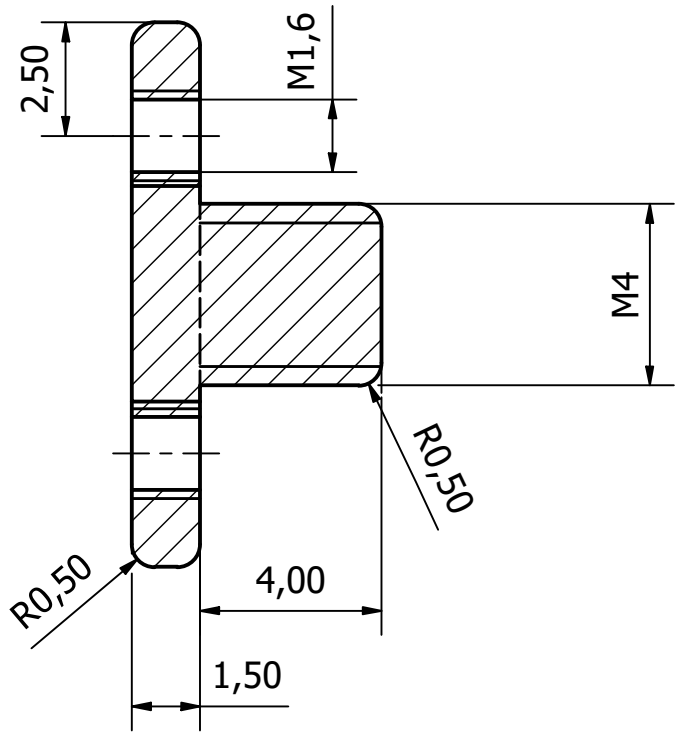
A-A (3: 1)



Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Adaptador base cámara	
	Nº de Registro 6.2	Escala 3:1



A-A (6 : 1)



Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Soporte anclaje cámara	
	Nº de Registro 6.3	Escala 6:1

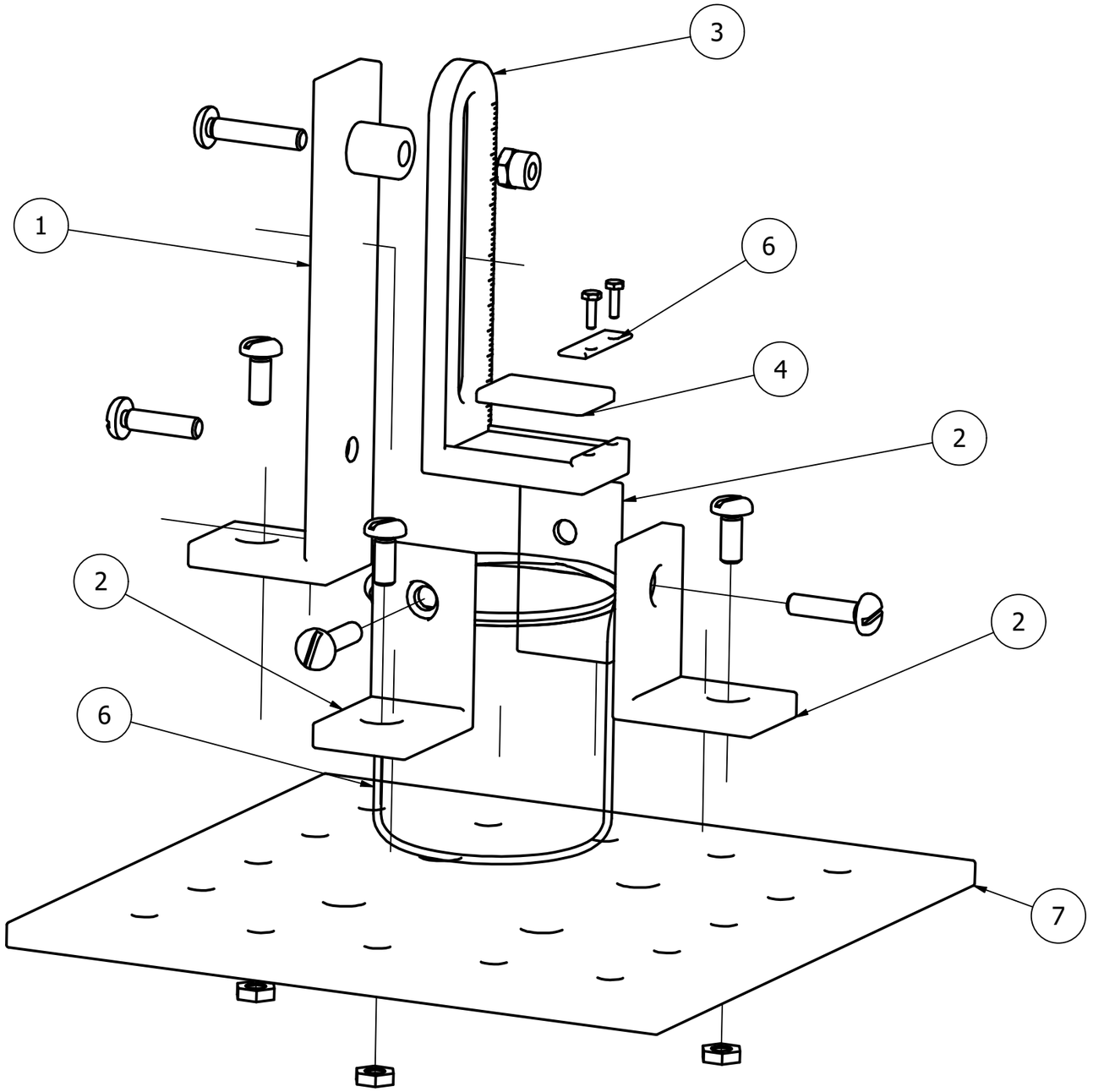
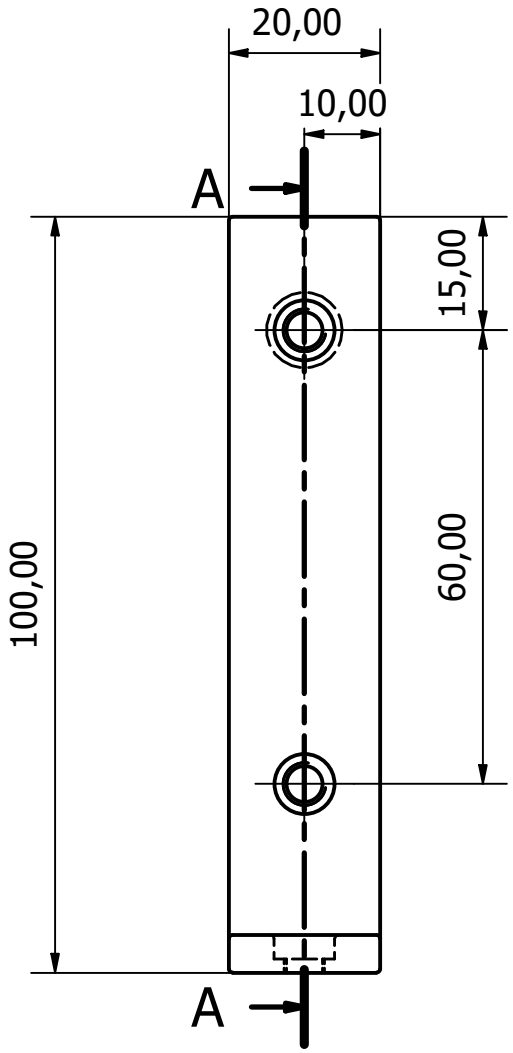
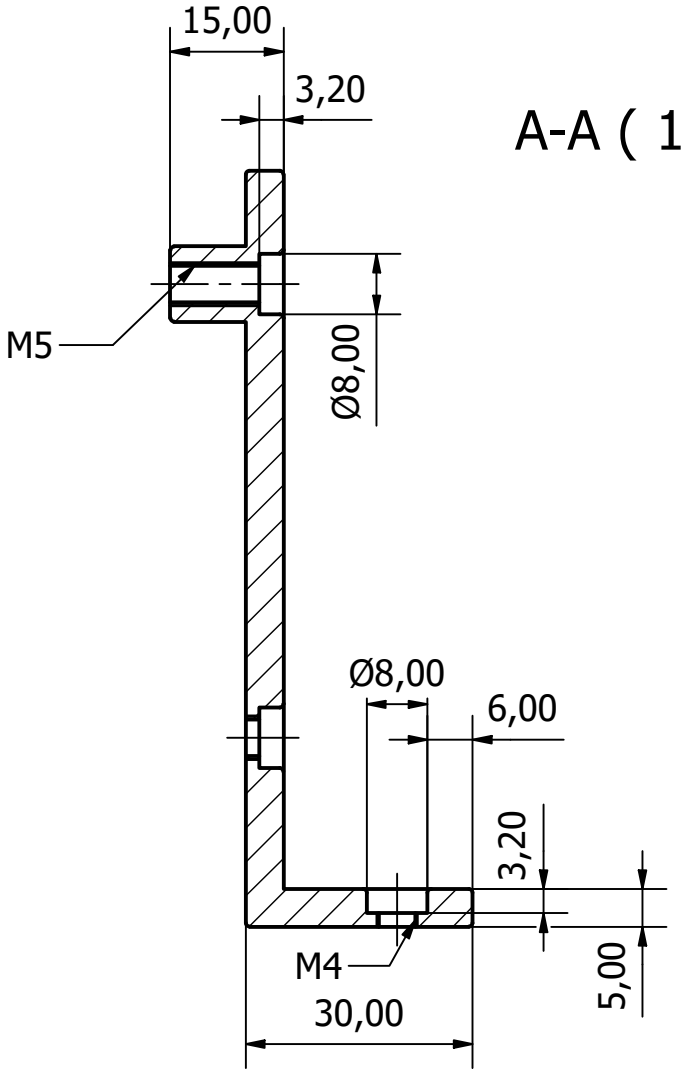


TABLE		
MARCA	DESIGNACIÓN	PLANO
1	Escuadra para portamuestras	7.1
2	Escuadra	7.2
3	Portamuestras medio líquido	7.3
4	Muestra	
5	Pletina portamuestras medio líquido	7.4
6	Vaso de precipitado	

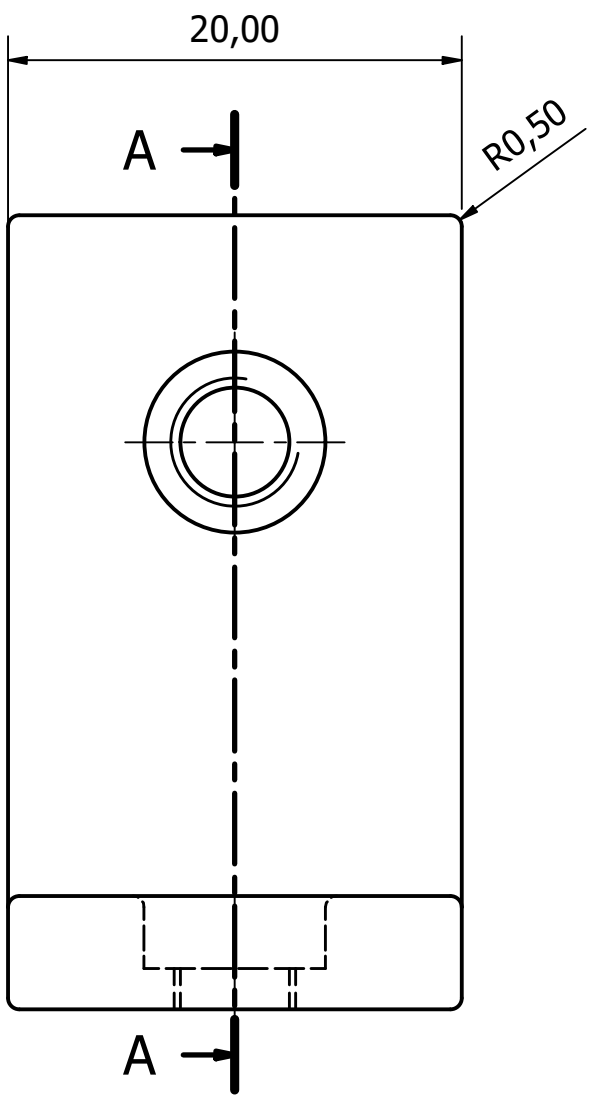
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Explosionado portamuestras para ablación líquida	
	Nº de Registro 7	Escala 1:1

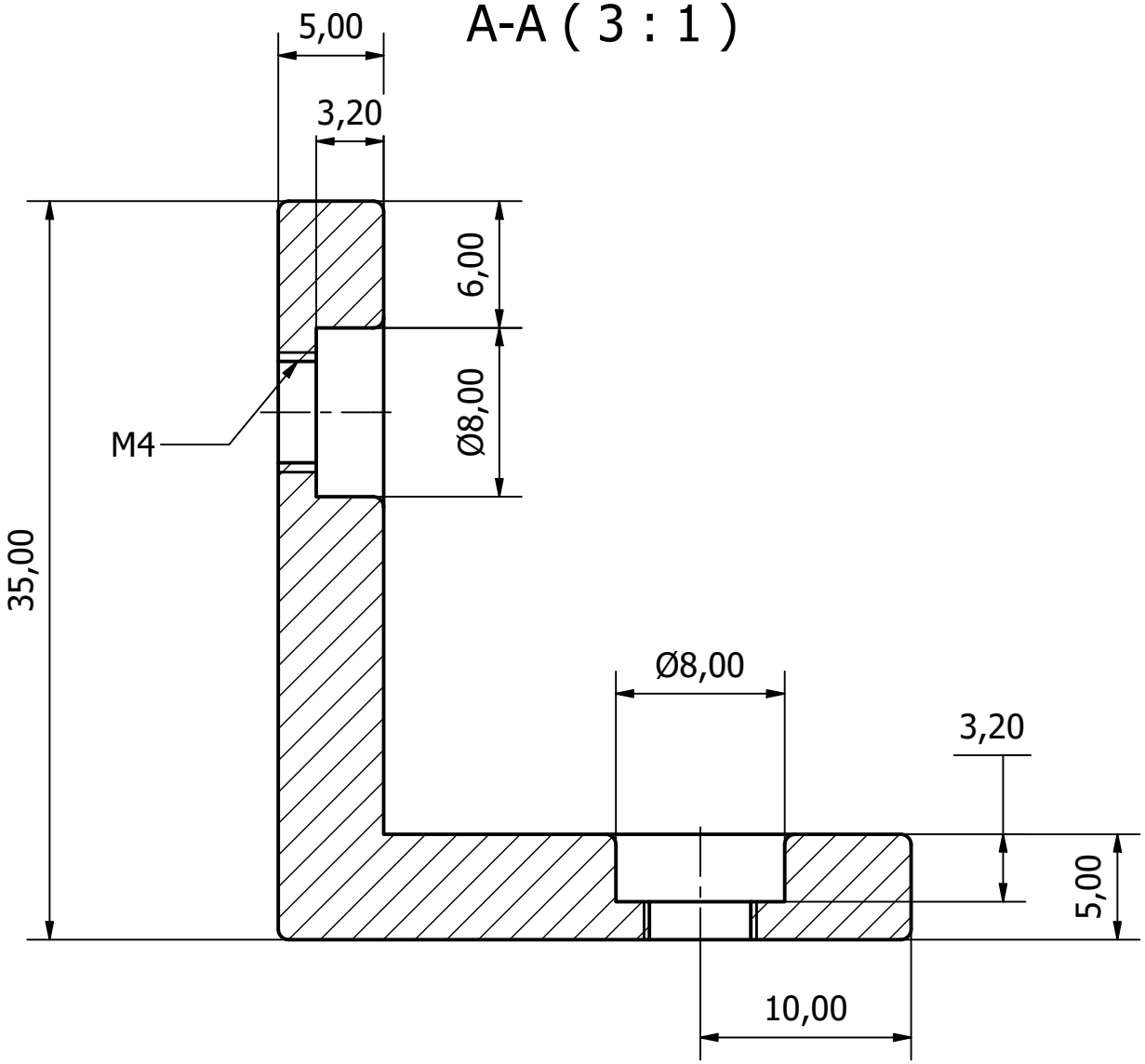




A-A (1 : 1)

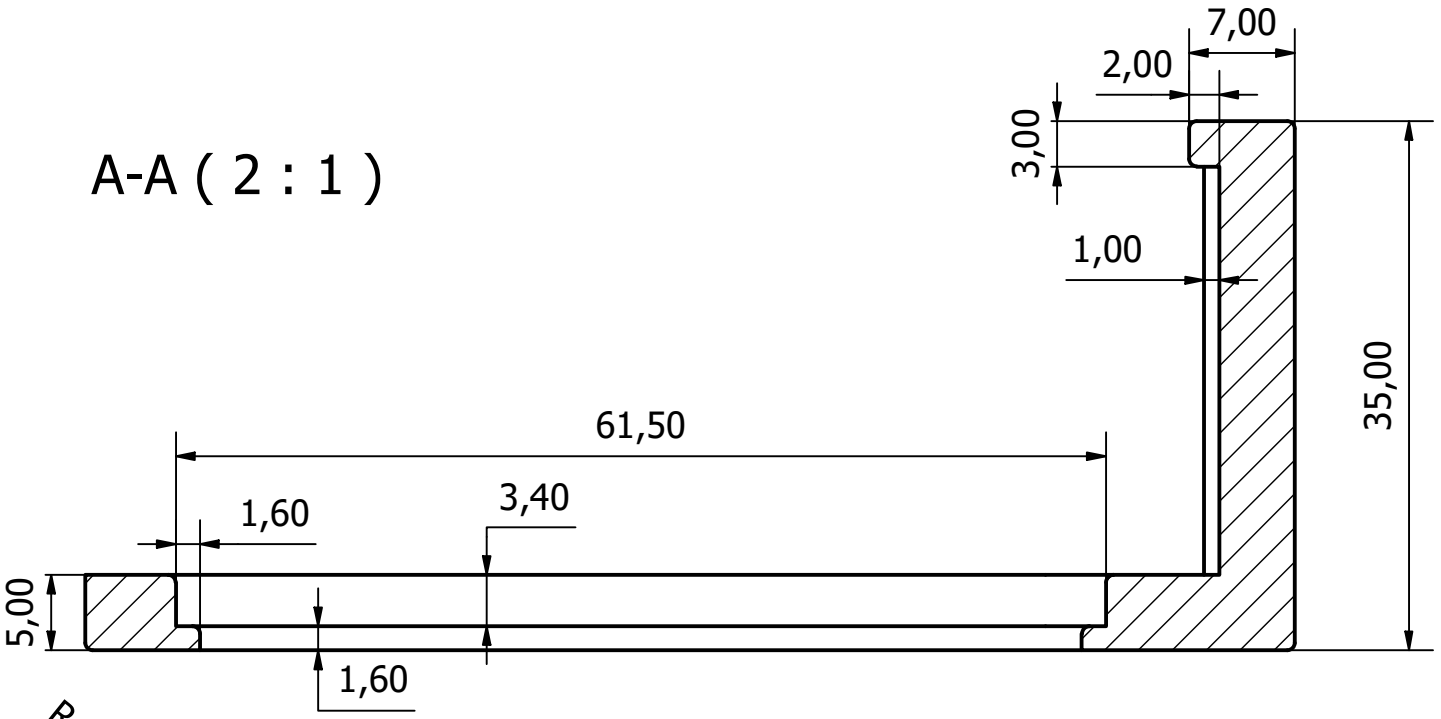
Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Escuadra para portamuestras	
	Nº de Registro 7.1	Escala 1:1

