

**Arq. Francisco Haroldo Alfaro Salazar**  
Director de la División Ciencias y Artes para el Diseño  
UAM Xochimilco

# **INFORME FINAL DEL SERVICIO SOCIAL**

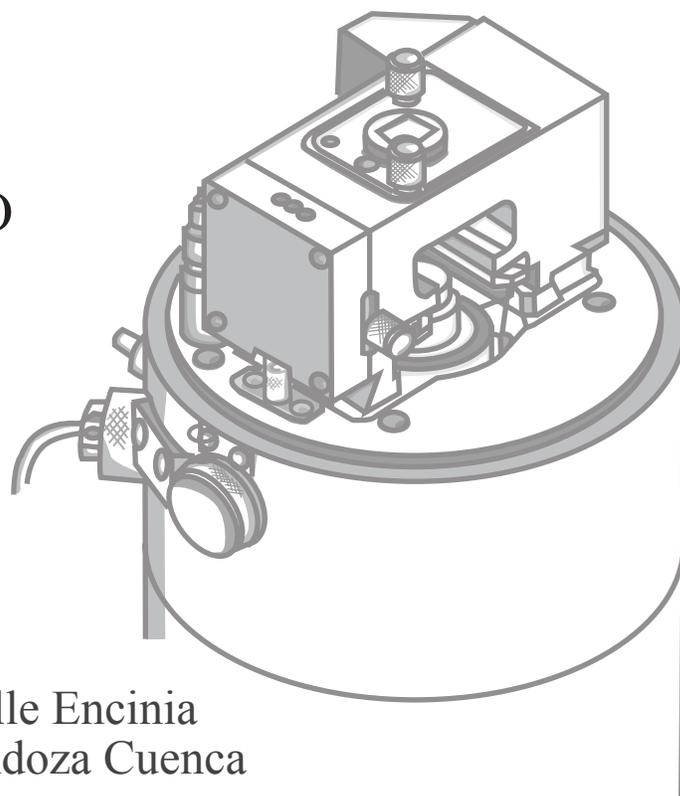
*Laboratorio Central de Microscopia  
del Instituto de Física de la UNAM*

**Periodo:** 12 de junio de 2023 al 12 de enero de 2024

**Proyecto:** DISEÑO DE PIEZAS  
PARA MICROSCOPIOS  
ELECTRÓNICOS DE BARRIDO  
Y FUERZA ATÓMICA EN EL  
LABORATORIO CENTRAL  
DE MICROSCOPIA DEL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
DE LA UNAM

**Clave:** XCAD000877

**Responsable del Proyecto:** Dr. Oscar Ovalle Encinia  
**Asesor Interno:** Mtro. José Leandro Mendoza Cuenca



Lorena Cruz Domínguez

**Matricula:** 2142037645

**Licenciatura:** Diseño Industrial

División de Ciencias y Artes para el Diseño

**Cel:**5540753249

**Correo electrónico:** lorenacd2@gmail.com

**COORDINACIÓN DIVISIONAL DE SERVICIO SOCIAL**

Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Coyoacán, C.P. 04960, CDMX

Tel. 5483 7126 / cyadserviciosocial@gmail.com

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	1
ACTIVIDADES REALIZADAS.....	1
PLAN DE TRABAJO DEL SERVICIO SOCIAL.....	1
PROCESO DE DISEÑO.....	2
1. DISEÑAR PIEZAS PARA EL MICROSCOPIO DE FUERZA ATÓMICA MODELO JEOL JSPM 4210.....	3
2. TRAZAR Y PLANTEAR LAS PIEZAS PARA EL JEOL 5600 MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.....	6
3. DISEÑAR Y FABRICAR CUBIERTA PARA MICROSCOPIO RAMAN XPLORA PLUS.....	8
4. PROYECTAR PIEZAS PARA JEOL 2010 MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRASMISIÓN (TEM, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS).....	10
5. DISEÑAR PIEZAS PARA EL JEOL 2010 MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRASMISIÓN (TEM, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) “Carrusel”.....	12
METAS ALCANZADAS.....	13
RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	14
BIBLIOGRAFÍAS Y/O REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....	14
ANEXOS.....	15

---

# INTRODUCCIÓN

Este informe tiene el propósito de relatar las diversas actividades realizadas durante el desarrollo del Proyecto del Servicio Social. En el transcurso de este periodo, se llevó a cabo una serie de tareas y acciones asociada al diseño de objetos con el fin de contribuir de manera positiva en el Laboratorio Central de Microscopia, que se encuentra en el Instituto de Física dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Durante el tiempo de realización del Proyecto del Servicio Social, se tuvo la oportunidad de participar en actividades que abarcaron el proceso de diseño de piezas en los diversos tipos de microscopios como son: el Microscopios Electrónico de Barrido, Fuerza Atómica, Electrónico de Trasmisión y Microscopio Raman XploRa PLUS; estas actividades fueron llevadas a cabo en colaboración con Dr. Oscar Ovalle Encinia, permitiendo así establecer una red de apoyo y trabajo para el beneficio del Laboratorio.

## OBJETIVO GENERAL

Diseñar y fabricar un conjunto de objetos y piezas para Microscopios Electrónico de Barrido, Fuerza Atómica, Electrónico de Trasmisión y Microscopio Raman XploRa PLUS , con el fin de optimizar el uso de los mismos.

## ACTIVIDADES REALIZADAS

A continuación se muestra el Plan de Trabajo con el cual se llevó a cabo el proyecto del Servicio Social.

### ***PLAN DE TRABAJO DEL SERVICIO SOCIAL***

Descripción de actividades:

1. Diseñar piezas para el *Microscopio de Fuerza Atómica* (AFM, por sus siglas en inglés) modelo JEOL JSPM 4210:
    - 1.1. Diseñar y fabricar una plataforma o portamuestras, compuesto de un material:
      - Paramagnético
      - Conductor Eléctrico
  
  2. Trazar y plantear las piezas para el JEOL 5600 *Microscopio Electrónico de Barrido* (SEM, por sus siglas en inglés):
    - 2.1. Modelar y mejorar la pieza para desplazamiento en el eje Z de la plataforma:
      - Se analiza la pieza actual y se evalúa las posibles mejoras.
      - Se diseña una nueva pieza que permita un desplazamiento más preciso en el eje Z.
      - Se realiza pruebas de la pieza en impresión 3D y después su fabricación.
-

### 3. Diseñar y manufacturar cubierta para *Microscopio Raman XploRa PLUS*

#### 3.1 Trazar y plantear las piezas para la cubierta del microscopio Raman.

- Modelar las piezas para su fabricación en impresión 3d
- Realizar el presupuesto para su fabricación
- Generación de planos técnicos para su fabricación

### 4. Proyectar piezas para JEOL 2010 *Microscopio Electrónico De Trasmisión* (TEM, por sus siglas en inglés):

#### 4.1 Proyectar y trazar el Portarejillas

- Tomar mediciones de las dimensiones las piezas preexistentes.
- Captura de la medida del tornillo que interactúa con la pieza principal y búsqueda del mismo con una medida comercial.
- Trazado y modelado de las piezas para su impresión 3D.

### 5. Planificar piezas para el JEOL 2010 *Microscopio de Electrónico de Trasmisión* (TEM, por sus siglas en inglés):

#### 5.1 Diseñar y fabricar una portarejilla (carrusel)

- Realizar mediciones de las piezas ya existentes.
- Registrar las medidas del tornillo que interactúa con la pieza principal y búsqueda del mismo con una medida comercial.
- Trazado y modelado de las piezas para su impresión 3D.

El plan de trabajo se llevó a cabo en varias etapas, que incluyen la toma de medidas, el diseño de las piezas, la realización de planos técnicos, la selección de materiales adecuados y, en caso necesario, la realización de pruebas de impresión en 3D antes de la fabricación de las piezas finales.

En la siguiente sección nombrada Proceso de diseño se describe el proceso de diseño que se ocupó para realizar los puntos antes mencionados en el Plan de Trabajo:

## PROCESO DE DISEÑO

### 1.DISEÑAR PIEZAS PARA EL MICROSCOPIO DE FUERZA ATÓMICA MODELO JEOL JSPM 4210

Esta propuesta se enfocó en el desarrollo de la pieza: PORTAMUESTRA para el *Microscopio de Fuerza Atómica* Modelo JEOL JSPM 4210; que según Peter, E., & Paul, W. (2010) “*es un instrumentos que funciona con una técnica asombrosa, la cual nos permite ver y medir las estructuras de la superficie con una resolución y precisión a un nivel nanometrico, obteniendo información de las propiedades mecánicas, magnéticas y topográficas de las muestras analizadas*”, (p. 1).

Al optimizar esta pieza, buscamos facilitar el manejo de muestras y obtener mayores resultados, mejorando la experiencia del usuario.

---

## 1.1. Diseñar y fabricar una plataforma o portamuestras

### *Planteamiento del problema*

El Microscopio de Fuerza Atómica, cuenta con una pieza llamada Escáner, que por su funcionamiento ha sufrido un deterioro y se ha fragmentado, y al consultar con un técnico de la empresa, dio como solución pegar con adhesivo epóxico el Escáner y el portamuestra para dar una mayor fortaleza entre ellas. Lo cual ocasionó que el portamuestra no pueda cambiarse, dificultando las actividades diarias que se realizan con él; principalmente porque el portamuestras cuenta con un imán y esto afecta la medición de microscopia de fuerzas magnéticas.

Por lo antes mencionado y en compañía del Dr. Ovalle, se plantó la propuesta de diseñar y fabricar una plataforma o portamuestras que embone sobre la pieza ya antes mencionada, dando como resultados los lineamientos de: accesibilidad y no magnetismo.

Basándose en las observaciones y las investigaciones, se trabajó con la siguiente metodología de diseño y a continuación se presenta el proceso:

### *Primeras Ideas y toma de Decisiones*

En esta fase inicial nos planteamos el proceso de registro de medición de las siguientes piezas: escáner, portamuestras y cabezal. Además se realizó una investigación de análogos del portamuestra para obtener mayor información al respecto; a partir de esto se propusieron las primeras ideas y se proyectaron los primeros bocetos, con los que definimos las formas y a su vez, el funcionamiento; estas ideas se presentaron con una serie de prototipos rápidos buscando mostrar forma y tamaño.

### *Bocetos*

A continuación se presentan los bocetos, los cuales representan las primeras ideas, la evolución de éstas y la creación del diseño de acuerdo con los lineamientos, conforme se fue avanzando en el proyecto y dando como resultado los prototipos rápidos.

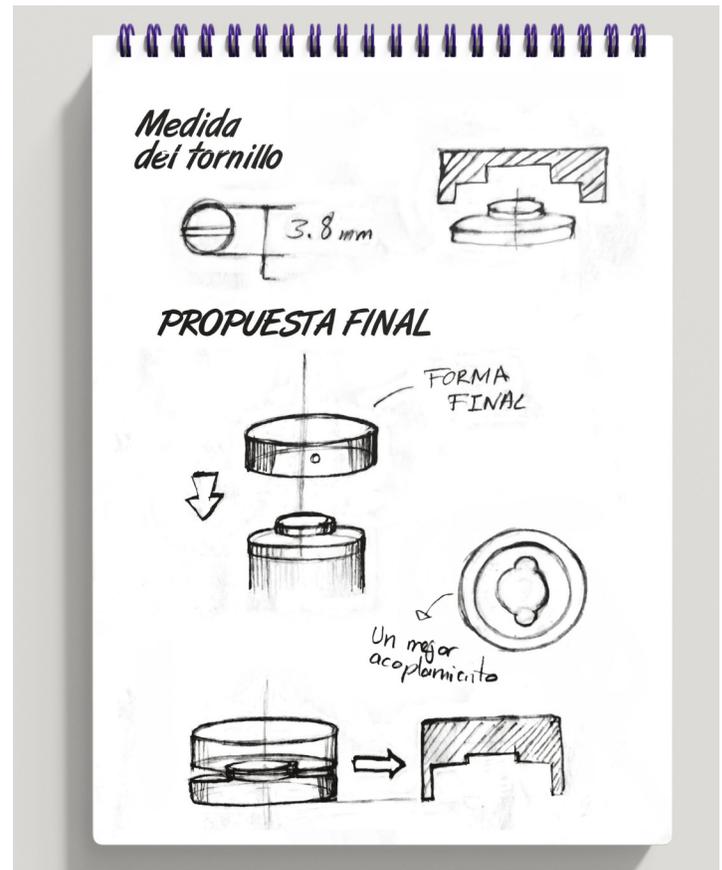


Ilustración 4: Propuesta final, resultado de las pruebas realizadas con los prototipos de papel.

En estos bocetos Ilustración 1 (ver anexos) se representó principalmente la idea de que el Portamuestras tenga una forma redonda con un canal, el cual tendría la función de facilitar el acceso al Escáner- portamuestra. Posteriormente, por medio del Prototipo 1 observamos que esta idea no funcionaba, por lo cual se siguió dibujando y gracias a una lluvia de ideas, surgieron las propuestas plasmadas en las Ilustración 2 y 3 (ver Anexos).

En ellas nos concentramos en buscar soluciones específicas, se conservó la forma y se planteó una solución referente al acceso del Portamuestra, ya que en el prototipo1 era difícil acceder al Escaner-portamuestra, por ello se planteó poner en un costado un barreno con cuerda, que coincidiera con la pieza palito, con la que ya contaba

el Instituto. Para así facilitar el acceso del Portamuestra al Escaner-Portamuestra y ayudando en el manejo de las muestras.

En la Ilustración 4 se observa la Propuesta Final, después de probar los prototipos de las propuestas anteriores, se desarrolló esta idea enfocada en solucionar la problemática de un mejor acople con la pieza Escaner-portamuestra. Dado que los problemas identificados en las propuestas anteriores han sido resueltos, la Propuesta Final emerge como una solución consolidada y mejorada, ofreciendo una efectiva respuesta.

### *Prototipos*

En seguida se muestra la etapa de Prototipado, la cual fue fundamental para la validación y la realización de las pruebas de diseño; además, nos ayudó en la toma de decisiones y en la creación de nuevas propuestas.

En compañía del Dr. Ovalle se realizaron varias pruebas de uso de los diferentes prototipos creados durante el desarrollo del proyecto; los cuales fueron desarrollados principalmente en papel, explorando materializar las primeras ideas, buscando observar la forma y las dimensiones estas.

El Primer Prototipo Ilustración 5 fue fabricado con papel



## PROTOTIPO FINAL DE PAPEL



Ilustración 7: Prototipo Propuesta Final, Portamuestra para AFM



Ilustración 5: Prototipo Papel del Portamuestra para AFM

batería, en éste se buscó observar la forma y las dimensiones; fue presentado en el Microscopio AFM y observamos las primeras fallas: el difícil acceso de la pieza, pues al probarla descubrimos que se tiene que desmontar el cabezal del microscopio, lo que conlleva apagarlo y detener las actividades dentro del Laboratorio.