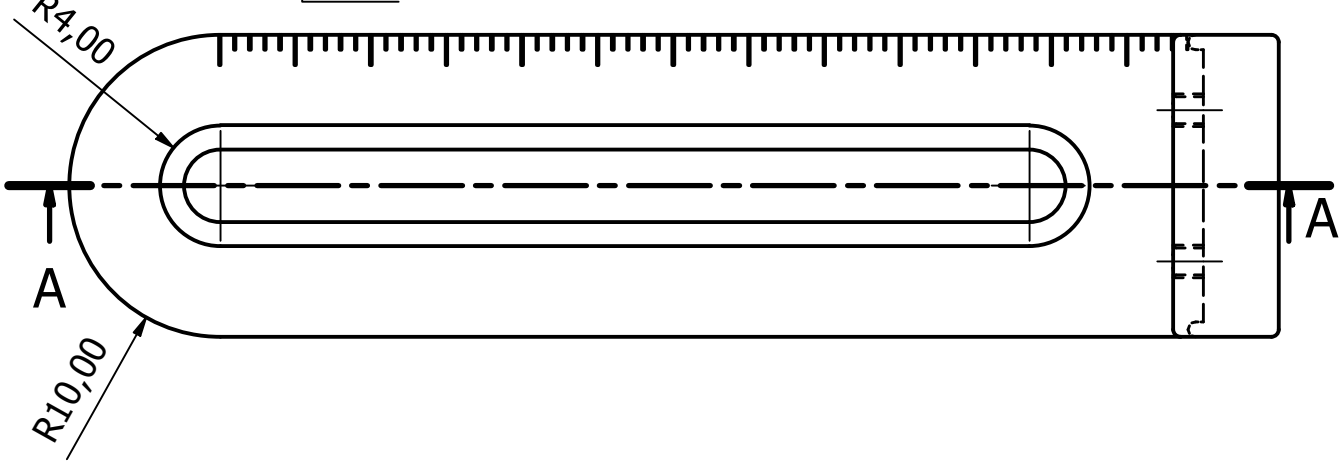


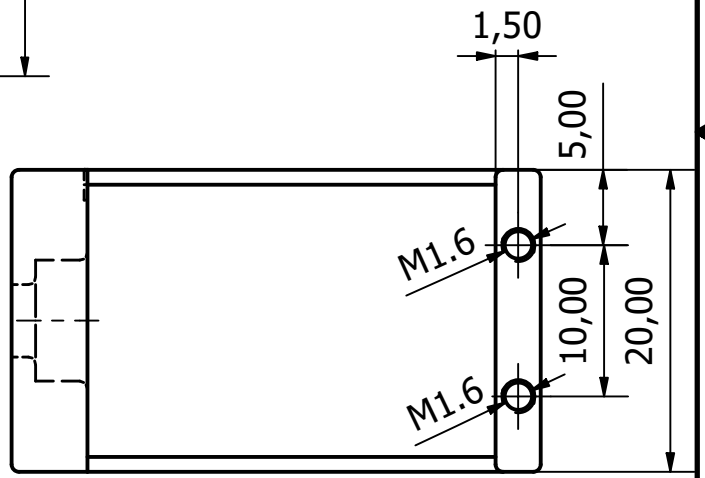


Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Escuadra	
	Nº de Registro 7.2	Escala 3:1

A-A (2 : 1)

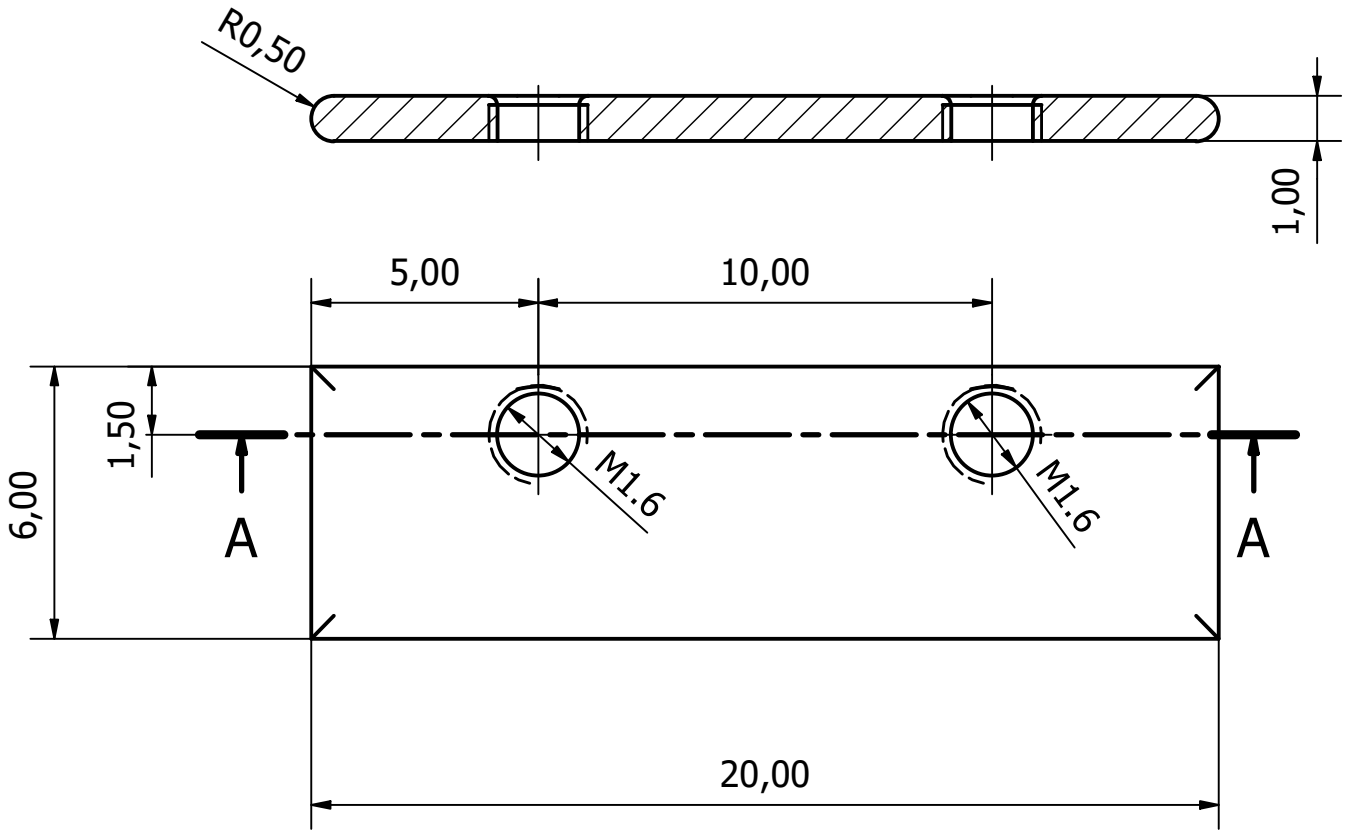






Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha: 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Mesa portamuestras medio líquido	
	Nº de Registro: 7.1	Escala: 2:1

A-A (6: 1)



Diseño de un sistema de procesamiento en entorno controlado para la producción de materiales de escala submicrométrica		Fecha 24-03-2023
Diseñado por: Rocío García Abad	Pletina portamuestras medio líquido	
	Nº de Registro 7.4	Escala 6:1

ANEXO I: PLIEGO DE CONDICIONES

Manual de modelaje

El siguiente apartado contiene los pasos a seguir para realizar el montaje de la cámara de procesamiento. Se hará de manera detallada por sistemas para a continuación poder ensamblar el conjunto completo. Se especificarán por separado las instrucciones a seguir en el acoplamiento tanto del sistema de posicionamiento, el portamuestras y el portasustratos como de las piezas que se colocan en las distintas paredes y tapadera para finalizar con su ajuste completo.

I.I Sistema de posicionamiento

El sistema de posicionamiento consta de tres mecanismos del fabricante Standa al que se le implementan un elemento de unión de esta misma marca y otro de diseño propio para encajarlos entre sí. Se puede observar el resultado del montaje en la Figura AI-0-1 con el explosionado de este sistema.

Paso 1: Sobre la plataforma de translación XY *8MTF-75LS1-En1* colocar una tabla intermedia de diseño propio de 5 mm de espesor que contiene ocho agujeros roscados, cuatro para acoplarse con este dispositivo de métrica M5 y otros cuatro de M6 para el que irá justamente por encima.

Paso 2: Unir a la tabla el dispositivo de movimiento en el eje Z *8MVT120-5-4247* mediante cuatro tornillos de métrica M6 en los huecos destinados para ello en sus esquinas. La parte del motor que sobresale ha de quedar en la misma dirección que uno de los dos salientes del dispositivo inferior.

Paso 3: El mecanismo de rotación 8MR190-2-28 acoplarlo al anterior con tres tornillos M6 cuadrándolo con los agujeros que se encuentran en la plataforma del dispositivo de movimiento en el eje Z. El saliente para el ajuste motorizado ha de quedar en la misma dirección que se ha realizado en el paso 2.

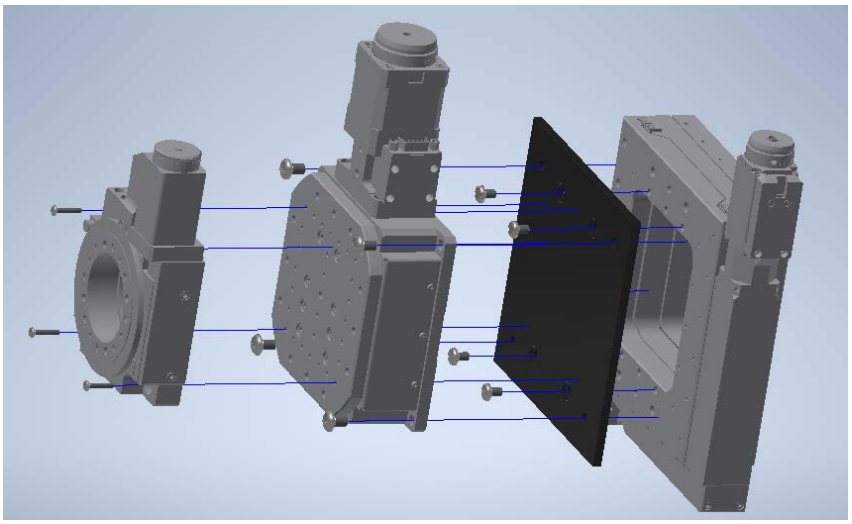


Figura AI-0-1 Explosionado del sistema de posicionamiento (Autoría propia)

I.II Portamuestras para ablación en medio líquido

El sistema en el que va colocada la muestra cuenta con cuatro escuadras para la sujeción del vaso precipitado sobre el que se encuentra la muestra sumergida. Una de ellas tiene una longitud mayor para la colocación del portamuestras ajustando la altura deseada. Todo quedará sujeto a la tabla multifuncional, también de diseño propio, como aparece en la Figura AI-0-2.

Paso 1: Sobre los cuatro huecos centrales de la tabla multifuncional posicionar cuatro tornillos de métrica M4 que posteriormente se ajustaran.

Paso 2: Posicionar el vaso precipitado en el centro de la tabla multifuncional.

Paso 3: Colocar las cuatro escuadras en la tabla multifuncional en los distintos agujeros que esta posee según el diámetro del vaso precipitado que se vaya a utilizar. Quedan anclados a ella por cuatro tornillos de métrica M4 y sus respectivas tuercas por la parte inferior de la tabla.

Paso 4: Para que el vaso precipitado quede sujeto utilizar cuatro tornillos M4 de nylon que introduciéndolos en los agujeros que poseen las cuatro escuadras y ajustarlos hasta que quede asegurado.

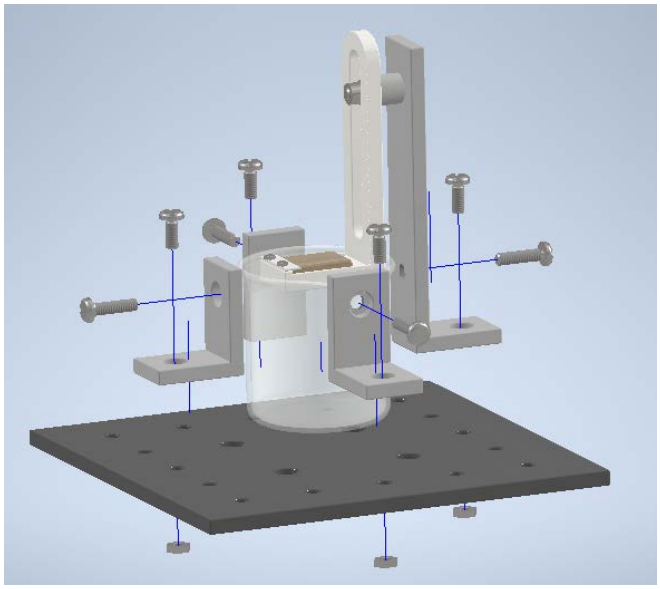


Figura AI-0-2 Explosionado del portamuestras para ablación en medio líquido (Autoría propia)

Paso 4: Para la construcción del portamuestras colocar la pletina ajustándola a la muestra mediante dos tornillos de métrica M1,6.

Paso 6: Acoplar el portamuestras a la escuadra de mayor longitud con un tornillo de métrica M4 y precisar la altura a la que se desea colocar sobre la superficie ayudándose de la escala que posee. Fijar a dicha altura presionándolo con una rosca.

En la Figura AI-0-0-3 se puede observar cómo quedaría el montaje de los pasos 5 y 6.

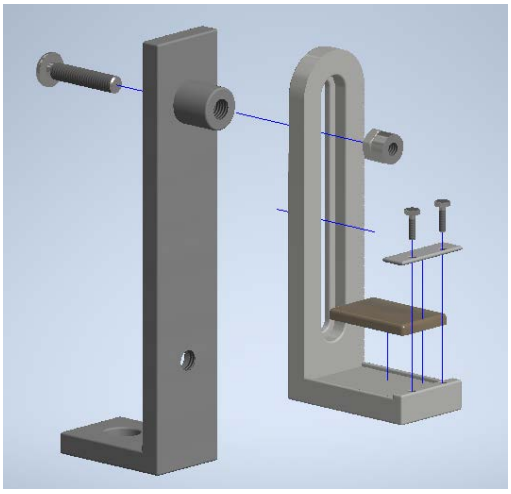


Figura AI-0-0-3 Explosionado del portamuestras (Autoría propia)

Paso 6: Fijar la mesa multifuncional al mecanismo de rotación 8MR190-2-28 apretando los cuatro tornillos del paso 1.

I.III Portamuestras para ablación en medio gaseoso

El sistema que sujeta la muestra cuando se trate de la obtención de nanopartículas en un medio gaseoso cuenta con un goniómetro y su respectiva tabla para colocarlo y un portamuestras. Todo ello se ajusta al mecanismo de posicionamiento mediante la tabla multifuncional como se aprecia en la Figura AI-0-5.

Paso 1: Para la sujeción de la muestra colocar esta sobre el portamuestras y ajustarla con la pletina mediante dos tornillos de métrica M1,6.

Paso 2: Fijar el portamuestras a la superficie del goniómetro *7G174-30* con cuatro tornillos M2,5.

Paso 3: Atornillar el goniómetro a su base con dos tornillos M2,5 por su interior. Para ello es necesario girar la plataforma gradual e introducir los tornillos en los huecos que ahí se encuentran. En la Figura AI-0-4 se observa un ejemplo similar de este ajuste.



Figura AI-0-4 Fijación del goniómetro [32]

Paso 4: Ajustar la base del goniómetro a la tabla multifuncional mediante dos tornillos de métrica M4 con sus respectivas tuercas.

Paso 5: Acoplar la mesa multifuncional al mecanismo de rotación 8MR190-2-28 mediante tres tornillos M4 por los tres agujeros que se encuentran en el centro de esta.

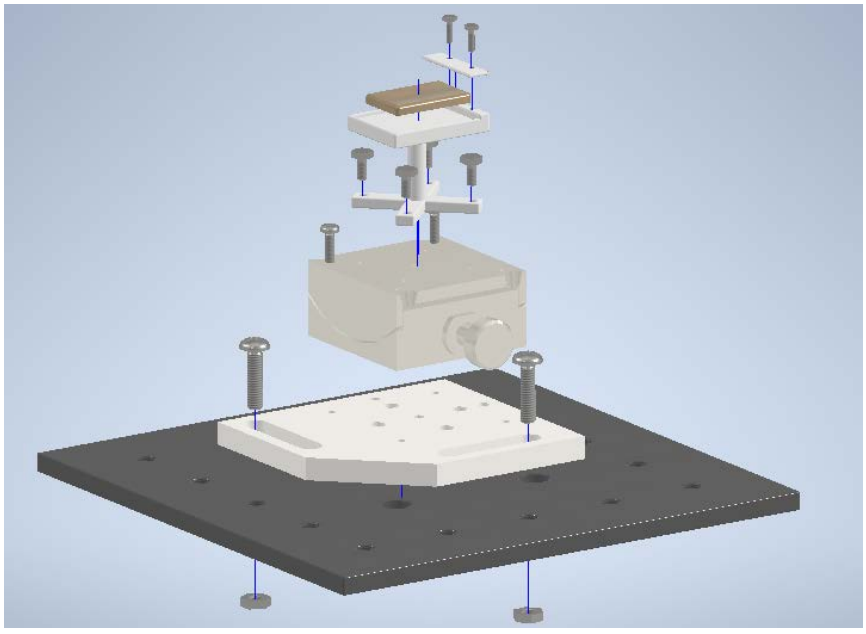


Figura AI-0-5 Explosionado de portamuestras para ablación en medio gaseoso (Autoría propia)

I.IV Sistema de recolección

El sistema encargado de colectar los sustratos que se obtienen con la ablación láser en medio gaseoso se compone de una mesa de recolección, su sistema de ajuste un mecanismo que regula la altura a que se encuentra este. Todas estas piezas son de diseño propio y podemos ver detalladamente en la Figura AI-0-6 el resultado de su explosionado.