Por lo tanto, se planteó buscar una solución, así que se realizó un par de prototipos (Ilustración 6 ver anexos) en los cuales, nuevamente observamos dicha problemática; también logramos comprobar la altura de la pieza, lo cual es de suma importancia porque es una medida que debemos tener en cuenta para que el portamuestras no interfiera con el Portacantilever.

A partir de esto se desarrolló una serie de cuatro Prototipos de Papel Capple, con los cuales buscamos solucionar el problema de accesibilidad, como se mencionó en la sección de boceto de la Propuesta Final; en esta serie de Prototipos vemos variaciones en la forma, buscando la más adecuada.

A partir de esto, se llevaron a cabo pruebas de uso, se fue descartando diferentes prototipos y se decidió, en compañía del Dr. Ovalle, que el Prototipo de la Ilustración 7 resuelve la problemática en cuestión, y era el indicado para ser el Prototipo Final.

### Prototipo Impreso en 3D

El Instituto de Física cuenta con el área de taller en la que pudimos imprimir piezas prototipadas, por medio de la Impresora 3D de filamentos con material PLA. (Ilustración 8). El objetivo de este prototipo era observar su uso, identificar posibles mejoras y determinar los ajustes necesarios antes de realizar la fabricación en metal. A lo largo de este proceso y buscando el perfeccionamiento de la fabricación de la pieza, se realizaron cinco piezas impresas con diferente diámetro interno.

### Pruebas

Se realizaron las pruebas con el prototipo de Impresión 3D y se observaron cosas positivas, tanto como negativas: una de las cosas positivas fue el buen acoplamiento que tuvo con la pieza receptora (escáner- portamuestra); mientras que, un punto negativo fue que resultó difícil sacar la pieza de la parte en la que embona y para solucionar esta situación, se decidió dar un 1mm de espacio extra para intentar mejor su funcionamiento.

Ya en nuestra segunda prueba, y con el milímetro extra antes mencionado, la pieza presentó un mayor juego que no permitía que se quedara fija, significando una situación perjudicial al momento de tomar las muestras, pues no se tendría la estabilidad necesaria para hacerlo. Debido a esto, se propuso imprimir más piezas hasta encontrar la medida correcta del diámetro interno.

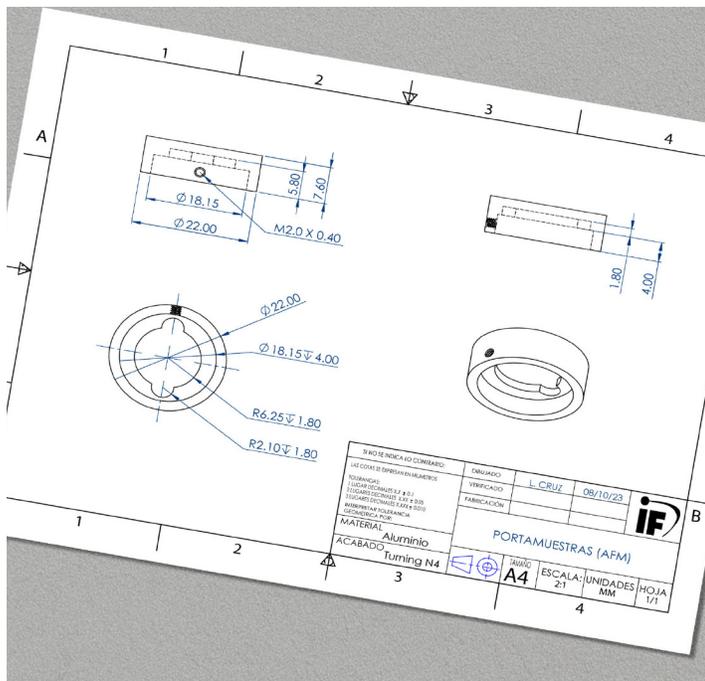


Ilustración 9: Planos entregados al Taller para su fabricación

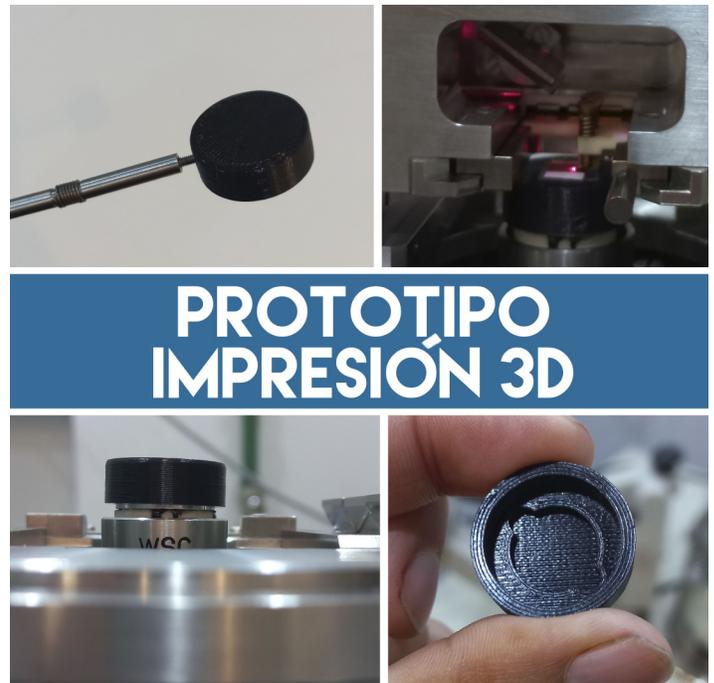


Ilustración 8: Prototipo impreso 3D del Portamuestra AFM

### Fabricación

Para la fabricación de la pieza propuesta se generó el plano con las especificaciones que fueron indicadas en el taller y con la decisión de emplear el material Acero inoxidable para su producción. (Ilustración 9)

### Funcionamiento en práctica

A pesar de que la pieza no llegó a fabricarse de manera definitiva con el material propuesto, se pudo poner en funcionamiento los prototipos fabricados en impresión 3D, dando resultados positivos en la observación de muestras.

## 2. TRAZAR Y PLANTEAR LAS PIEZAS PARA EL JEOL 5600 MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

Enfocamos el diseño en mejorar la eficiencia del Microscopio Electrónico de Barrido, que según Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Echlin, P., Joy, D.C., Fiori, C., Lifshin, E. (1981) “*es un instrumento poderoso que permite la observación y caracterización de materiales orgánico e inorgánicos heterogéneos, por medio de un haz de electrones, los cuales permiten obtener imágenes detalladas de las superficies con una resolución relativamente alta a nivel micro y manométrico*”, (p.1). En este abordamos la problemática del desplazamiento de la plataforma del eje Z, con el objetivo de facilitar su uso y mejorar la experiencia del usuario.

### 2.1 Modelar y mejorar la pieza para desplazamiento en el eje Z de la plataforma

#### *Planteamiento del problema*

Al ser una de las principales herramientas del laboratorio, el Microscopio Electrónico de Barrido ha sufrido un desgaste importante, especialmente la pieza que controla el desplazamiento del eje Z, la cual es indispensable para mejorar la resolución y definición de las imágenes. El deterioro fue tal, que se desechó dicha pieza y se sustituyó con dos arandelas y un alambre; para remediar esta situación, el Dr. Ovalle y Dr. Tehucanero, plantearon el diseño de la pieza como se observa en la Ilustración 10, que fue modelada en SolidWorks para posteriormente ser prototipada mediante la impresión en 3D, con PLA.

Por ello y en compañía del Dr. Ovalle y Dr. Tehucanero, se plantó la propuesta con los siguientes lineamientos: modelar la pieza propuesta con el objetivo de crear una representación 3D, para su impresión en PLA y posterior a esto se fabrique en acero inoxidable; mejorando el desplazamiento en el eje Z de la plataforma para el Microscopio SEM.

#### *Primeras Ideas y toma de Decisiones*

Iniciamos esta sección con una charla con el Dr. Ovalle, donde se explicó el planteamiento del problema, la toma de medidas que realizó, la creación que hizo de los primeros bocetos y se nos entregó el boceto de la propuesta principal (Ilustración 10), a partir de esto se tomó la decisión de transformar esta idea principal mediante modelación de la pieza en un Software de Modelado 3D como es Solidwork; creando una representación con el propósito de tener una visualización precisa de la pieza diseñada, con el fin de lograr imprimir la pieza en 3D que nos permitió visualizar la posible solución del problema planteado.

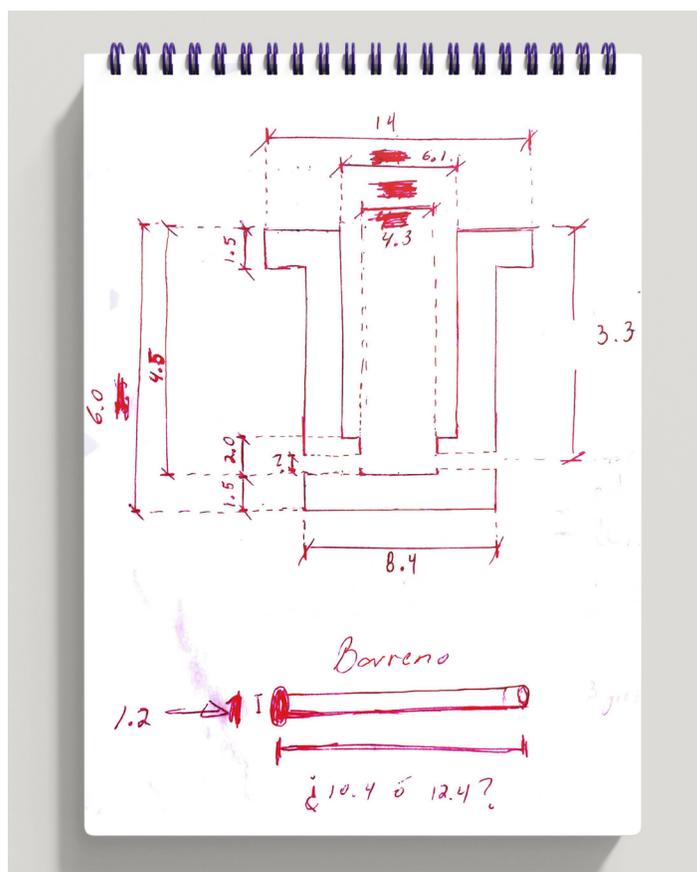
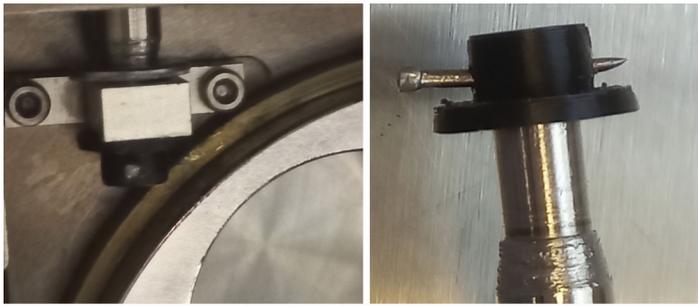


Ilustración 10: Boceto realizado por Dr. Ovalle



## PROTOTIPO 3D



### Prototipo 3D

En esta etapa se muestra los prototipos realizados por medio de la impresión 3D realizados con material PLA, lo que nos permitió tener una interacción rápida y eficiente de las piezas; empezando por: la pieza Impresa 1 y su presentación con su pieza conjunta en el microscopio. Con los resultados obtenidos de la pruebas (revisar esa sección) y la capacidad que nos proporciona la impresión 3D de realizar prototipos rápidos, se realizaron diversos cambios respecto de las medidas de los diámetros internos y externos, así como de las alturas de la misma. A lo largo de esta etapa de diseño se fabricaron cuatro prototipos usando esta técnica, con las cuales realizamos una serie de pruebas, en diversos periodos de tiempo. (Ilustración 11)

Ilustración 11: Prototipo impreso 3D del Eje Z para SEM

### Pruebas

A partir de las pruebas realizadas con la pieza Impresa 1 se observó que se necesitaba un cambio en el diámetro interno y aumentar la altura de la pieza, además se observó que la forma es la correcta y que la pieza nos ayudara con el objetivo propuesto. Se realizó otra impresión, cuyas pruebas arrojaron los siguientes resultados: en primer lugar, el nuevo diámetro utilizado fue el correcto y en segundo lugar, observamos una variación en las alturas internas de la pieza; por lo cual, se decidió corregir la altura interna y mandar a imprimir una nueva, antes de la fabricación final. Se realizaron otras dos piezas en donde se cambió el diámetro interno y se propuso un incremento en la altura para mejorar el funcionamiento del mecanismo del maneral, obteniendo el diseño de la pieza final la cual será maquinada en Acero inoxidable; de igual manera se propuso diseñar y fabricar una arandela con las medidas requeridas.

### Fabricación

A continuación se describe la etapa de fabricación de las piezas, lo primero que se realizó fue la generación de los planos técnicos, los cuales se ocuparon para la fabricación de las piezas en metal. Es

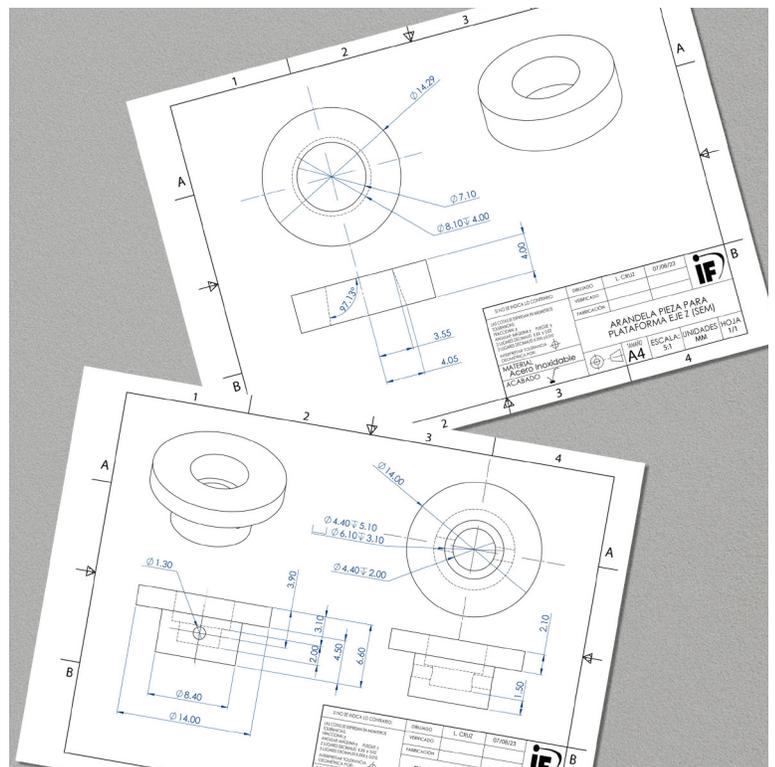


Ilustración 12: Planos entregados al taller para su fabricación

# PIEZAS FINALES

8



Ilustración 13: Piezas realizadas por el taller en Acero Inoxidable

el movimiento del maneral del EJE Z y se concluyó que mejoraron la eficiencia del microscopio SEM, pues se pudieron obtener mejores resultados, (Ilustración 13).

importante agregar que la segunda pieza es un elemento circular (pieza plana), que se utilizara para distribuir carga. Los planos técnicos entregados en el taller se diseñaron especialmente para el Instituto (Ilustración 12), en ellos se observan las medidas en milímetros, tolerancias  $0.5\pm$ , tolerancias geométricas, materiales y acabado, todo esto dentro del cuadro de datos.