Paso 1: Introducir el tubo externo hueco en el interno a la altura deseada.

Paso 2: Anclar el tubo con un tornillo pasante de métrica M4 y su respectiva tuerca por el otro lado.

Paso 3: Roscar el portasustratos a la bola.

Paso 4: Colocar la boda sobre el hueco del tubo exterior en una determinada posición.



Figura AI-0-6 Explosionado del sistema de recolección (Autoría propia)

I.V Tapadera

El siguiente conjunto de piezas cierran la cámara por la parte superior y nos permite abrirla de manera sencilla para trabajar con los sistemas que se encuentran en su interior. Como se observa en la Figura AI-0-8, está compuesta por la tapadera en sí, el sistema portaventanas, un tirados, dos bisagras y una junta tórica.

Paso 1: Sobre la base del portaventanas coloque la justa tórica y sobre ella la ventana que vaya a utilizar.

Paso 2: Rosque el protector de ventanas hasta ajustarlo con la ventana. Puede ayudarse de dos varillas colocándolas en los huecos laterales para el apriete.

En la Figura AI-0-7 se observa como quería el explosionado de los pasos 1 y 2.

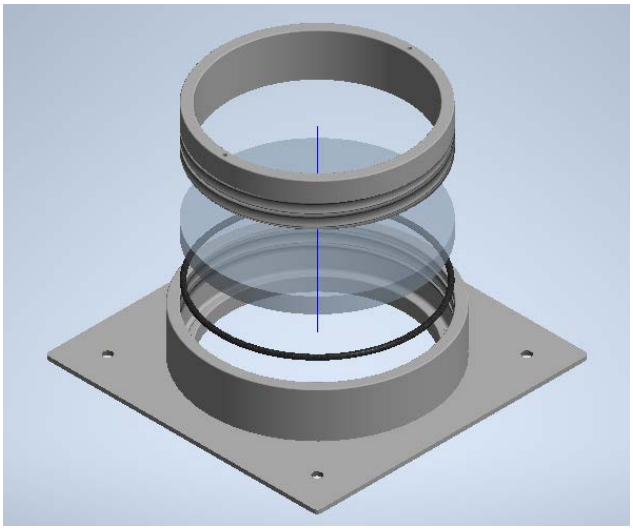


Figura AI-0-7 Explosionado del portaventanas (Autoría propia)

Paso 3: Introduzca la junta tórica rectangular en el hueco destinado para ello en la parte inferior de la tapadera.

Paso 4: Sobre el hueco redondo de y por la parte superior, coloque la base del portaventanas y atorníllela mediante cuatro tornillos M4 y ajústelo sus respectivas tuercas por la parte contraria.

Paso 5: Sitúe el tirador sobre los dos agujeros del extremo de la tapa y atorníllelo con tornillos M4 desde la parte inferior haciendo coincidir sus ejes.

Paso 6: Fije la parte superior de la bisagra (la que tiene forma de “L”) a la tapadera mediante seis tornillos de métrica M4 en los agujeros destinados para ello.

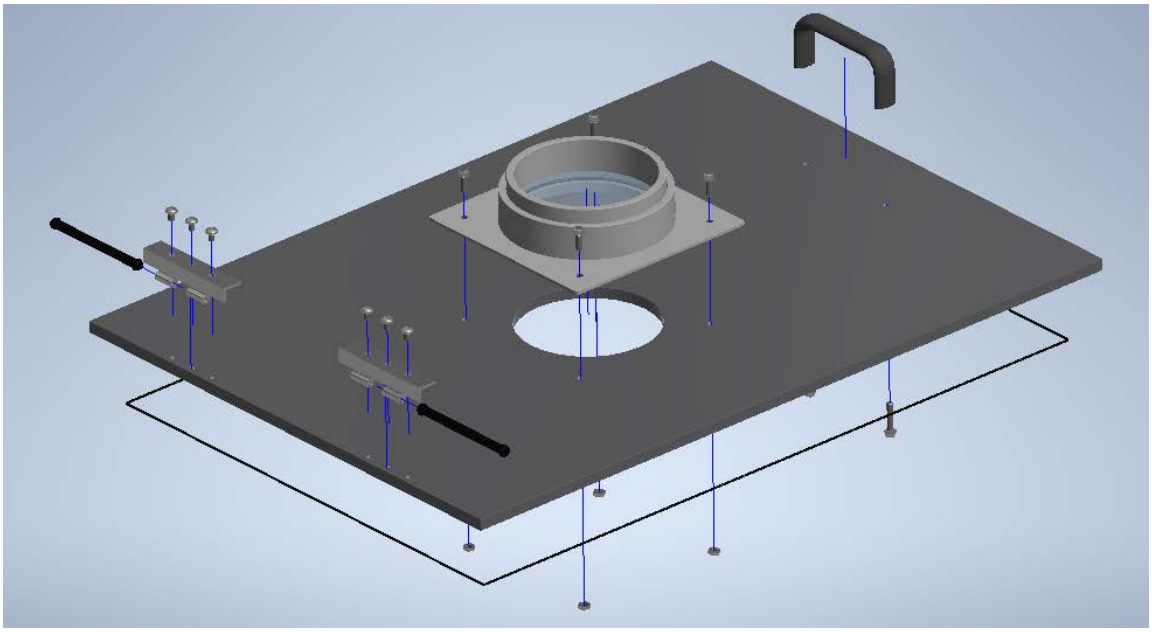


Figura AI-0-8 Explosionado de la tapadera (Autoría propia)

Este conjunto quedará unido al resto de la cámara por las bisagras y quedará presionado al cerrarse gracias a seis bridas que trabajaran contra su superficie.

I.VI Pared lateral con entrada de ventilación

La siguiente es una de las paredes laterales que cierran la cámara de procesamiento. Sobre ella se encuentra gran parte del sistema de ventilación, la entrada de argón con su filtro y el aire que redirecciona las nanopartículas hacia el portasustratos, los adaptadores del cableado y dos de las bridas de cierre.

Paso 1: Armar el sistema de redireccionamiento de aire uniendo la boquilla de pato a la manguera articulada y el final de este al racor de 16 mm de diámetro.

Paso 2: Fijar el racor al agujero de dicho diámetro y ajustarlo con las tuercas.

Paso 3: Roscar al adaptador su diámetro más ancho (8,566 mm) el filtro de aire y por el contrario (8 mm) el racor.

Paso 4: Fijar el racor al agujero de dicho diámetro y ajustarlo con las tuercas.

En la Figura AI-0-9 se aprecia con detalle como quedarían estos dos sistemas.

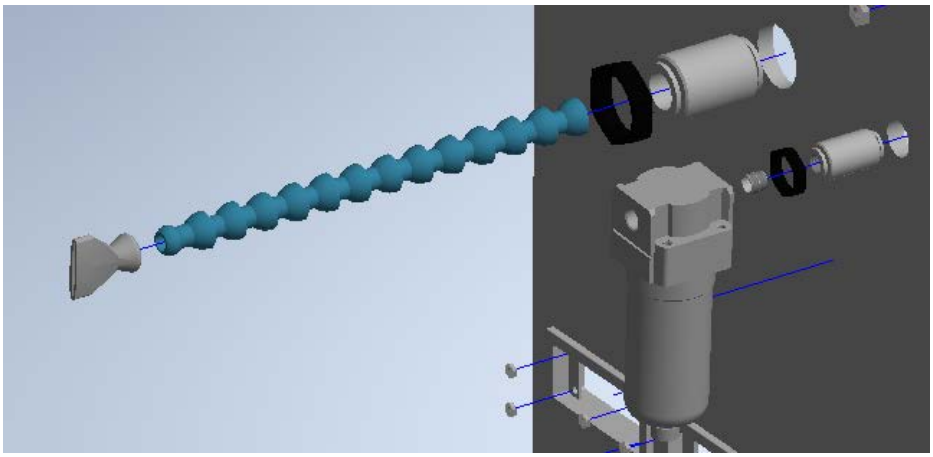


Figura AI-0-9 Detalles de la ventilación en el explosionado de la pared lateral (Autoría propia)

Paso 5: Agregar el sistema de cierre colocando dos de las bridas sobre los huecos de la parte superior de la pared mediante dos tornillos de métrica M6 cada una por sus dos agujeros inferiores de los cuatro que posee. Agregar por la parte interna de la pared las respectivas tuercas M6.

Paso 6: Colocar los cuatro adaptadores de la forma en que se muestra en la Figura AI-0-10, desde la parte externa y mediante cuatro torillos de métrica M3 cada uno quedando sobre la plataforma adaptada para ellos en los huecos de la parte inferior de la pared. Ajustarlos con sus tuercas correspondientes.

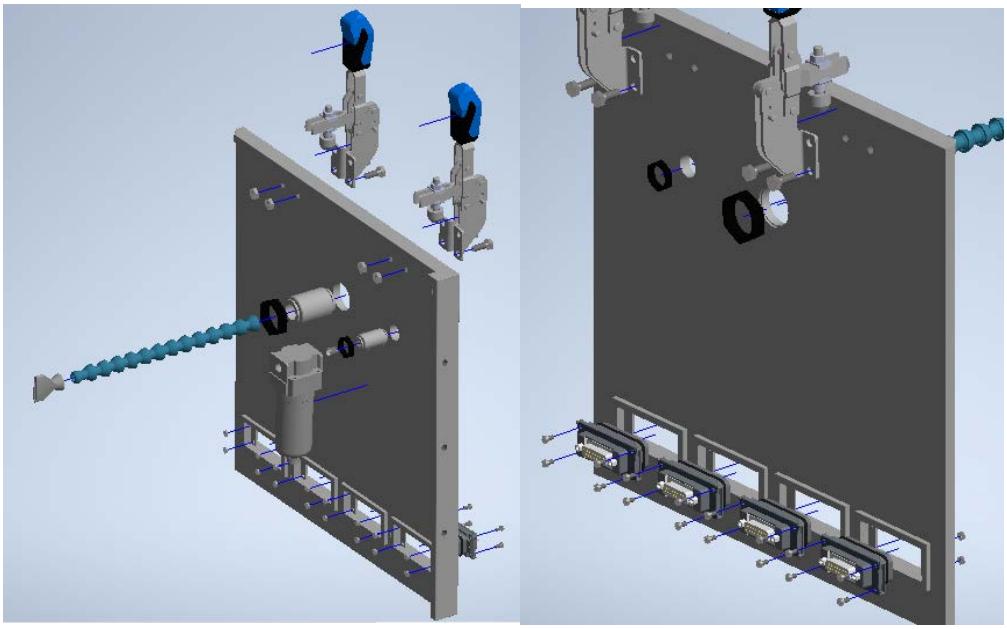


Figura AI-0-10 Explosionado de la parte interna (1) y externa (2) de la pared lateral con entrada de ventilación (Autoría propia)

I.VII Pared lateral con salida de ventilación

La pared lateral que se detalla a continuación es la enfrentada a la anterior I.VI. En ella se sitúan las dos partes restantes de las bridas y la salida de gas mediante un racor. Para obtener el resultado de la Figura AI-0-11 se deben seguir los pasos que prosiguen a continuación.

Paso 1: En los respectivos agujeros roscados de métrica M4 atornillar las dos partes planas de las bisagras quedando los detalles tubulares para la varilla hacia arriba.

Paso 2: Por la parte externa de la pared roscar la válvula en el agujero pasante de 12,3 mm de diámetro previsto para ello.

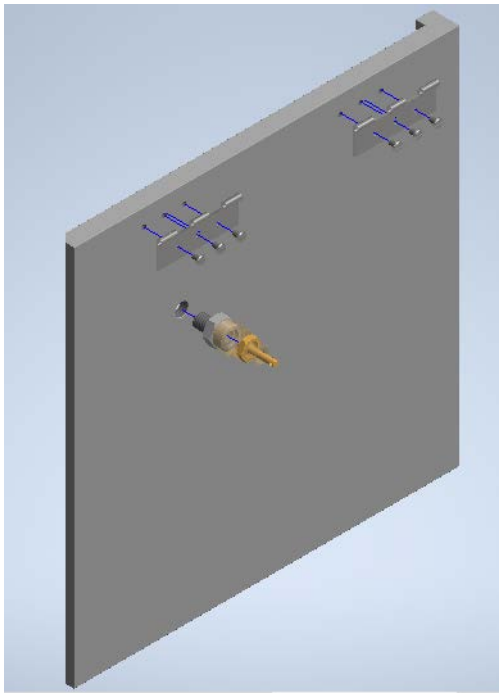


Figura AI-0-11 Explosionado de la pared lateral con salida de ventilación (Autoría propia)

I.VIII Pared frontal fija

Sobre esta pared frontal, la de mayor tamaño que queda soldada entre las dos laterales, se encuentran tanto el sistema de vigilancia por video y su iluminación, como otras de las dos bridas verticales de cierre. De eta manera dicha parte quedaría como se visualiza en la Figura AI-0-13.

Paso 1: Atornillar el adaptador diseñado para la base de la cámara con dos tornillos M2,5 a la base del dispositivo.

Paso 2: Roscar el extremo de la bola al hueco de 4 mm de diámetro que se encuentra en la parte inferior del adaptador.

El sistema de videovigilancia siguiendo estos dos pasos quedara por tanto como aparece en la Figura AI-0-12.

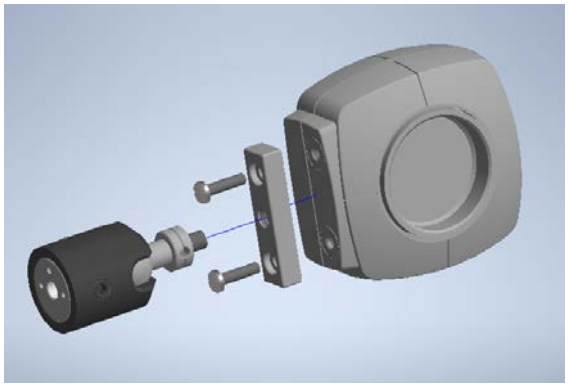


Figura AI-0-12 Explosionado del sistema de vigilancia por video (Autoría propia)

Paso 3: Fijar el mecanismo de bola al soporte de anclaje por su rosca y este a la pared por medio de cuatro tornillos de métrica M1,6. El lugar destinado para sello es por la parte interior de la pared, en los cuatro agujeros roscados de dicha métrica.

Paso 5: Roscar el puerto USB pasante y ajustarlo mediante su rosca.

Paso 6: Retirar el protector de la cinta adhesiva de la tira LED flexible y pegarla a lo largo de la pared de manera que aporte luminosidad a la cámara.

Paso 4: Agregar el sistema de cierre colocando dos de las bridas sobre los huecos de la parte superior de la pared mediante dos tornillos de métrica M6 cada una por sus dos agujeros inferiores de los cuatro que posee. Agregar por la parte interna de la pared las respectivas tuercas M6.

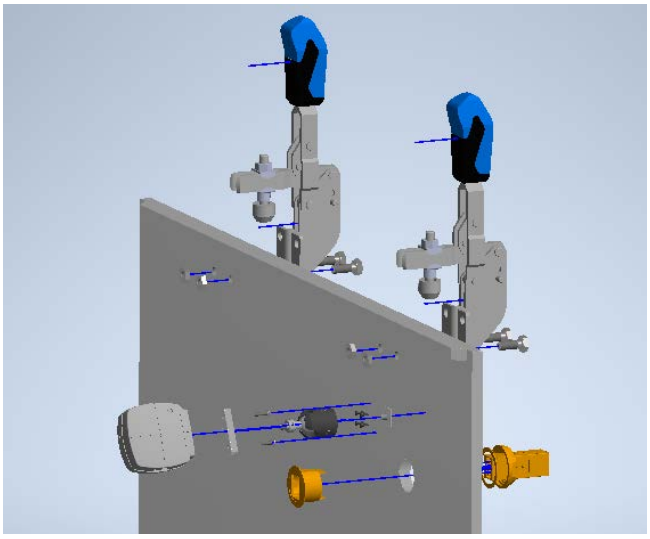


Figura AI-0-13 Explosionado de la parte superior de la pared frontal fija (Autoría propia)

I.IX Pared frontal desmontable

En cuanto a la pared frontal que tiene la capacidad de desmontarse, en el caso de querer abrir la cámara por otro lugar que no fuese la tapadera, consta de dos bridas de cierre e hilo tórico para un mayor ajuste a las paredes con las que encierra, como se constata en la Figura AI-0-14.

Paso 1: Colocar los tres hilos tóricos cortados a medida en su lugar correspondiente. El más largo bajo el saliente inferior y los otros dos en los huecos laterales.

Paso 2: Agregar el sistema de cierre colocando dos de las bridas sobre los huecos de la parte superior de la pared mediante dos tornillos de métrica M6 cada una por sus dos agujeros inferiores de los cuatro que posee. Agregar por la parte interna de la pared las respectivas tuercas M6.

Esta pared se ensambla finalmente en el conjunto quedando atornillada a sus dos paredes laterales contiguas por medio de seis tornillos de métrica M6.