Los planos generados fueron revisados por Jaime E. Pérez (Técnico del taller), él cual solicitó modificaciones en tolerancia y nos apoyó en la decisión del acabado del material (Turining N8).

## *Funcionamiento en práctica*

En esta sección, se expone como la pieza diseñada fueron puesta en uso, cuál fue el análisis de su rendimiento y la experiencia del usuario. Las piezas resultantes (sombrero, cono) se implementaron satisfactoriamente con el microscopio SEM, demostrando su utilidad en

## 3. DISEÑAR Y FABRICAR CUBIERTA PARA MICROSCOPIO RAMAN XPLORA PLUS

Este diseño se enfocara en el desarrollo de la cubierta para Microscopio Raman XPLORA PLUS; que según Rzhevskii, A. (2021) “es un equipo de laboratorio que logra combinar la técnica de un microscopio óptico convencional y la técnica de la espectroscopía Raman; la cual se basa en el fenómeno Raman que implica la dispersión inelástica de la luz cuando incide sobre una muestra”, (p.93). Este microscopio es capaz de obtener imágenes tanto ópticas tradicionales como espectroquímicas con una resolución espacial submicrónica.

### 3.1 Trazar y plantear las piezas para la cubierta del Microscopio Raman XPLORA PLUS

#### *Planteamiento del problema*

El microscopio Raman es uno de los nuevos equipos adquiridos por el Instituto y el objetivo era diseñar una cubierta para evitar cualquier afectación que el láser pudiera causarle al usuario. De ahí que una de las primeras acciones que se realizó fue observar el microscopio, plantear las primeras ideas y mostrar los análogos de cubiertas previamente investigadas; este primer acercamiento se realizó entre Dr. Ovalle, Dr. Tehucanero y D.I. Hesiquio; además, se tomaron las medidas del Microscopio y se propusieron los materiales a ocupar.

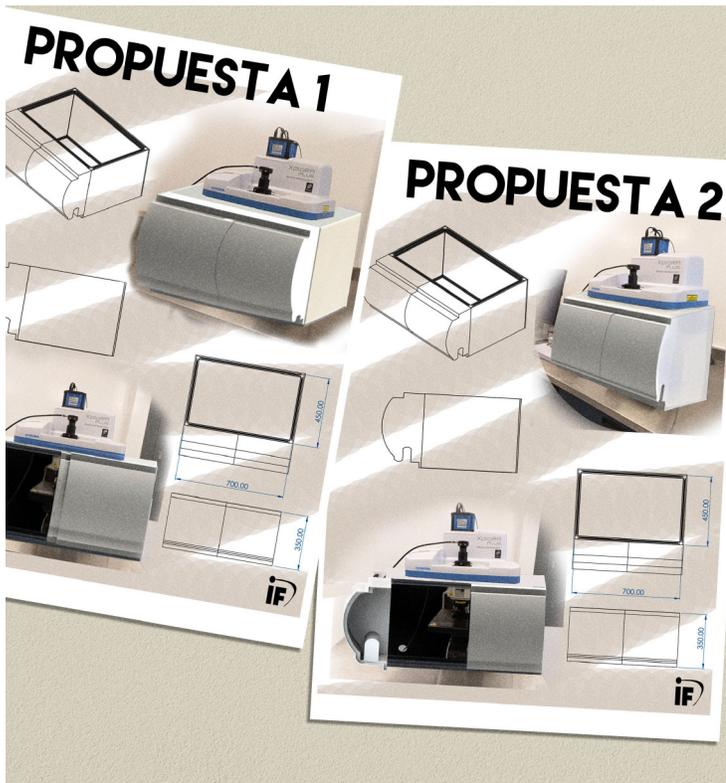


Ilustración 15: Presentación de las 2 propuestas de la Cubierta Raman

Siguiendo la metodología de diseño, en esta etapa se decidió que la estructura principal fuera de perfil estructural tipo BOSCH, y que las puertas fueran impresas en 3D. Se analizó las imágenes proporcionadas de los análogos y se llegó a la conclusión de realizar un diseño parecido al original, con la intención de conservar la estética y el estilo de diseño del Microscopio.

### Bocetos

En este punto, se comenzó a realizar los primeros bocetos (Ilustración 14 ver anexos) para posteriormente comenzar con el modelaje de las piezas impresas, se presentaron dos propuestas (Ilustración 15) con la principal diferencia en una de las características de la puerta. Posteriormente, se realizaron los cambios indicados por el D.I. Hesiquio, y se adicionaron las ideas comentadas por el mismo. Continuando con el proceso de diseño se realizaron los cambios y se

presentó una nueva propuesta donde se comenzó a tomar en cuenta los diferentes materiales que conformaran la cubierta.

### Prototipo

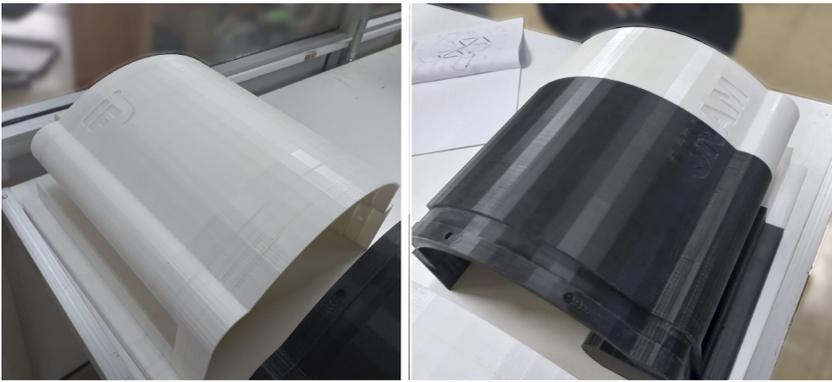
Se realizó un prototipo de papel batería y cartón gris (Ilustración 16) con la que se buscó verificar tamaños y mostrar la forma de la misma, también ayudó a decisión sobre las bisagras más adecuadas para la estructura final; de igual manera, ayudó en la cuantificación de materiales. También se realizó un prototipo del modelo realizado en SolidWorks por medio de la impresión 3D.

### Fabricación

La fabricación se llevó a cabo a través de varias etapas, una de las primeras diligencias realizadas fue la cuantificación del material, donde se determinó las cantidades requeridas para la



Ilustración 16: Prototipo de papel: Puerta para Cubierta Raman



## PUERTAS IMPRESIÓN 3D

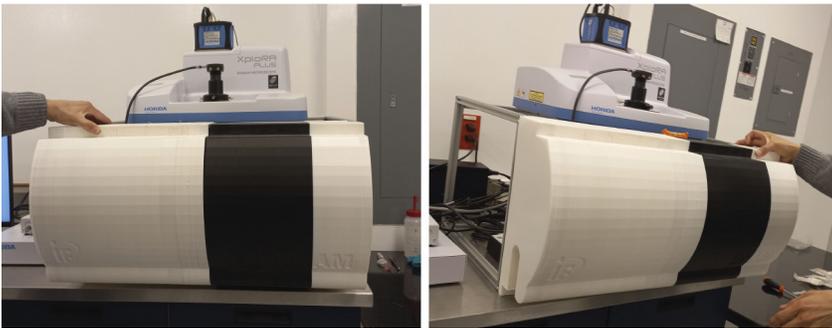


Ilustración 18: Puertas Impresas en 3D por filamento ABS

realización del diseño. De igual manera, se entregó el modelado 3D de las puertas para su maquilado por medio de la impresión en filamento ABS. (Ilustración 17 y18)

Posterior a esto, se dibujaron los planos para los cortes y barrenados para la preparación de los materiales solicitados; este proceso incluyó la realización de un manual de fabricación (ver anexos), donde se incluyeron los planos y cualquier otro paso necesario para asegurar que el material se encuentre listo para su ensamblado final. Una vez listo el material, se inició el procedimiento de ensamblaje, y con el objetivo de apoyar en la construcción de la cibuerta, realicé un manual sobre el ensamblaje de la pieza (ver anexo), en el cual se puede observar las indicaciones a seguir para su construcción y los acabados del mismo.

## 4. PROYECTAR PIEZAS PARA JEOL 2010 MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRASMISIÓN (TEM, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

### 4.1 Proyectar y trazar el Portarejillas

En esta propuesta de proyección de piezas se buscó solucionar el desgaste del portarejillas del Microscopio Electrónico de Trasmisión, que según Amelinckx, S. (1997) *“es un instrumento de alta resolución utilizado para visualizar estructuras y objetos a nivel atómico y subatómico; que utiliza un haz de electrones en lugar de luz visible para iluminar la muestra”*, (p.3).

#### *Planteamiento del problema*

El microscopio JEOL 2010, desempeña un papel fundamental dentro del laboratorio, siendo un instrumento de gran importancia. Sin embargo, debido a su constante uso se experimentó un desgaste continuo, especialmente en el Portarejilla, particularmente en los tornillos que sostienen las dos piezas que lo conforman: el portarejillas y el clip. Estos tornillos son difícil de adquirir, por lo que se propuso un diseño que permita la utilización de unos similares más comerciales, para facilitar la disponibilidad de piezas de reemplazo.

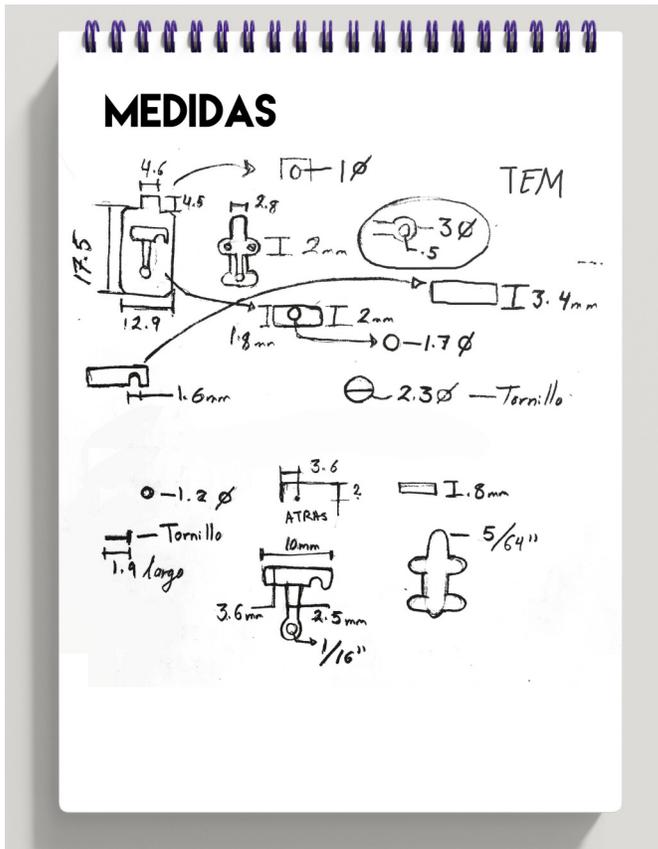


Ilustración 19: Representación de medidas del Portarejilla

En esta etapa se comenzó con la observación de las piezas existentes y conversando con el Dr. Ovalle; tras un análisis se llegó a la conclusión que la mejor propuesta era replicar la pieza ya existente, con la única modificación de hacer la cuerda de los tornillos compatible con los comerciales estándares. Para comenzar este proceso, lo primero que se realizó fue las mediciones de las dos piezas ya existen, utilizando instrumentación especializada. Este enfoque facilitó la observación detallada de estos componentes y además, sirvió como base para plasmar las primeras ideas al papel.

### Bocetos

Los bocetos realizados tienen como objetivo principal representar las características fundamentales y las dimensiones principales de los componentes del Portarejillas, un punto crucial que se tomó en cuenta durante esta etapa fue la medida significativa de la rejilla, que tiene un diámetro de 2 mm, fundamental para lograr una mejor precisión en la creación del modelo 3D realizado mediante SolidWorks. (Ilustración 19)

### Prototipo

En esta sección se muestra los prototipos realizados por medio de la impresión 3D con filamento PLA; se realizaron cuatro prototipos, dos para cada una de las dos piezas respectivamente; a través de estos prototipos, se observaron medidas, especialmente en el espesor de ambas piezas. (Ilustración 20). Con la información recopilada se pudo consultar con el taller del instituto sobre la viabilidad de la fabricación de las piezas; obteniendo su aprobación, después de que comprobaran si era posible su realización y recibiendo el visto bueno.

### Fabricación

Para esta última etapa del proyecto, se elaboró un paquete de planos que contiene las especificaciones detalladas y previamente solicitadas por el taller del Instituto. (Ver anexo) De igual manera se tomó la decisión del material para la maquinación de las piezas: se optó por acero inoxidable para la fabricación del Portarejillas y cobre para el clip, con el propósito de asegurar la durabilidad y calidad de cada componente.