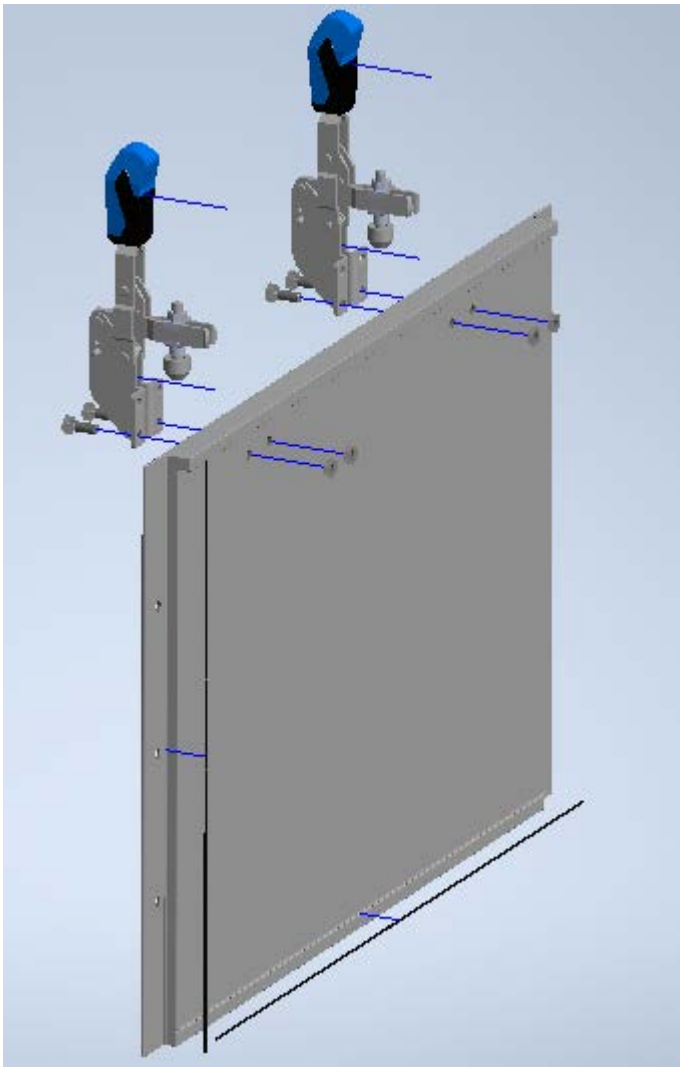


Figura AI-0-14 Explosionado de la pared frontal desmontable (Autoría propia)

I.V Base de la cámara de procesamiento

A la base de nuestra cámara de procesamiento se fijan el sistema de recolección y el de posicionamiento, además de colocarse el sistema antivibratorio también por tu parte inferior, como se registra en la Figura AI-0-15. Alrededor de este suelo irían soldadas tres de las paredes y una reposará sobre él por un saliente con junta tórica.

Paso 1: Roscar los cuatro soportes antivibración a la parte inferior de la base en sus huecos asociados.

Paso 2: Sobre los tres agujeros roscados de M3 que se encuentran en la parte más externa de la plataforma, colocar el sistema de recolección y fijarlo con tres tornillos de dicha métrica.

Paso 3: Sobre los cuatro agujeros contiguos atornillar el sistema de posicionamiento con cuatro tornillos M6. Para realizar este paso se debe mover la base del sistema puesto que los huecos destinados para ello se localizan bajo su plataforma.

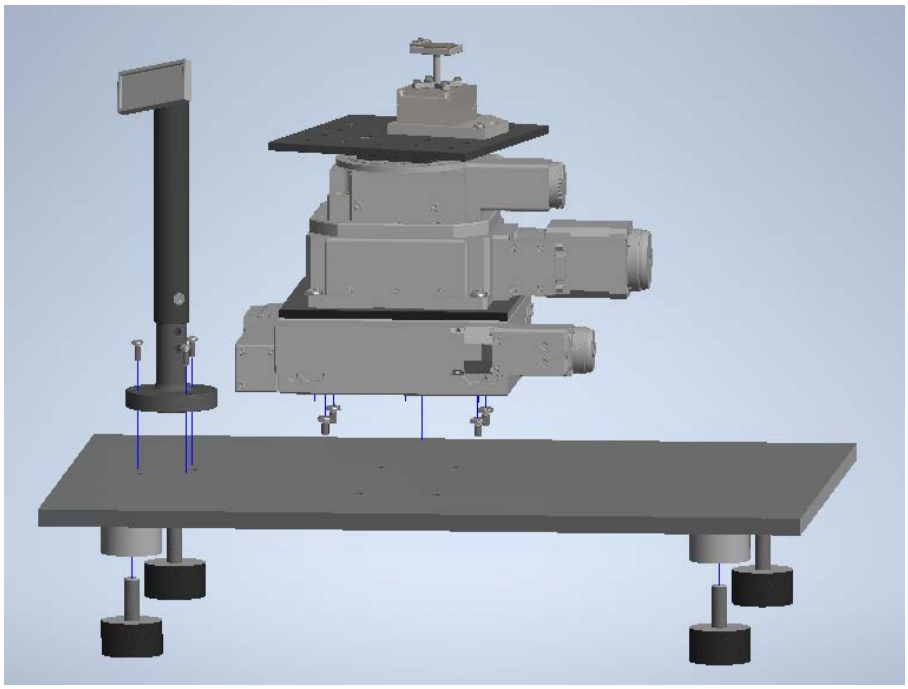


Figura AI-0-15 Explosionado de la base de la cámara de procesamiento (Autoría propia)

ANEXO II: PRESUPUESTOS

II.I Sistema de posicionamiento

UD.	REF.	DESCRIPCIÓN	PRECIO/UD (inc. IVA)	IMPORTE
1	8MTF	Motorized XY Scanning Stage	3476€	3476€
1	8MVT120-5	Motorized Vertical Lift Stage	1588€	1588€
1	8MR190-2	Motorized Rotation Stage	1647€	1647€
1	7G174-30	Small Goniometer	230€	230€
1	3UBP-03	Universal Base Plates	35€	35€
4	493-2361	Phoenix Contact de D-sub de 15	39,32€	157,28€
4	765-9448	Conector macho 15 pines	6,67€	26,68€
4	182-8886	Cable SVGA macho-hembra 15 pines	7,5€	30€
1	8SMC4-USB-B9-B9	4-axis controller 8SMC4-USB-B9-B9	2698€	2698€
1	-	Transporte piezas Standa	50€	50€
				TOTAL= 9937,96€

II.II Sistema de ventilación

UD.	REF.	DESCRIPCIÓN	PRECIO/UD (inc. IVA)	IMPORTE
1	AF20-F02C-A	Filtro neumático SMC AF 5 µm G ¼ Automático	45,96€	45,96€
1	771-4977	Racor neumático SMC KQ2 16 mm	10,90€	10,90€
1	196-4448	Racor neumático SMC KQ2 8 mm	7,10€	7,10€
1	623-4978	Manguera articulada ¼ plg de Copolímero acetal	18,74€	18,74€
1	623-5123	Boquilla plana de ¼ plg de Copolímero Acetal	6,36€	6,36€
1	1681002BP000	Válvula de escape rápido Norgren 1002/BP000	104,40€	104,40€

1	Rapidox 1100 ZF	Medidor de oxígeno	3307,93€	3307,93€
				TOTAL= 3501,12€

II.III Tornillería

UD.	REF.	DESCRIPCIÓN	PRECIO/UD (inc. IVA)	IMPORTE
8	179-5686	Tornillos M1,6	43,73€ (100 pax)	43,73€
8	797-6190	Tornillos M2,5	7,14€ (100 pax)	7,14€
15	482-8256	Tornillos M3	8,98€ (100 pax)	8,98€
30	482-8329	Tornillos M4	10,69€ (100 pax)	10,69€
4	527-690	Tornillos M4 nylon	21,21€ (50 pax)	21,21€
4	621-2704	Tornillos M5	26,11€ (100 pax)	26,11€
33	621-2732	Tornillos M6	56,19€ (50 pax)	56,19€
12	189-563	Tuercas M3	10,90€ (100 pax)	10,90€
16	189-579	TuercasM4	10,98€ (100 pax)	10,98€
8	189-591	Tuercas M6	15,08€ (100 pax)	15,08€
				TOTAL= 221,01€

II.IV Estructura de la cámara

UD.	REF.	DESCRIPCIÓN	PRECIO/UD (inc. IVA)	IMPORTE
1	1591478	Cordón tórico de caucho nitrílico 8 m	12,31€	12,31€
1	19-1-9001	Tirador Pinet de aluminio negro	5,51€	5,51€
1	22-054	Ventana de sílice fundida	625€	625€
1	17-609	Ventana de seleniuro de zinc	2795€	2795€
1	196-5764	Junta tórica de Caucho Nitrílico RS PRO, 100 mm, grosor 2,5 mm	19,82€	19,82€
4	511450	Soporte antivibración de Paulstra Hutchinson	11,06€	44,24€
1	24-163	IDS Imaging U3-3560XLE-C-HQ Cámara a color USB3 de 1/3"	300€	300€

1	TRB1/M	Montaje de bola y zócalo de bloqueo, base roscada M4 y tornillo de fijación	60.09€	60.09€
1	09454521902	Conector USB HARTING	32,44€	32,44€
2	277-159	Abrazadera de Cable para Fijación	0,75€	1,50€
1	176-6771	Tira de LED flexible RS PRO	14,34€	14,34€
				TOTAL= 3910,25€

II.V Mano de obra

HORAS	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO/H (inc. IVA)**	**IMPORTE**
-	Diseño cámara procesamiento	-	7000€
70	Mecanizado de piezas	80€	5600€
			TOTAL= 12600€

II.VI Presupuestos totales

DESCRIPCIÓN	**IMPORTE**
Sistema de posicionamiento	9937,96€
Sistema de ventilación	3501,12€
Tornillería	221,01€
Estructura de la cámara	3910,25€
Mano de obra	12600€
	TOTAL PROYECTO= 30160,34€

ANENO III: HOJAS CARACTERÍTICAS

Como se ha ido observando hasta el momento, el resultado completo no cuenta únicamente con piezas de diseño propio, sino que muchas de ellas son importadas. Es por ello que en los siguientes apartados diferenciaremos entre los planos cuyos bocetos son a medida y específicos para este proyecto, 4.2 , y las especificaciones técnicas o planos de las piezas que son compradas en empresas conocidas de nuestro sector, 4.3.

III.I Índice de piezas importadas

Sistema de posicionamiento:

- Conjunto posicionamiento 4 ejes
- Motorized XY Scanning Stage
- Motorized Vertical Lift Stage
- Motorized Rotation Stage
- Small Goniometer
- Universal Base Plates
- Phoenix Contact de D-sub de 15
- 4-axis controller 8SMC4-USB-B9-B9
- Abrazadera de Cable para Fijación
- Conector macho 15 pines
- Cable SVGA macho-hembra 15 pines

Sistema de ventilación:

- Filtro neumático SMC AF 5 µm G ¼ Automático
- Racor neumático SMC KQ2 16 mm
- Racor neumático SMC KQ2 8 mm
- Boquilla plana de ¼ plg de Copolímero Acetal
- Manguera articulada ¼ plg de Copolímero acetal
- Válvula de escape rápido Norgren 1002/BP000
- Analizador de oxígeno Rapidox 1100Z

Estructura de la cámara:

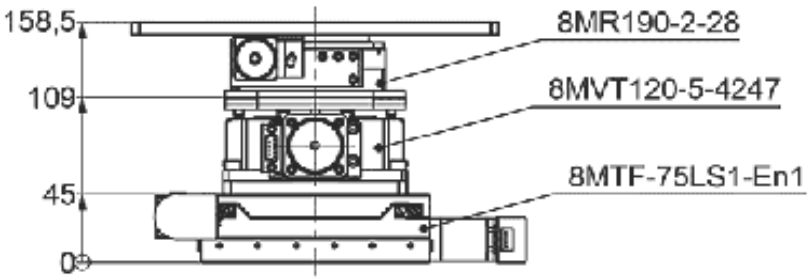
- Tirador Pinet de aluminio negro
- Ventana de sílice fundida
- Ventana de seleniuro de zinc
- Soporte antivibración de Paulstra Hutchinson
- Bridas verticales con escuadra para cierre
- Cámara IDS Imaging uEye LE/XLE
- Montaje de bola y zócalo de bloqueo
- Conector USB
- Tira de LED flexible

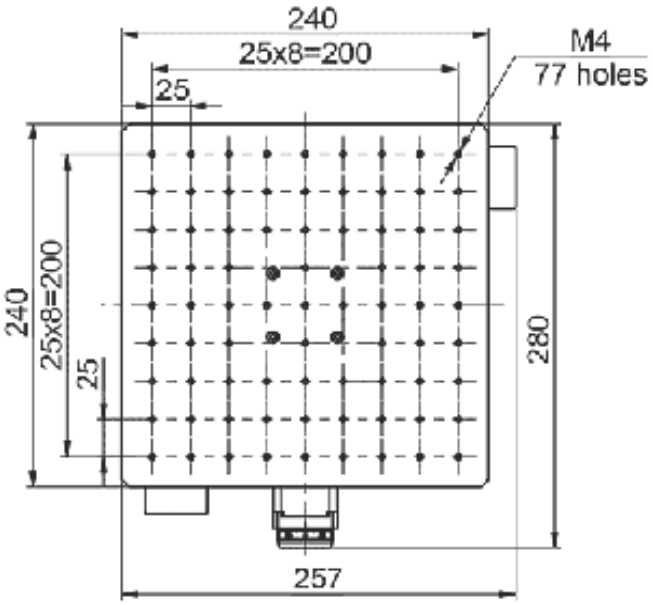
III.II Especificaciones técnicas de las piezas importadas

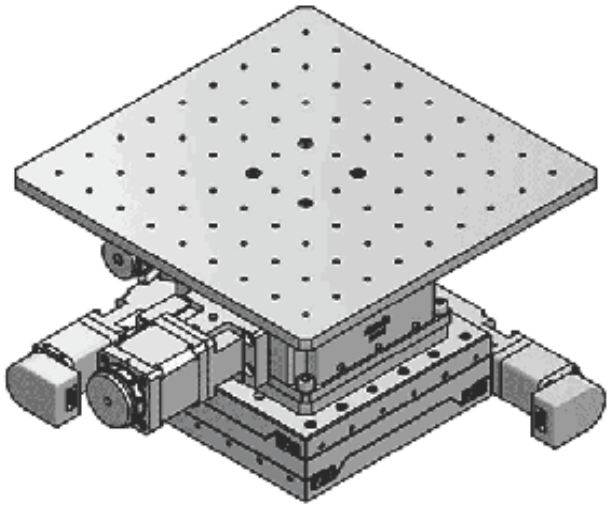
Conjunto posicionamiento 4 ejes

standa
Manufacturer of Opto-Mechanical equipment for research, industry and education
P.O. Box 377
03012 Vilnius, Lithuania
Phone: +370-5-2651474
Fax: +370-5-2651483
E-mail: sales@standa.lt
http://www.standa.lt