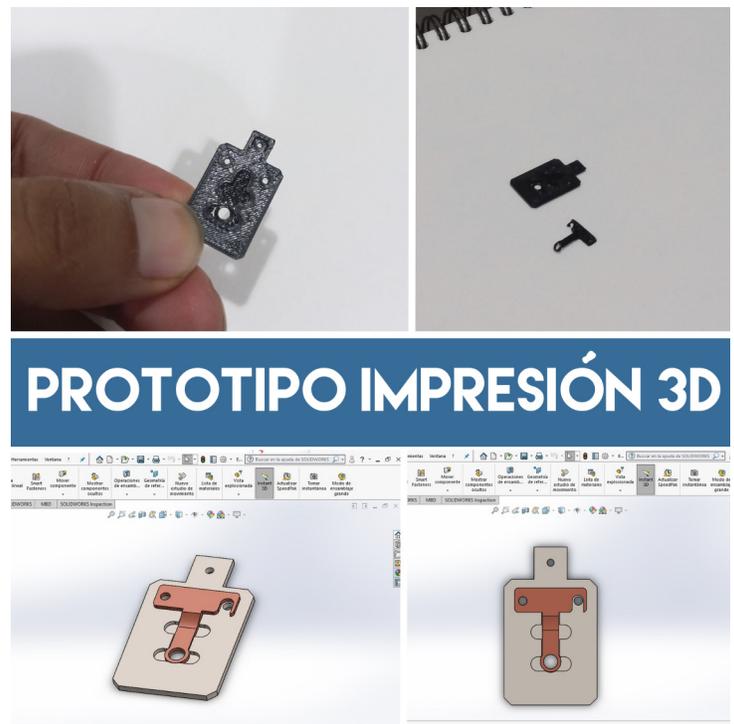


Ilustración 20: Modelo e impresión 3D del Portarejilla

## 5. DISEÑAR PIEZAS PARA EL JEOL 2010 MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRANSMISIÓN (TEM, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) “Carrusel”

12

### 5.1 Diseñar y fabricar una portarejilla (carrusel)

El diseño que se propone a continuación tiene como objetivo solucionar problemáticas referente al Microscopio Electrónico de Trasmisión, de igual forma que el objetivo 4 del plan de trabajo; asimismo nos enfocamos en desarrollar una variante de un portarejilla.

#### *Planteamiento del problema*

El Microscopio JEOL de 2010, esta equipado con un portamuestra que, para fines de este informe, llamaremos “Carrusel” para su identificación clara. De igual manera que la pieza anterior, se buscó que sea más accesible el cambio de tornillos, dado que estos constituyen uno de los principales componentes con mayor desgaste, ya que llega a sostener tanto el portarejillas como el clip; con este diseño queremos facilitar el cambio de tornillos y proporcionar una pieza de repuesto disponible cuando sea necesario.

#### *Primeras Ideas y toma de Decisiones*

Para la realización de esta etapa, se comenzó como anteriormente se ha mencionado con la toma de medidas de la pieza ya existente. En este caso, igual que el anterior, se cuenta con dos piezas que conforman el “Carrusel”: el cuerpo y el clip; estas dos piezas cuentan la misma característica de albergar con un diámetro de rejilla de 2mm. . El primer paso que se realizó fue el análisis de las piezas que conforman el portarejillas, esta actividad se realizaron en compañía del Dr. Ovalle. De igual manera que el proceso de diseño de la pieza anterior, buscamos replicar la estructura de la pieza, incorporando la modificación clave de cambiar la cuerda del tornillo por una comercial y estándar.

#### *Bocetos*

En la etapa de los bocetos se planteó visualizar la forma y las dimensiones principales de los dos componentes que lo conforman el conjunto, y se consideró cuidadosamente la medida de la rejilla como punto central, dando inicio a la creación de los modelados en 3D mediante el software SolidWorks. (Ilustración 21)

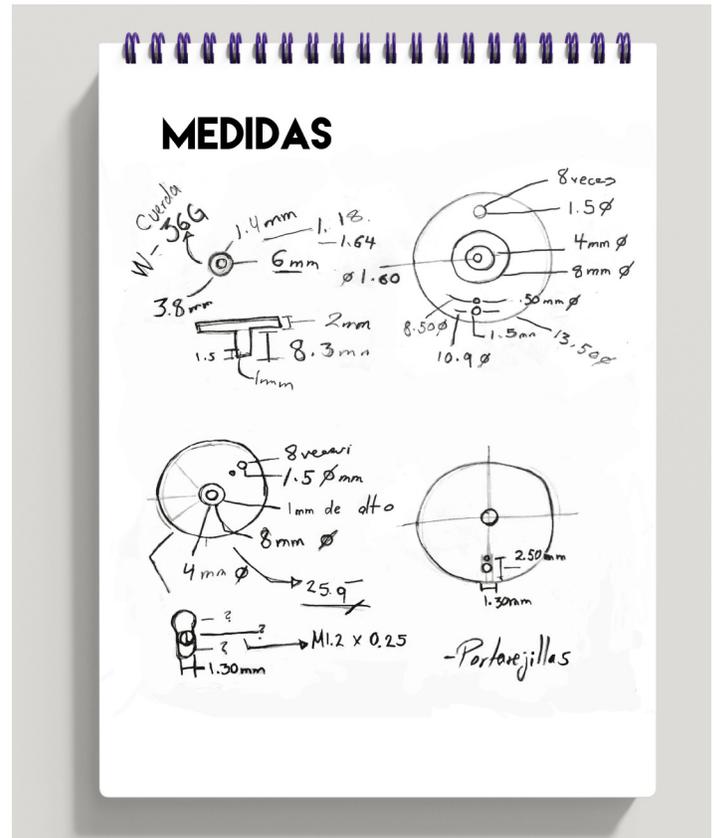


Ilustración 21: Representación de medidas y boceto del Portarejillas

## Prototipo

A continuación, se plantó los dos prototipos realizados por medio de la impresión 3D realizados con filamento PLA; para este diseño se tomó la decisión de solo imprimir la parte del cuerpo del carrusel, ya que el clip contaba con un espesor muy pequeño, el cual la impresora del taller no podía imprimir. Con los prototipos del cuerpo del carrusel realizados pudimos revisar la cuerda, la cual debe de concordar con la parte del microscopio. En este caso no se realizó el prototipo en impresión del clip con la impresora 3D, pero de ambas piezas se realizó su modelado en SolidWoks. (Ilustración 22)

## Fabricación

Para concluir el proceso de diseño, se dibujó un paquete de planos que contiene las especificaciones detalladas previamente solicitadas por el taller del instituto. (Ver anexo) Siguiendo estos lineamientos, se procedió a la selección del material para la fabricación de las piezas: se escogió acero inoxidable para la fabricación del Portarejillas y cobre para el clip, esta elección se basó en la premisa de garantizar la durabilidad y la calidad óptima de cada componente.

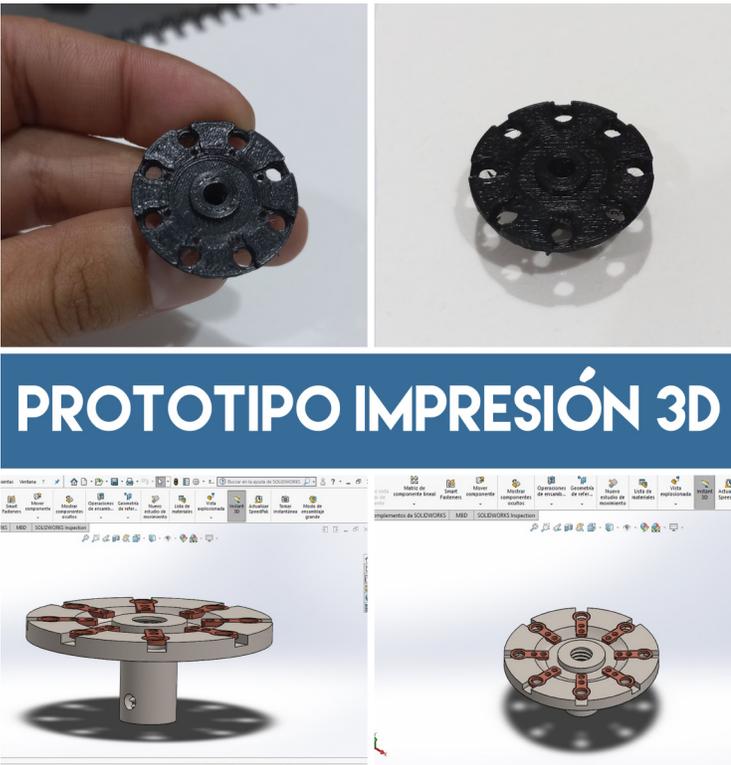


Ilustración 22: Modelo 3D e impresión por filamento PLA del Portarejillas

# METAS ALCANZADAS

En esta sección, revisaremos de cerca las metas que se establecieron en las fases iniciales del proyecto de servicio social, pues desde el inicio, se propusieron objetivos específicos que guiaron el desarrollo de la metodología de diseño y a través de un análisis exhaustivo, evaluaremos los logros alcanzados a lo largo del proyecto.