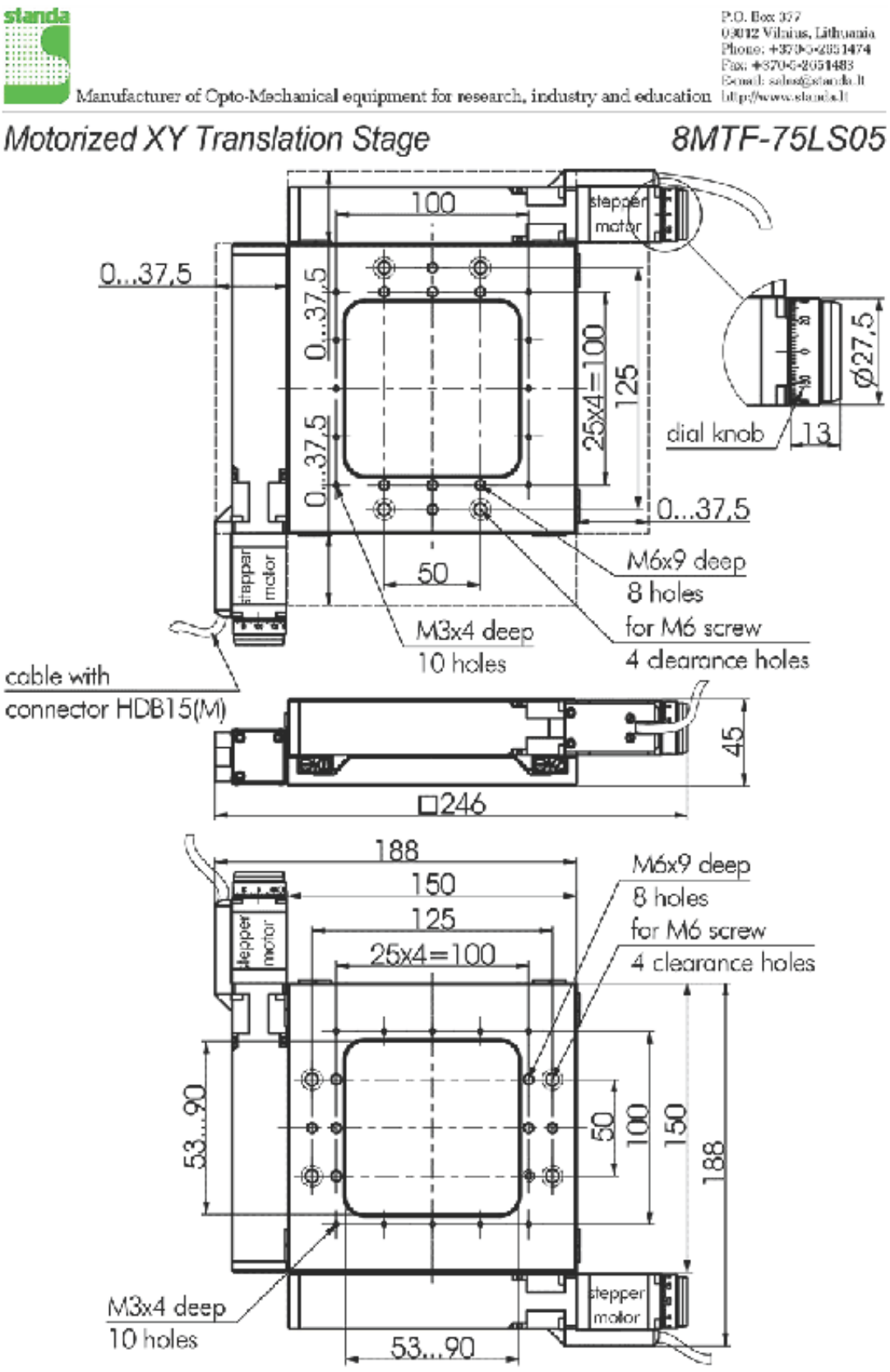
8-0030 *System for Micromachining*







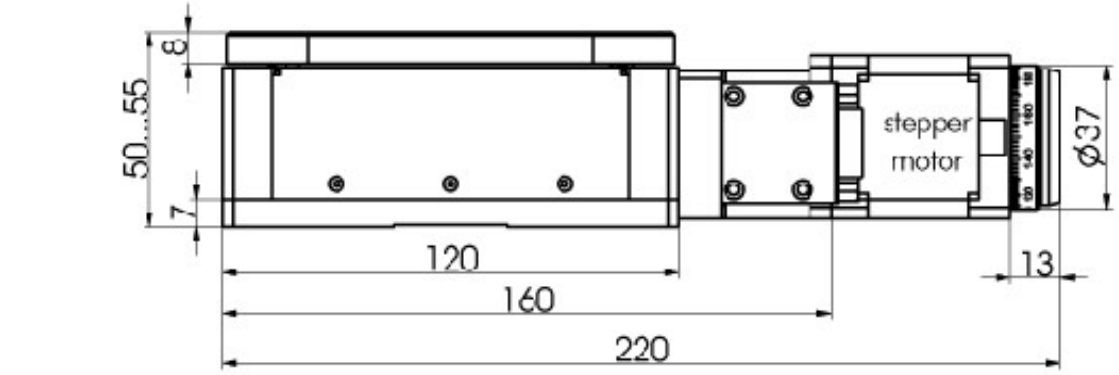
Motorized XY Scanning Stage

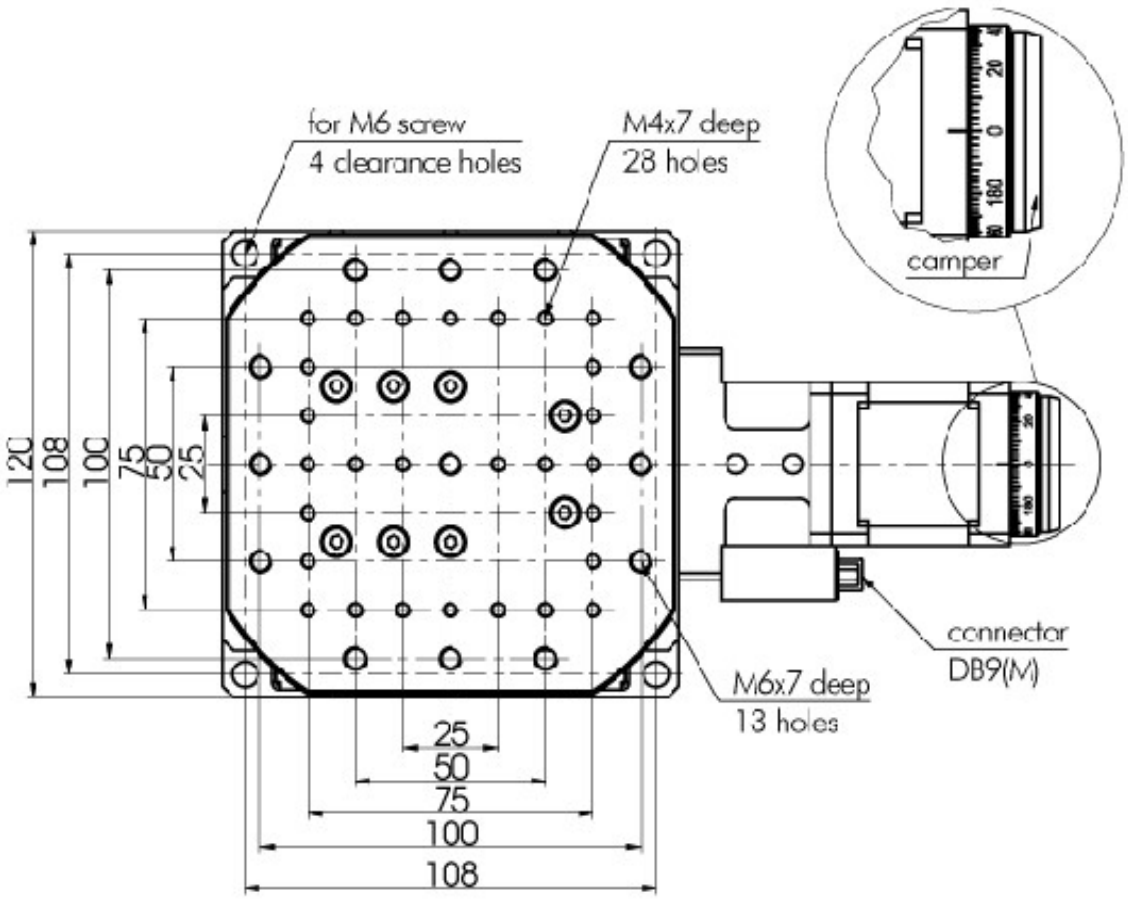


Motorized Vertical Lift Stage

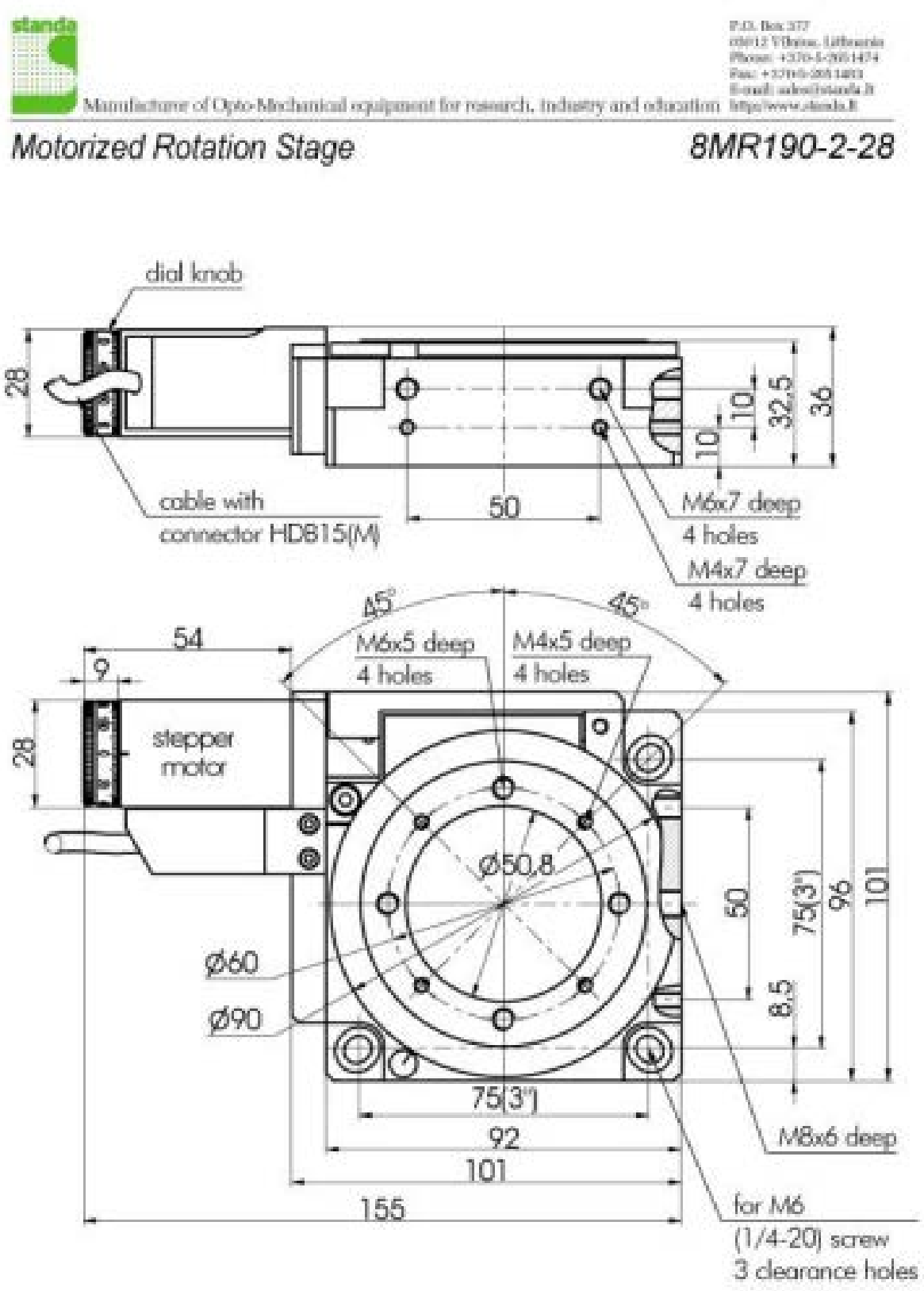
standa
Manufacturer of Opto-Mechanical equipment for research, industry and education
P.O. Box 377
09312 Vilnius, Lithuania
Phone: +370-5-2651474
Fax: +370-5-265 1483
E-mail: sales@standa.lt
http://www.standa.lt

Motorized Vertical Lift Stage **8MVT120-5-4247**





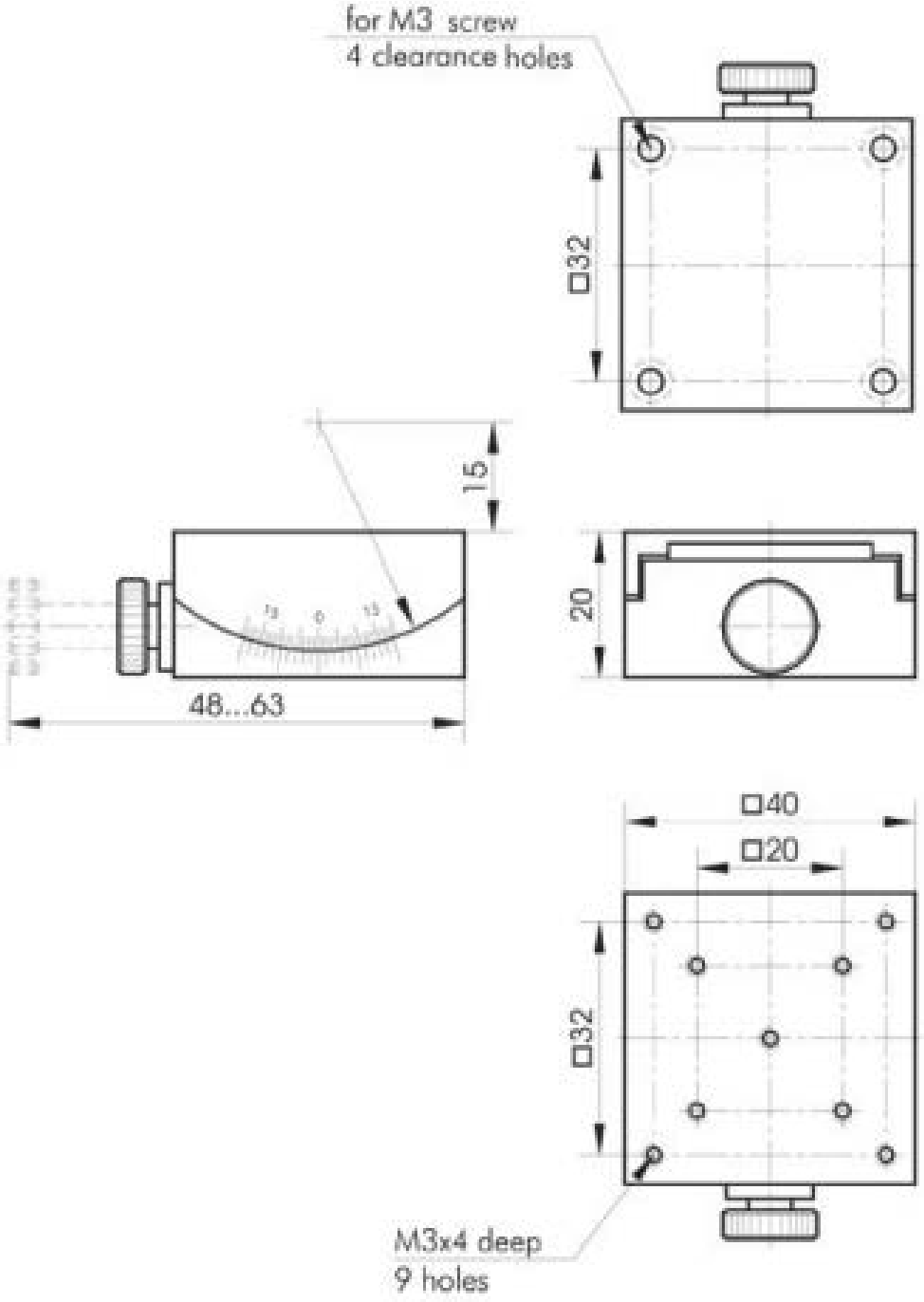
Motorized Rotation Stage



Small Goniometer

standa
Manufacturer of Opto-Mechanical equipment for research, industry and education
P.O. Box 377
03012 Vilnius, Lithuania
Phone: +370-5-2651474
Fax: +370-5-2651483
E-mail: sales@standa.lt
http://www.standa.lt

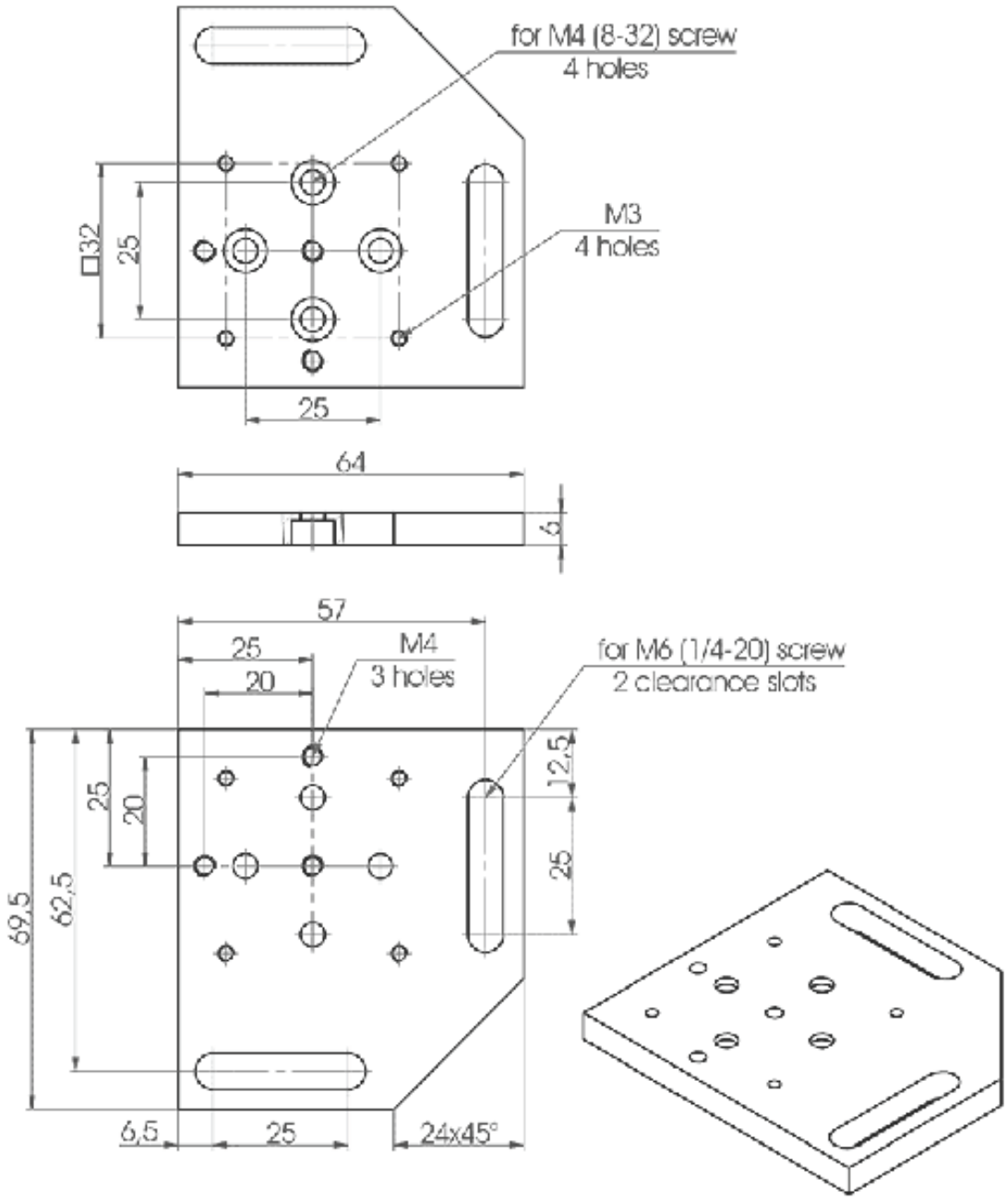
Small Goniometer 7G174-30



Universal Base Plates

standa
Manufacturer of Opto-Mechanical equipment for research, industry and education
P.O. Box 2504
03012 Vilnius, Lithuania
Phone: +370-5-2651474
Fax: +370-5-2651483
E-mail: info@standa.lt
http://www.standa.lt

Universal Base Plate *3UBP-03*



Phoenix Contact de D-sub de 15



VARIOSUB D-SUB 15 panel mounting frame, with gender changer, version: Female/Female

The illustration shows a 9-pos. male/male contact version

Order No.	1689718
Ord designation	VS-15-A-GC-BU/BU
EAN	4017918934125
Pack	5 Pcs.
Customs tariff	85369010
Catalog page information	Page 50 (PC-2005)

Technical data

Material data

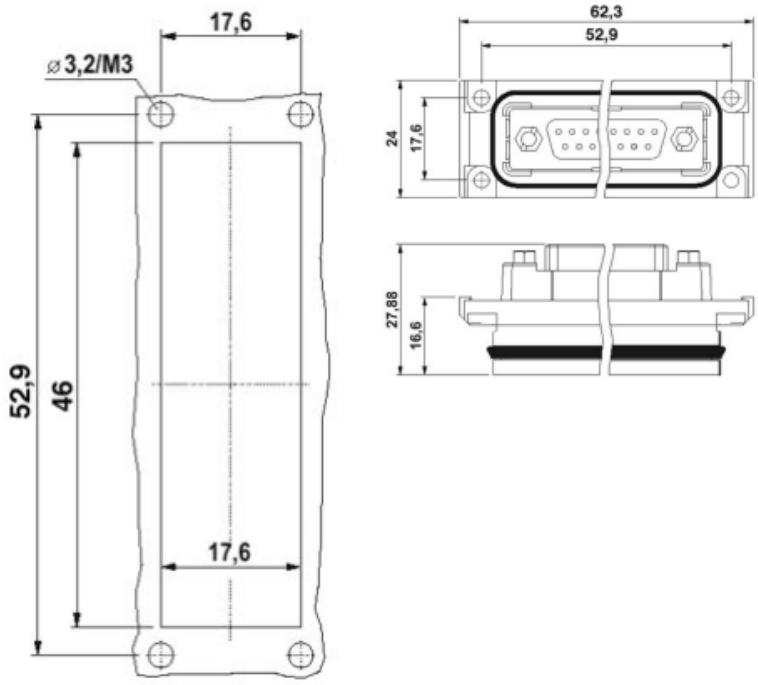
Degree of protection	IP67
Inflammability class acc. to UL 94	V0

Electrical characteristics

Ambient temperature (operation)	-20 ° C ... 80 ° C

Drawings

Dimensioned drawing



4-axis controller 8SMC4-USB-B9-B9

Mailing address:
"STANDA"
P.O.Box. 377
03012 Vilnius
Lithuania

Office:
Švitrigailos 4-39
03222 Vilnius
Lithuania
VAT code LT203728219

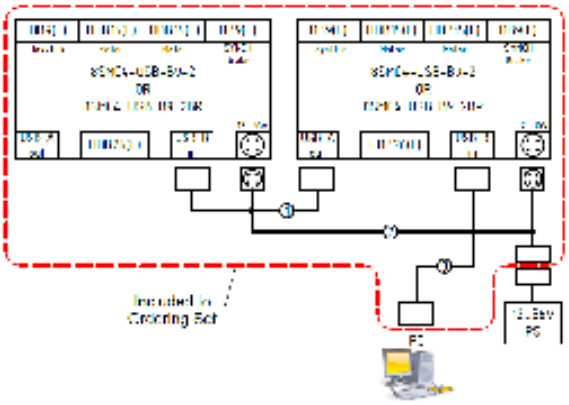
Telephone:
+370-5-2651474
Fax:
+370-5-2651483

E-mail:
sales@standa.LT

Internet:
http://www.standa.LT

Registras – Lietuvos Respublikos Juridinių asmenų registras

8SMC4-USB-B9-B9



No.	Code	Description
	Included to Ordering Set	
	8SMC4-USB-B9-2	Motor Controller
	8SMC4-USB-B9-2	Motor Controller
1	USB/A-B	USB cable between controllers 0.2 m
2	8A-KPPX-KPJX	Power distribution cable
3	USB/A-USB/B	USB cable to PC, 1.8 m
	Not Included to Ordering Set	
	8CA15F-15MR	Cable from controller to motor
	8CA-SYNCH	Synchronization cable

Figure 1.
4-axis controller 8SMC4-USB-B9-B9

Table 1.
Ordering information

SPECIFICATIONS

Electrical
- Targeted for bipolar, two phase stepper motors with current ratings of 0.25 A -3 A and for DC motors with the winding current of up to 6 A. The current limit value is set programmatically.
- Power supply voltage ranges from 12 V to 36 V.
- Current overload protection, voltage overload protection, short circuit protection, motor hot plug / unplug protection, ESD protection.
- Encoder Inputs for stall detection and for closed loop mode feedback (option).
- Revolutions counter input.

Motion
- Left / right move, move to point, shift on delta, continuous speed, acceleration and deceleration ramps, backlash compensation mode and automatic home position calibration mode.

Peripherals
- **Joystick**, left / right buttons, limit switches, **magnetic brake TTL output**, limits LEDs, status LEDs.
- **Analog input, external driver output,** Synchronization input and output.
- Step modes full-step, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256.
- Rotation speed up to 35 000 full steps per second.
- Feedback quadrature encoder, bandwidth 200 kHz.

Control
- PC controls via USB interface.
- Optional handheld remote offers manual two button directional control.
- Additional features include two programmable limit switches, an emergency limit switch, encoder and revolution sensor for stall detection and input / output for synchronization, **serial port 3.3 V logic, common in/out.**

Programming
- Graphical user interface XiLab - compatible with Windows XP, Vista, 7, 8, Linux, Mac OS X, including 64-bit versions. Inside XiLab interface user can enter Javasript language based movement sequences and run to execute.
- Cross platform library with code examples on C,Visual Basic, Matlab, Labview, C#.
- Set of virtual instruments for National Instruments LabView.
- The controller compatibility with custom software made for 8SMC1-USBhF – possible after updating the MicroSMC driver.

Mechanical
- RoHS compliant.
- Operating temperature range: 0 to 70°C.

Abrazadera de Cable para Fijación

ENGLISH

Datasheet

RS Pro Girder Cable Clip 8 to 12 mm

RS Stock No: **277-159**



Product Details

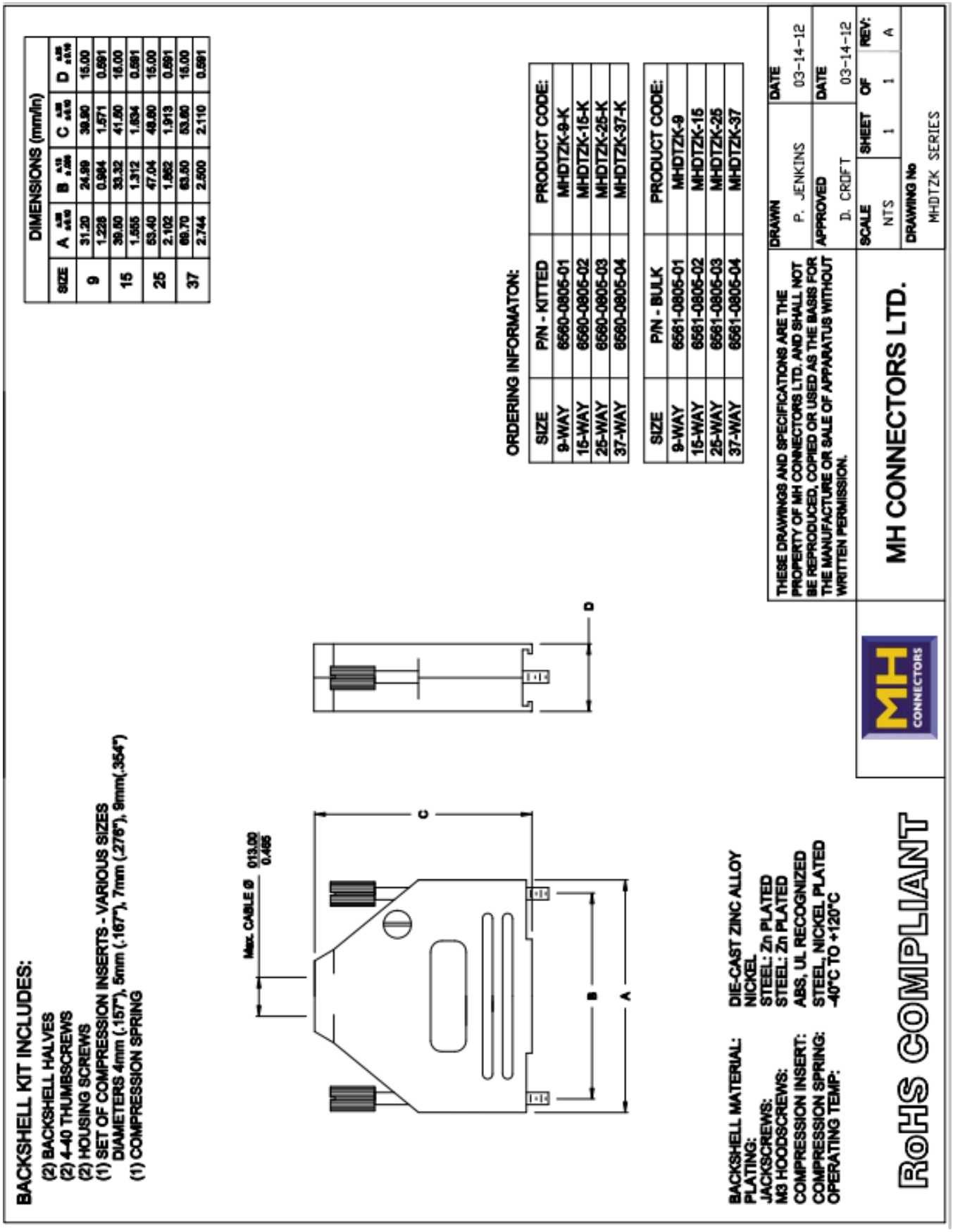
RS Pro girder clip has a stainless steel construction for corrosion resistance. It has a flange thinking ranging form 8 to 12 mm and cable diameter ranging from 8 to 9 mm. This Girder clip gives awesome support to your cable and is suitable for use in indoor, outdoor, humid and mildly corrosive environments. The clip reduces your installation time.

Features and Benefits

- Stainless steel construction
- Flange thinking ranging from 8 to 12 mm
- Cable diameter ranging from 8 to 9 mm
- Awesome support to your cable
- Suitable for use in indoor, outdoor, humid and mildly corrosive environments
- Reduces your installation time

RS, Professionally Approved Products, gives you professional quality parts across all products categories. Our range has been testified by engineers as giving comparable quality to that of the leading brands without paying a premium price.

Conector macho 15 pines



Cable SVGA macho-hembra 15 pines

Datasheet

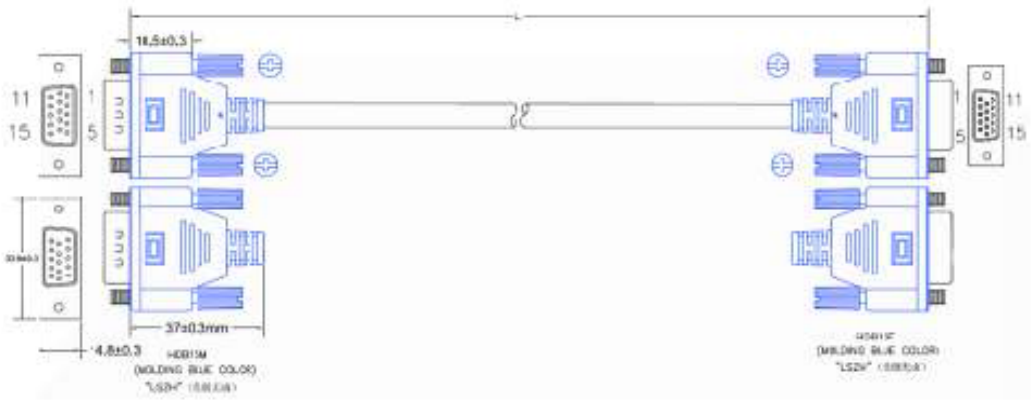
RS PRO 1m VGA/SVGA Low Profile HD15 Male to Female Low Smoke Zero Halogen Cable – Blue

Stock number: 182-8886

EN

Our RS PRO 1 metre monitor cable comes with a low profile high density 15 pin male to a low profile high density 15 pin female connector which is commonly known as a VGA or SVGA connector. It has all pins connected. The jacket and the connector hoods are made of blue, low smoke zero halogen PVC.

The SVGA connector is one of the most common video connectors found on computers. SVGA is an analogue signal which is slowly being replaced by digital cables such as HDMI and Displayport.



(P1)HDB15M	1	2	3	6+7+8	4	5	9	10	11	12	13	14	15	64
(P2)HDB15F	1	2	3	6+7+8	4	5	9	10	11	12	13	14	15	64
	RC	GC	BC	RG	GG	BG								

1. CABLE: 32AWG,UL20276,AL-FOIL,3COAX+9C,BLUE COLOR,OD=5.5mm,LSZH JACKET(LSZH).
2. LENGTH: L.
3. CONNECTORS: HDB15M*1PCS,HDB15F*1PCS(BLUE INSULATOR)*1PCS(SHELL NICKE.).
4. MOLD: MOLDING TYPE.
5. CONTACTS
6. OPEN/SHORT TEST: 100% TEST.
   A.100% OPEN,SHORT&INTERMITANCE TEST.
   B.CONDUCTOR RESISTANCE: 3ohms MAX.
   C.INSULATION RESISTANCE: 5M Min./DC300V 10ms.
7. ALL MUST BE MEET ON ROHS COMPLIANT.

RoHS / REACH / CE

rspro.com

Filtro neumático SMC AF20 5 µm G ¼ Automático

Standard Specifications

Model	AF20-A	AF30-A	AF40-A	AF40-06-A
Port size	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4
Fluid	Air			
Ambient and fluid temperature	–5 to 60°C (with no freezing)			
Proof pressure	1.5 MPa			
Maximum operating pressure	1.0 MPa			
Nominal filtration rating	5 µm			
Drain capacity [cm³]	8	25	45	
Bowl material	Polycarbonate			
Bowl guard	Semi-standard (Steel)	Standard (Polycarbonate)		
Weight [kg]	0.08	0.18	0.36	0.41

Options/Part No.

Optional specifications		Model			
		AF20-A	AF30-A	AF40-A	AF40-06-A
Bracket assembly[Note 1]		AF22P-050AS	AF32P-050AS	AF42P-050AS	AF42P-070AS
Float type auto drain[Note 2) Note 3]	N.C.	AD27-A	AD37-A	AD47-A	
	N.O.	—	AD38-A	AD48-A	

Semi-standard/Bowl Assembly Part No.

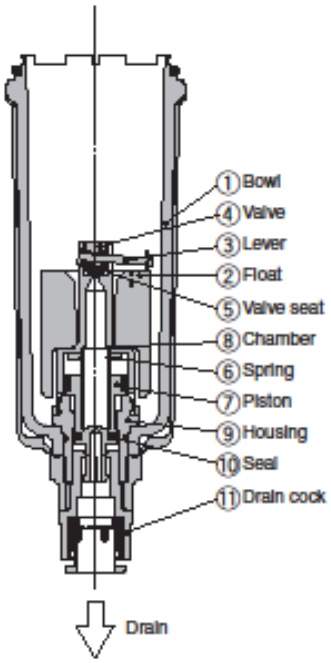
Semi-standard specifications						Model			
Bowl material	Float type auto drain[Note 2) Note 3)]		With drain guide[Note 3)]	With barb fitting	With bowl guard	AF20-A	AF30-A	AF40-A	AF40-06-A
	N.C.	N.O.							
Polycarbonate bowl	—	—	—	—	●	C2SF-C-A	—	—	
	●	—	—	—	●	AD27-C-A	—	—	
	—	—	●	—	—	C2SF-J-A	C3SF-J-A	C4SF-J-A	
	—	—	—	●	—	—	C3SF-W-A	C4SF-W-A	
	—	—	●	—	●	C2SF-CJ-A	—	—	

Note 1) Assembly of a bracket and 2 mounting screws.
Note 2) Minimum operating pressure: N.O. type–0.1 MPa; N.C. type–0.1 MPa (AD27-A) and 0.15 MPa (AD37-A/47-A).
Please consult with SMC separately for psi and °F unit display specifications.
Note 3) Please consult with SMC for details on drain piping to fit NPT or G port sizes.
Note) Bowl assembly for the AF20-A to AF40-A models comes with a bowl O-ring.

Series AF20-A to AF40-A

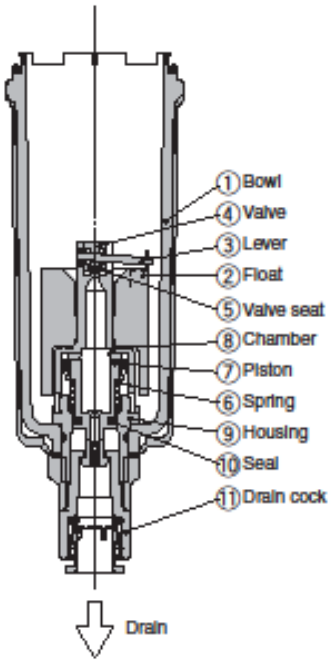
Working Principle: Float Type Auto Drain

N.O.type: AD38-A, AD48-A



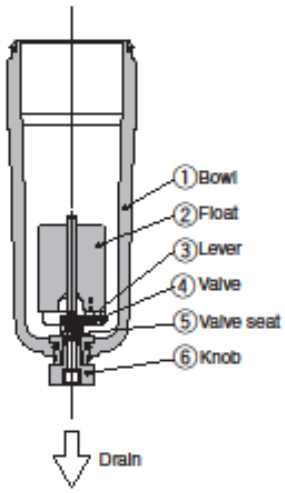
- **When pressure inside the bowl is released:**
  When pressure is released from the bowl ①, piston ⑦ is lowered by spring ⑥.
  The sealing action of seal ⑩ is interrupted, and the outside air flows inside the bowl ① through housing hole ⑨ and drain cock ⑪.
  Therefore, if there is an accumulation of condensate in the bowl ①, it will drain out through the drain cock.
- **When pressure is applied inside the bowl:**
  When pressure exceeds 0.1 MPa, the force of piston ⑦ surpasses the force of spring ⑥, and the piston goes up.
  This pushes seal ⑩ up so that it creates a seal, and the inside of the bowl ①, is shut off from the outside air.
  If there is no accumulation of condensate in the bowl ① at this time, float ② will be pulled down by its own weight, causing valve ④, which is connected to lever ③, to seal valve seat ⑤.
- **When there is an accumulation of condensate in the bowl:**
  Float ② rises due to its own buoyancy and pushes open the seal created by the valve seat ⑤.
  This allows the pressure inside the bowl ① to enter the chamber ⑧. The result is that the combined pressure inside chamber ⑧ and the force of the spring ⑥ lowers the piston ⑦.
  This causes the sealing action of seal ⑩ to be interrupted, and the accumulated condensate in the bowl ① drains out through the drain cock ⑪.
  Turning drain cock ⑪ manually counterclockwise lowers piston ⑦, which pushes open the seal created by seal ⑩, thus allowing the condensate to drain out.

N.C.type: AD37-A, AD47-A



- **When pressure inside the bowl is released:**
  Even when pressure inside the bowl ① is released, spring ⑥ keeps piston ⑦ in its upward position.
  This keeps the seal created by the seal ⑩ in place; thus, the inside of the bowl ① is shut off from the outside air.
  Therefore, even if there is an accumulation of condensate in the bowl ①, it will not drain out.
- **When pressure is applied inside the bowl:**
  Even when pressure is applied inside the bowl ①, the combined force of spring ⑥ and the pressure inside the bowl ① keeps piston ⑦ in its upward position.
  This maintains the seal created by the seal ⑩ in place; thus, the inside of the bowl ① is shut off from the outside air.
  If there is no accumulation of condensate in the bowl ① at this time float ② will be pulled down by its own weight, causing valve ④, which is connected to lever ③, to seal valve seat ⑤.
- **When there is an accumulation of condensate in the bowl:**
  Float ② rises due to its own buoyancy and pushes open the seal created by the valve seat ⑤. Pressure passes from the bowl ① to chamber ⑧.
  The result is that the pressure inside chamber ⑧ surpasses the force of the spring ⑥ and pushes piston ⑦ downwards.
  This causes the sealing action of seal ⑩ to be interrupted and the accumulated condensate in the bowl ① drains out through the drain cock ⑪.
  Turning drain cock ⑪ manually counterclockwise lowers piston ⑦, which pushes open the seal created by seal ⑩, thus allowing the condensate to drain out.

Compact auto drain N.C. type: AD27-A



- **When pressure inside the bowl is released:**
  Even when pressure inside the bowl ① is released, the weight of the float ② causes valve ④, which is connected to lever ③, to seal valve seat ⑤. As a result, the inside of the bowl ① is shut off from the outside air.
  Therefore, even if there is an accumulation of condensate in the bowl ①, it will not drain out.
- **When pressure is applied inside the bowl:**
  Even when pressure is applied inside the bowl ①, the weight of the float ② and the differential pressure that is applied to valve ④ cause valve ④ to seal valve seat ⑤, and the outside air is shut off from the inside of the bowl ①.
- **When the drain is accumulated in the bowl:**
  Float ② rises due to its own buoyancy and the seal at valve seat ⑤ is interrupted.
  The condensate inside the bowl ① drains out through the knob ⑥.
  Turning knob ⑥ manually counterclockwise lowers it and causes the sealing action of valve seat ⑤ to be interrupted, which allows the condensate to drain out.

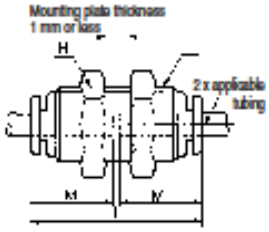
Racor neumático SMC KQ2 16 mm y Racor neumático SMC KQ2 8 mm

Bulkhead Union: KQ2E



Applicable tubing O.D. (mm)	Model	T (M)	H (width across flats)	L	Mounting hole	M	Effective area Note) (mm²) Nylon	Effective area Note) (mm²) Urethane	Mass (g)
3.2	KQ2E23-00	M12 x 1	14	31.5	13	15.5	3.4	2.9	26
4	KQ2E04-00	M12 x 1	14	32.5	13	16	5.6	4	26
6	KQ2E06-00	M14 x 1	17	34.5	15	17	13.1	10.4	33
8	KQ2E08-00	M16 x 1	19	38	17	18.5	26.1	18.0	52
10	KQ2E10-00	M20 x 1	24	42.5	21	21	41.5	29.5	70
12	KQ2E12-00	M22 x 1	27	44	23	22	58.3	46.1	90
16	KQ2E16-00	M28 x 1.5	32	51	29	25	113	(96)	115

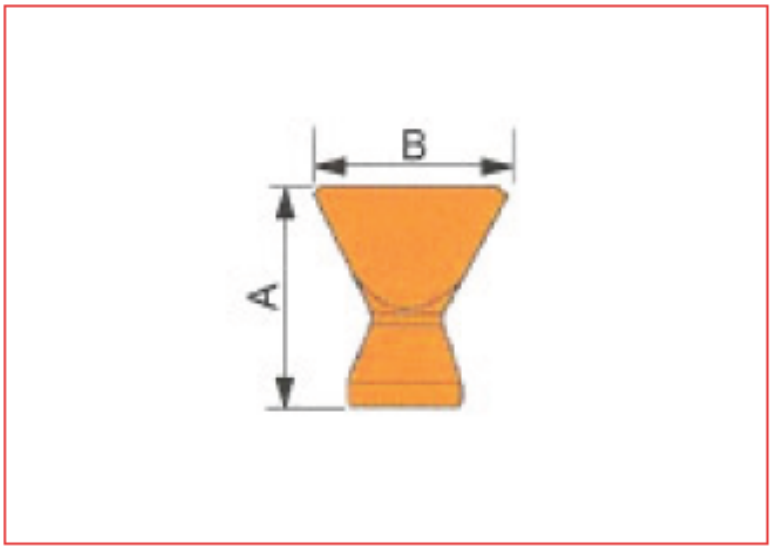
Note) ( ): Values for soft nylon.



Boquilla plana de ¼ plg de Copolímero Acetal

Datasheet
RS Pro Coolant Hose 1/4” System Flared Nozzles 1”

RS Stock No: 623-5022



Specifications:

Electrically non-conductive
Rust proof
Chemically resistant
All parts interchangeable

Order Code	Manufacturers Code	Type/Size	A (mm)	B (mm)	Pack Qty
623-5022	CS-100-174	Flared 1"	30	28	2

Manguera articulada ¼ plg de Copolímero acetal

Machine Tool Coolant Systems

FEATURES

- Flexible coolant hose kit
- Contains 20 pieces
- Made from durable, heat-resistant polyacetal
- Maximum flow of 16 m3 per hour
- Internal diameter of 6.7 mm
- External diameter of 16.3 mm
- Weight of 35 g
- Width of 120 mm
- Height of 20 mm
- Length of 230 mm
- Maximum pressure (liquid) of 0.19 Pa
- Maximum pressure (air) of 0.35 Pa
- Blue colour (Pantone 3025C)

RS PRO 1/4in Hose Kit

RS Stock No.: 623-4978



RS Professionally Approved Products bring to you professional quality parts across all product categories. Our product range has been tested by engineers and provides a comparable quality to the leading brands without paying a premium price.

Válvula de escape rápido Norgren 1002/BP000

CLASSIC VALVES

3

PRODUCT UPDATE
SEE PAGE 111

CLASSIC RANGE

POP TYPE PRESSURE RELIEF VALVES

1002, 61B2, V05

R1/4

Protect compressed air systems from overpressurization

Simple, low cost 'Pop' type units for direct connection to pressure vessels and associated components

Pre-set and tamper resistant relief valves protected from ingress



1002 61B2 V05 (brass) V05 (plastic)

TECHNICAL DATA

Medium:
Compressed air only

Ambient Temperature:
–40°C to +230°C (1002)
–20°C to +80°C (61B2)
–4°C to +40°C (V05)
Consult our Technical Service for use below +2°C

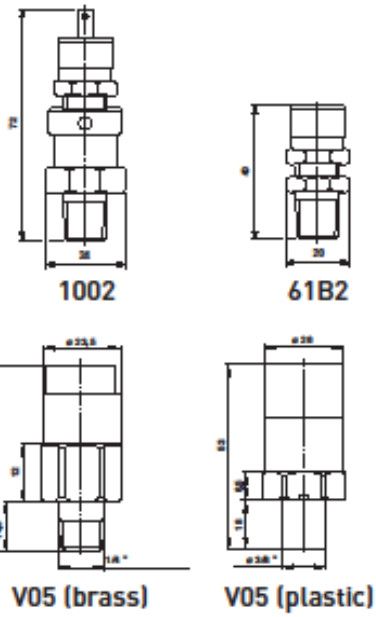
MATERIALS

Body and adjusting cap:
Brass (1002, 61A2, 61B2 and V05 brass)

Ball Seal:
Stainless Steel (1002 only)

Seals:
Polyurethane (61A2, 61B2 and V05 brass)

Seal Body:
Acetal or Brass (V05 brass only)



1002 61B2 V05 (brass) V05 (plastic)

Models

Model No.	Size	Pressure range (bar)
1002	R1/4	2 to 6,3
1002/BM000	R1/4	0 to 1,6
1002/BP000	R1/4	1,6 to 2,5
1002/BR000	R1/4	6,3 to 14
61B2/BM000	R1/4	0,63 to 1,6
61B2/BN000	R1/4	1,6 to 4
61B2/BS000	R1/4	2,5 to 5
61B2/BT000	R1/4	5 to 10
61B2/BU000	R1/4	10 to 16

Norgren pressure relief valves comply with category 0(S.E.P.) and category 1 of the Pressure Equipment Directive 97/23/EC. If categories 2, 3 or 4 products are required contact our Technical Services.

Analizador de oxígeno Rapidox 1100Z



Analizador de oxígeno Rapidox 1100Z

RAPIDOX 1100Z

El Rapidox 1100Z es un analizador de oxígeno (O2) económico equipado con un sensor de gas de oxígeno de circonio. Está diseñado específicamente para medir medidas porcentuales en el rango de 0-30% de oxígeno.

amperis

www. amperis.com

AMPERIS PRODUCTS, S.L.
C/Barbeito María, 14
27003, Lugo, España

CONTACTO
+T [+34] 982 20 99 20 | F [+34] 982 20 99 11
info@amperis.com |www.amperis.com

Especificación	
Rango del sensor de O2	1ppm-30%
Precisión y respuesta del sensor de O2	±1% de la concentración de oxígeno real. Aproximadamente 4 segundos para una respuesta del 90%
Expectativa de vida del sensor de O2	>17.500 horas
La presión de operación del ambiente	900-1100mbar absolutos
La temperatura de funcionamiento del ambiente	5o C a 35o C
Max. Presión de gas de muestra	±1000mbar
Max. Temperatura del gas de muestra	60o C
Tiempo de calentamiento	1-2 minutos
Voltaje	90-260 VAC, 50/60Hz
Salidas de tensión	0-10V, programable por el usuario
Salidas de corriente	4-20mA lineal, programable por el usuario
Salidas digitales	RS232 (opción RS485 disponible) Datos transmitidos a petición. Modbus RTU/Ethernet
Calibración	Requiere hasta 5 composiciones de gas seleccionables por el usuario
Muestra de conexiones	4mm ID/6mm OD tipo de pezón. Rectus o Swagelok. Posición delantera o trasera
Pantalla	20 x 4 caracteres OLED
Dimensiones del analizador	Banco: 150mm(H) x 253mm(W) x 272mm(D), Panel: 300 x 4µ (177mm(H) x 300mm(W)
Peso	3,5 kg (4 kg con el bisel)
La opción de la bomba	Bomba de diafragma de tipo principal. Velocidad variable 0-1,2 litros por minuto
Opción del eyector	El eyector de vacío está instalado, y se está agotando la presión de entrada.
Alarmas	Circuitos de relés, programables por el usuario

Tirador Pinet de aluminio negro

WEBSTORE
PINET

Black aluminium rear mounted grab handles 75 to 150 mm

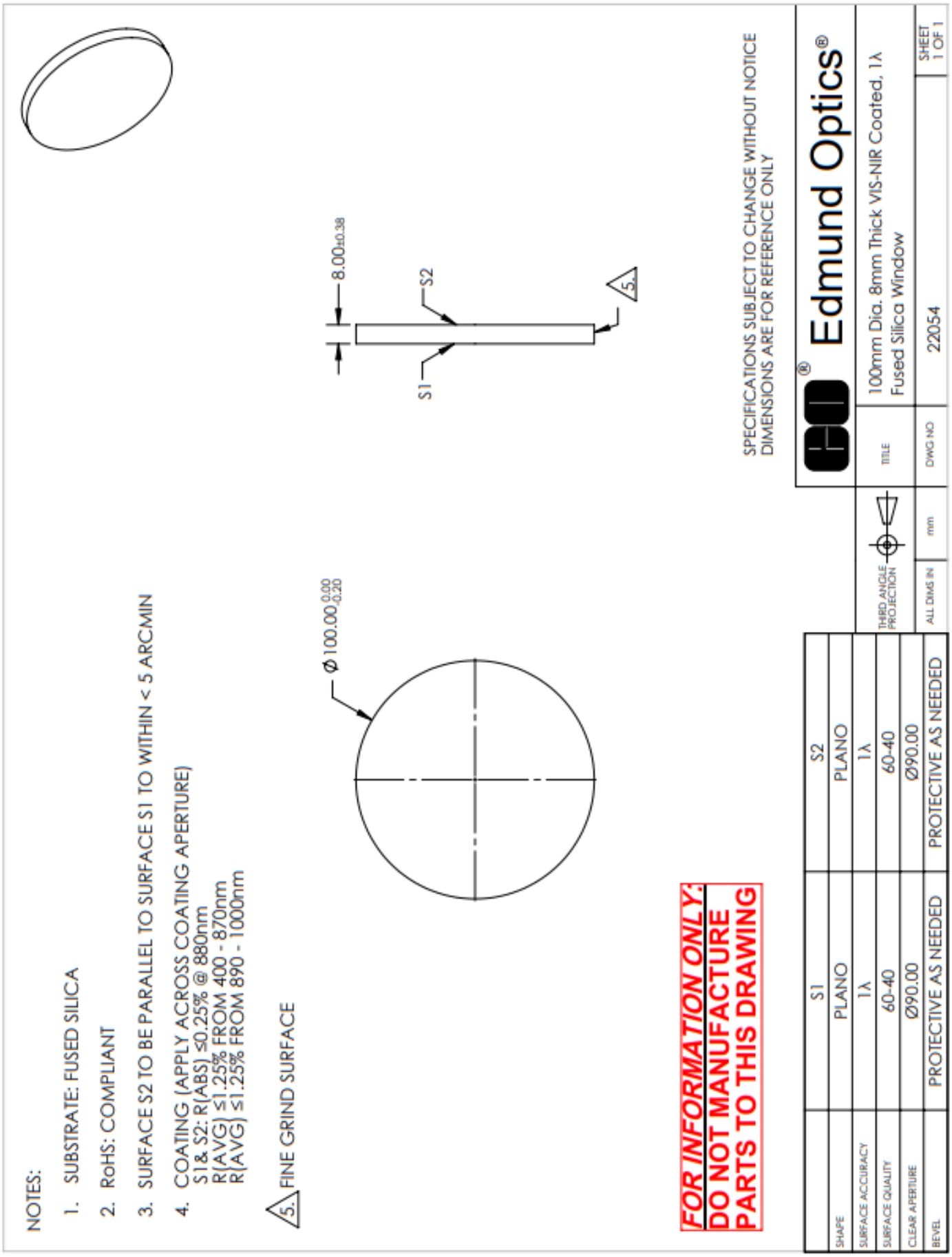
Model : 19-1-9001



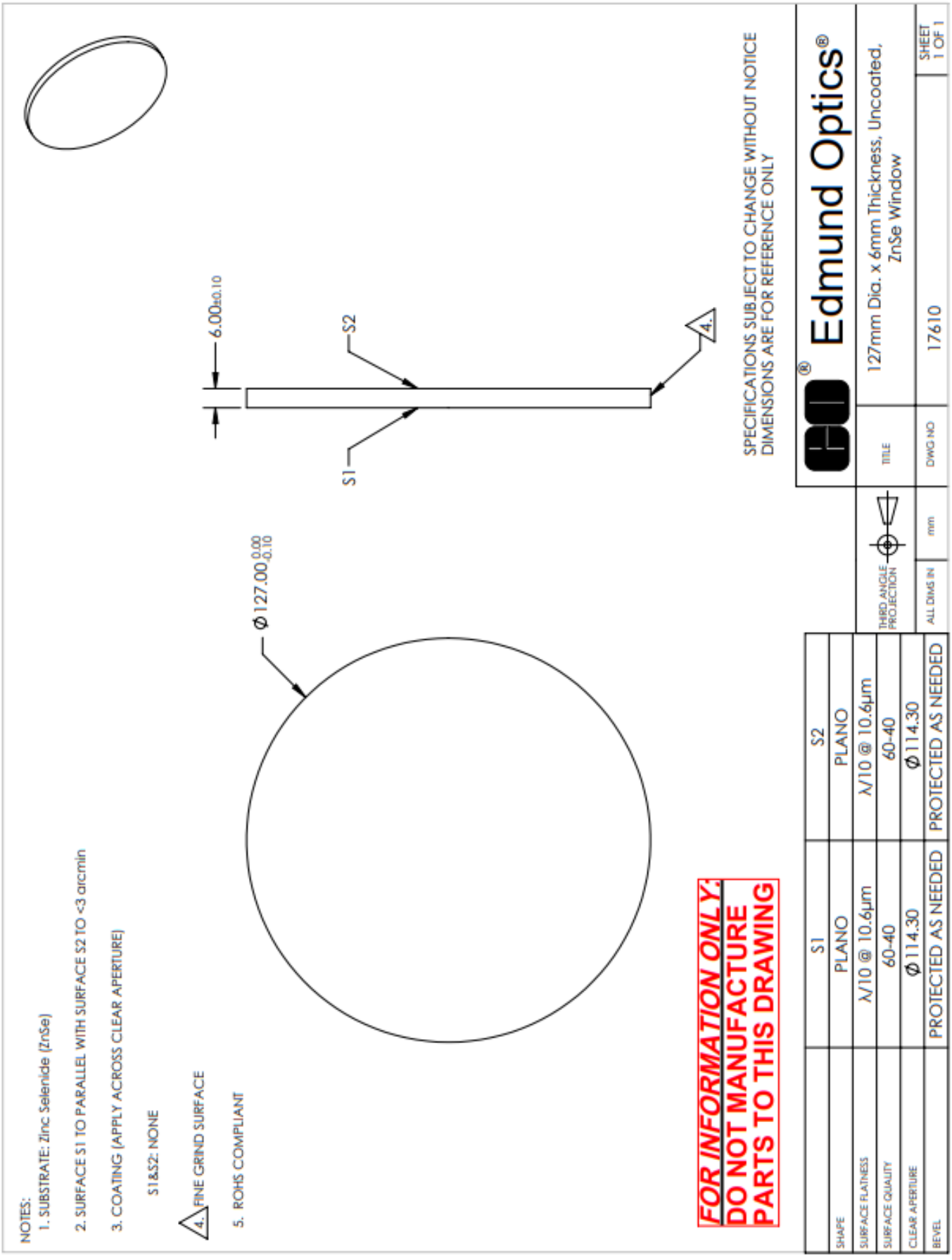
A (length)	75
Material	aluminium
Weight (g)	34
B (width)	36.5
C	16
Finish	black painting
Handles model	grab handles

WWW.PINET.TM.FR © PINET INDUSTRIE 2014

Ventana de sílice fundida



Ventana de seleniuro de zinc



Soporte antivibración de Paulstra Hutchinson

RADIAFLEX ®



DESCRIPTION

- Metalwork : mild steel, plated.
- Natural rubber, bonded, cylindrically shaped.
- Fixing by screws, nuts or mixed.

European thread standards are not always consistent with French thread standards so Paulstra has created the Radiaflex® Europe range based on those standards.
The end stop version is now available with a threaded hole in addition to the threaded stud.

CHARACTERISTICS

The design of the RADIAFLEX® mount gives the following basic characteristics:

- radial elasticity greater than axial elasticity.
- the rubber works in :
  - compression (axial),
  - shear (radial),
  - compression/shear according to the fixing method.

Advantages

- Simple to fix.
- Simple and economical.
- Extensive range

PAULSTRA - 61 rue Marius Aufan - 92309 Levallois-Perret Cedex - France - T. +33 1 40 89 53 31 - F. +33 1 47 25 28 96 - www.paulstra-industry.com

Bridas verticales con escuadra para cierre

Bridas Verticales · con escuadra
23330.0023



Descripción del producto

Las condiciones óptimas de movimiento ƒ potencia ƒ la facilidad de uso de las bridas de cierre rápido permiten una aplicación versátil en muchas areas.
Estas bridas de cierre rápido se pueden utilizar en la indústria metalúrgica durante el taladrado, soldado, doblado, esmerilado, prueba ƒ montaje, así como en la indústria de la madera ƒ el plástico en el pegado, perforación, corte ƒ en las plantillas de fresado.
El principio de "palanca" de la brida permite una apertura grande ƒ rápida. En estado de reposo se garantiza una libre extracción de la pieza de trabajo. La gran transmisión de potencia da como resultado una fuerza de sujeción máxima por una fuerza manual baja. El autobloqueo en la posición de sujeción impide la apertura de la brida durante el mecanizado.
Las bridas están fabricadas con componentes de alta calidad ƒ están diseñadas para un uso continuo.
Mango ergonómico de 2 componentes resistente al aceite, con mayor superficie de agarre ƒ acabado suave para una gran facilidad de uso.
Los tornillos ajustables se suministran con arandela de sujeción.

Material

Brida
- Acero, cincado por galvanización, pasivado

Remache
- acero inoxidable

Empuñadura
- plástico

tornillo de sujeción
- Acero, templado, galvanizado

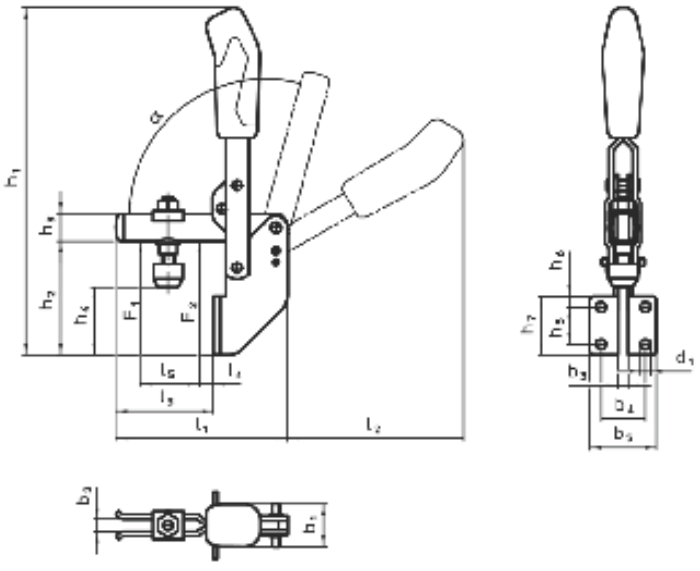
Protector
- Goma, negra

Más información

Referencias

Disponibles como accesorio tornillos de sujeción de repuesto.

Dibujo



Cámara IDS Imaging uEye LE/XLE

U3-3560XLE-C-HQ Rev.1.1 (1007525)

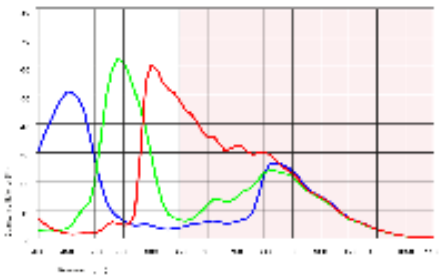
In series
The model is in series and available for the long term.



Specification

Sensor

Sensor type	CMOS Color
Shutter	Global Shutter
Sensor characteristic	Linear
Readout mode	Progressive scan
Pixel Class	2 MP
Resolution	2.30 Mpix
Resolution (h x v)	1920 x 1200 Pixel
Aspect ratio	16:10
ADC	10 bit
Color depth (camera)	10 bit
Optical sensor class	1/3"
Optical Size	5.760 mm x 3.600 mm
Optical sensor diagonal	6.79 mm (1/2.36")
Pixel size	3 µm
Manufacturer	Onsemi
Sensor Model	AR0234CS-RGB
Gain (master/RGB)	16x/8x
AOI horizontal	same frame rate
AOI vertical	increased frame rate
AOI image width / step width	48 / 12
AOI image height / step width	4 / 2
AOI position grid (horizontal/vertical)	4 / 2
Binning horizontal	same frame rate
Binning vertical	increased frame rate
Binning method	-
Binning factor	2
Subsampling horizontal	same frame rate
Subsampling vertical	increased frame rate
Subsampling method	-
Subsampling factor	2, 4

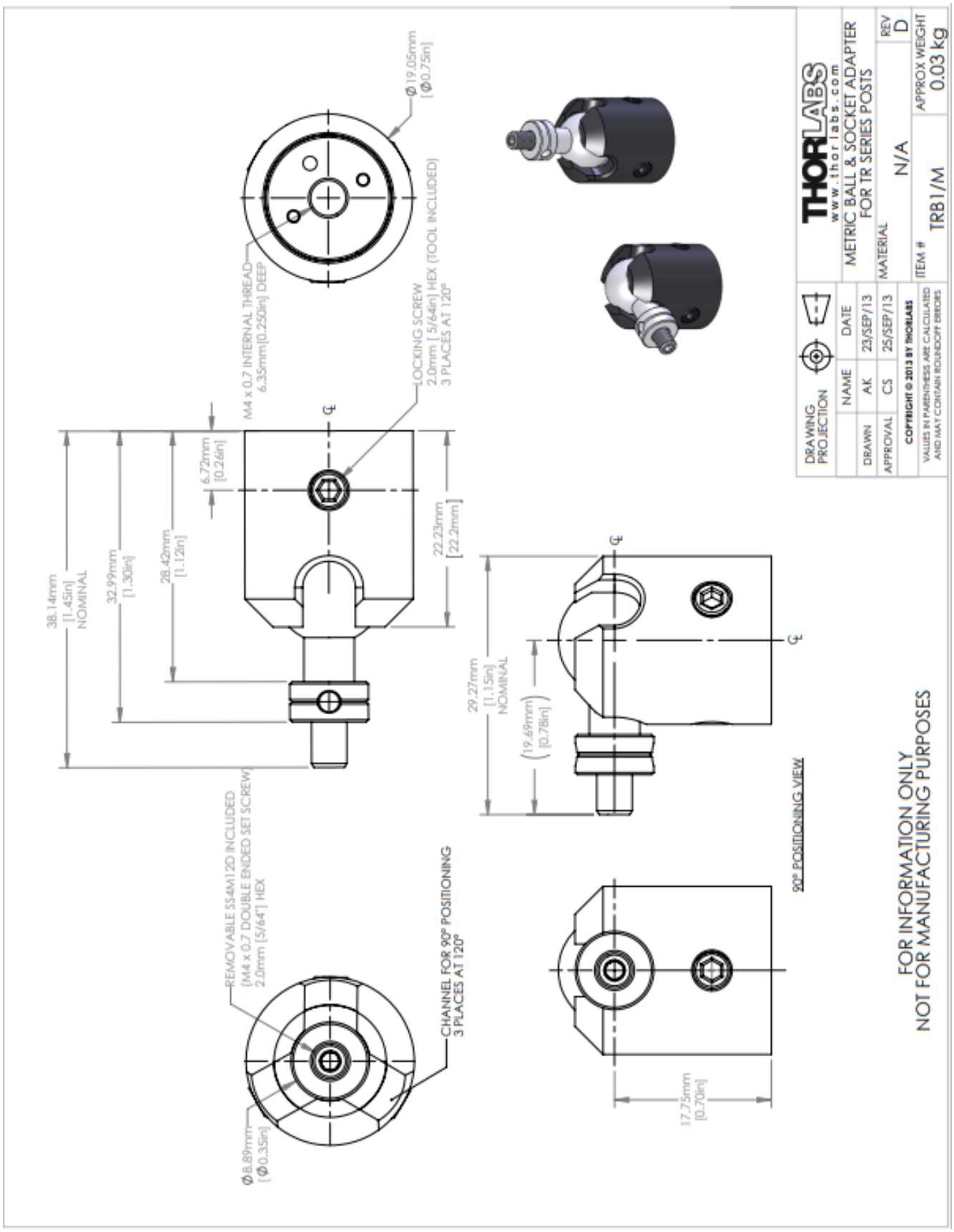


Subject to technical modifications (2023-03-16)

Page 1 of 2 www.ids-imaging.com

IDS Imaging Development Systems GmbH
Dimbacher Str. 10 · 74182 Obersulm · Germany · Phone +49 7134 96196-0 · E-mail info@ids-imaging.com

Montaje de bola y zócalo de bloqueo



Conector USB

har-port coupler



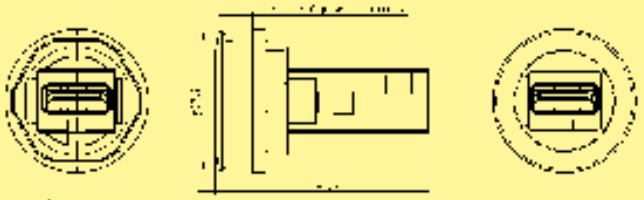
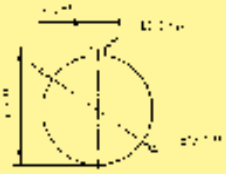
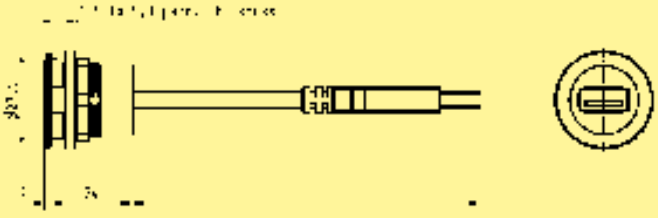
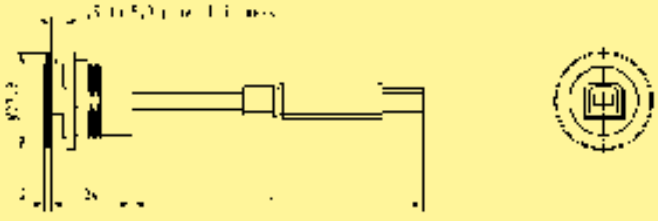
har-port USB coupler

Advantages

- Compact and well-shaped service interface in a timeless attractive design
- Easy mounting
- Compact and robust design
- Practical accessories

Technical characteristics

Number of ports	2x USB Typ A
Mounting	Screwable in cover plates
Degree of protection	IP 20
Mating cycles	min. 1500
Temperature range	-25 °C ... +70 °C
Housing material	Polyamide

Identification	Part No.	Drawing	Dimensions in mm
har-port USB 2.0 A-A coupler	09 45 452 1901		
har-port USB 3.0 A-A coupler	09 45 452 1902		
har-port USB 2.0 A-A coupler with cable			
Length: 0.5 m	09 45 452 1920		
1.0 m	09 45 452 1921		
1.5 m	09 45 452 1922		
2.0 m	09 45 452 1923		
3.0 m	09 45 452 1924		
5.0 m	09 45 452 1925		
har-port USB 2.0 B-B coupler with cable			
Length: 0.5 m	09 45 452 1910		
1.0 m	09 45 452 1911		
1.5 m	09 45 452 1912		
2.0 m	09 45 452 1913		
3.0 m	09 45 452 1914		
5.0 m	09 45 452 1915		

01/19

Tira de LED flexible

ENGLISH

5V USB LED STRIP



Our 5V LED Single colour tape uses long life super bring LEDs and features very low power consumption of just 4.8watts per metre for the 60 LEDs per metre. Our range of LED Strip lighting is supplied on a flexible printed circuit board (PCB) which is white / black in colour had has a 3M sticky tape backing making installation extremely easy. Just peel off the backing cover and stick down to any flat clean surface

Features:

- Fitted with 1 Metre USB input cable
- Power directly from your computer or TV
- Plug into any device with a 5vdc USB port
- Cool White 6000K light output

CE

ANEXO IV: IMPLICACIONES SOCIALES, Y/O ECONÓMICAS, Y/O AMBIENTALES

La nanotecnología se ha convertido en una disciplina científica que ha revolucionado diversos campos, como la medicina, la electrónica, la energía y la industria en general. La capacidad de manipular la materia a escala nanométrica ha permitido la creación de nuevos materiales, dispositivos y procesos con características y propiedades únicas e innovadoras. Sin embargo, el desarrollo de las nanopartículas también ha generado preocupaciones sobre sus posibles impactos económicos, sociales y ambientales.

La nanoética es una rama de la ética que se centra en los aspectos éticos y morales relacionados con la nanotecnología. Se preocupa por los posibles impactos de la nanotecnología en la sociedad y en el medio ambiente, y busca desarrollar principios éticos que guíen la investigación, el desarrollo y la aplicación de la nanotecnología.

Por su parte, la fabricación de la cámara de procesamiento no conlleva ningún riesgo que pueda atentar a la salud o principios éticos de los operarios., siempre y cuando se cumpla con las normativas de seguridad de las distintas maquinarias a utilizar. Sin embargo, sí que lo puede hacer su puesta a punto. En lo que ataña a los propios materiales de la cámara, se ha de tener especial cuidado con el argón que se introduce. A pesar de ser un gas que da en la naturaleza y no poseer ningún contaminante, está clasificado como un gas asfixiante simple. Al ser más denso que el oxígeno, desplaza a este y su mala manipulación o inhalación excesiva puede provocar vómitos, mareos, asfixia. confusión e incluso llegar a una pérdida de la conciencia [31]. Otro de los materiales que se pueden utilizar e implican un riesgo para la salud es el seleniuro de zinc. La ventana que utilizaremos cuando trabajemos con láser de rango infrarrojo está compuesta de este material que es nocivo en caso de ingestión o inhalación, tóxico para los organismos acuáticos y puede provocar daños en os órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. Es por ello que se recomienda usar guantes durante su manejo para evitar cualquier riesgo de contaminación [32].

En lo que respecta a su uso, y más bien a sus resultados, donde realmente podemos encontrar implicaciones tanto éticas como sociales y ambientales es en las nanopartículas obtenidas. Pese a todos los avances que nos ofrece y las mejoras que conlleva en ámbitos importantes como la medicina, la electrónica o el desarrollo de energías, al ser una ciencia relativamente nueva, no se han investigado con profundidad todos sus efectos. Las propiedades toxicológicas de las nanopartículas son difíciles de acuñar, pues depende de muchos factores, por lo que podríamos considerar como los parámetros más importantes para determinar los efectos de las nanopartículas son la dosis, la dimensión y la durabilidad, las “tres D”.

La dosis está directamente relacionada con la exposición o la concentración de sustancia en el medio elevado aire, alimentos y agua multiplicada por la duración del contacto. Comparando los efectos sobre la salud de la inhalación de nanopartículas de TiO_2 de diferentes tamaños, cabe destacar que la dosis baja de 10 mg/m^3 de exposición a partículas de 20 nm de diámetro provocó una mayor incidencia de tumores de pulmón que la dosis alta de 250 mg/m^3 de exposición a partículas de 300 nm de diámetro. La medida que se correlaciona con los efectos es la superficie y no la dosis másica En cuanto a la dimensión, los estudios toxicológicos han demostrado que las pequeñas nanopartículas de 100 nm provocan efectos adversos en la salud respiratoria, causando normalmente más inflamación que las partículas más grandes del mismo material [33].

El debate ético en torno a las nanotecnologías debe abordar los mismos interrogantes que se plantean en relación con otras innovaciones. Es necesario examinar los beneficios evidentes, las necesidades que pretenden satisfacer y cómo se distribuyen estos beneficios y a qué costo. Asimismo, es crucial considerar los riesgos y efectos imprevisibles en la salud, el medio ambiente y la equidad

socioeconómica, y evaluar qué tanto pueden ser controlados [34]. Es necesario determinar quién y de qué manera debe regular la producción de nanotecnologías, y quiénes serían los principales beneficiarios en caso de que se generen beneficios.

Hasta la fecha, ningún gobierno ha establecido un marco regulatorio para la Nanotecnología. No obstante, se han planteado consideraciones políticas que podrían orientar a las autoridades competentes en la gestión y aplicación de la Nanotecnología en general y, en particular, en lo que se refiere a las nanopartículas. Algunas medidas que podrían tomarse para garantizar una gestión responsable de la nanotecnología son [35]:

- Establecer una nomenclatura y protocolos estandarizados que permitan comparar los resultados de las pruebas.
- Fomentar la cooperación entre el sector público y privado.
- Concientizar a las agencias reguladoras y ambientales sobre los beneficios y riesgos potenciales de la Nanotecnología.
- Invertir en la investigación y desarrollo de Nanotecnologías que promuevan el desarrollo sostenible.
- Evaluar los posibles impactos ambientales y en la salud humana de las Nanopartículas, en especial de aquellas que se producen en masa.
- Educación pública sobre los beneficios y riesgos de la Nanotecnología.

ANEXO V: REFLEXIONES ÉTICAS Y SOCIALES

La nanotecnología ha despertado un notable interés en la sociedad debido a su excepcional potencial para mejorar la calidad de vida en diversos ámbitos, incluyendo la medicina, la energía renovable y la electrónica. Sin embargo, también ha dado lugar a una serie de cuestiones éticas y sociales de gran importancia que requieren ser abordadas.

Por un lado, la nanotecnología puede ofrecer soluciones para los desafíos más apremiantes de la humanidad, como la enfermedad o el cambio climático. No obstante, también puede crear nuevos riesgos y desigualdades tanto a nivel social como ambiental.

Por otro lado, la nanotecnología plantea preguntas éticas como el uso de nanomateriales en medicamentos y productos de consumo, y la responsabilidad de los científicos, ingenieros y empresarios en la toma de decisiones éticas y socialmente responsables. Asimismo, tiene el potencial de transformar profundamente la naturaleza misma de la vida humana, lo que genera importantes interrogantes sobre lo que significa ser humano. Por ejemplo, en la nanomedicina, se han desarrollado nanotecnologías para la detección temprana y el tratamiento de enfermedades como el cáncer, pero también se han planteado preocupaciones sobre los posibles efectos a largo plazo de la exposición a nanopartículas.

La nanoética es una rama de la ética que se centra en los aspectos éticos y morales relacionados con la nanotecnología. Se preocupa por los posibles impactos de la nanotecnología en la sociedad y en el medio ambiente, y busca desarrollar principios éticos que guíen la investigación, el desarrollo y la aplicación de esta ciencia. Debido a que tiene el potencial de afectar significativamente nuestras vidas y nuestro mundo, es crucial considerar cuidadosamente las implicaciones de su desarrollo y uso para garantizar que se sea de manera responsable y se maximicen sus beneficios mientras se minimicen los riesgos y se eviten impactos negativos innecesarios.