## Metas:

1. Diseñar piezas para el Microscopio de Fuerza Atómica modelo JEOL JSPM 4210

La Meta 1 se cumplió con éxito, ya que se materializó mediante la entrega de un prototipo funcional acompañado de un conjunto completo de planos para su fabricación en un futuro.

2. Trazar y plantear las piezas para el JEOL 5600 Microscopio Electrónico de Barrido (SEM, por sus siglas en inglés)

La Meta 2 fue sumamente exitosa, se destacó por su extraordinario éxito, evidenciado mediante la entrega de prototipos funcionales y la producción final de la pieza en acero inoxidable, demostrando plenamente su funcio-

namiento. Este logro es significativo en el desarrollo del proyecto de Servicio Social, resaltando no solo la efectividad del diseño propuesto, sino también su exitosa implementación y materialización.

### 3. Diseñar y manufacturar cubierta para Microscopio Raman XploRa PLUS

La consecución de la Meta 3 se posiciona como uno de los logros más significativos, tanto para el proyecto del Servicio Social como para mí a nivel personal. A lo largo de su desarrollo, se presentaron propuestas detalladas, planos, prototipos, un presupuesto exhaustivo, y se llevó a cabo la fabricación del proyecto; este desafío representó un reto personal, y me complace informar que los resultados obtenidos fueron plenamente satisfactorios desde mi perspectiva

### 4. Proyectar piezas para JEOL 2010 Microscopio Electrónico De Trasmisión (TEM, por sus siglas en inglés)

Aunque el logro de la Meta 4 fue parcial, ya que no se logró completar integralmente durante el proceso de diseño, es importante señalar que en la fase de desarrollo de las piezas destinadas para el microscopio, no pudimos llevar a cabo las pruebas de uso correspondientes. A pesar de estos desafíos, el proyecto se desarrolló de manera satisfactoria, destacando la dedicación y los logros obtenidos a pesar de las limitaciones encontradas.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos destacan el logro de los objetivos y metas establecidos durante las fases iniciales del proyecto. La consecución de ciertos objetivos se tradujo en mejoras evidentes tanto en el funcionamiento de los microscopios como en los resultados obtenidos de las muestras. A pesar de enfrentar algunos desafíos, cada obstáculo presentó nuevas oportunidades de aprendizaje a lo largo del proyecto del Servicio Social. Estas experiencias enriquecedoras no solo contribuyeron al desarrollo personal, sino que también fueron fundamentales para superar obstáculos y lograr con éxito los objetivos propuestos.

## BIBLIOGRAFÍAS Y/O REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Amelinckx, S. (Ed.). (1997). *Electron microscopy: Principles and fundamentals*. Wiley-VCH Verlag.
- Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Echlin, P., Joy, D.C., Fiori, C., Lifshin, E. (1981). Introduction. En: *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3273-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3273-2_1)
- Peter, E., & Paul, W. (2010). Introduction. En: *Atomic Force Microscopy*. Oxford University Press.
- Rzhevskii, A. (2021). Raman Microscopy Instrumentation. En *Modern Raman microscopy: Technique and practice* (pp. 88–104). Cambridge Scholars Publishing.
-

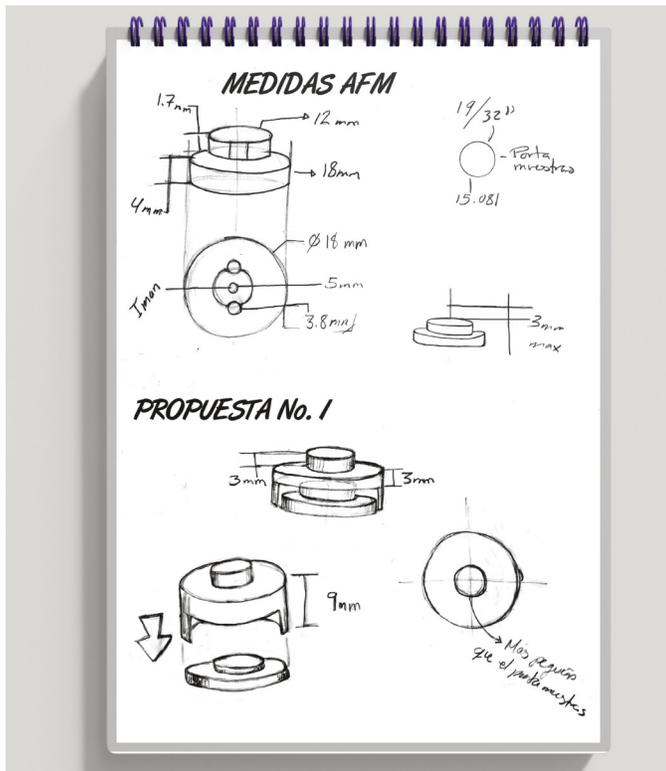


Ilustración 1: Toma de medidas y representación de primeras ideas.

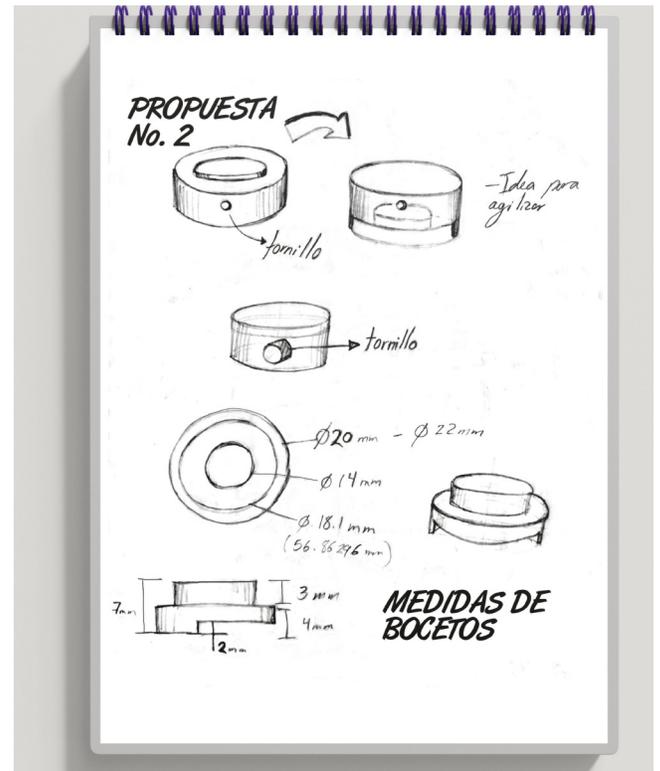


Ilustración 2: Bocetos de nueva propuesta a partir de los resultados del prototipado.

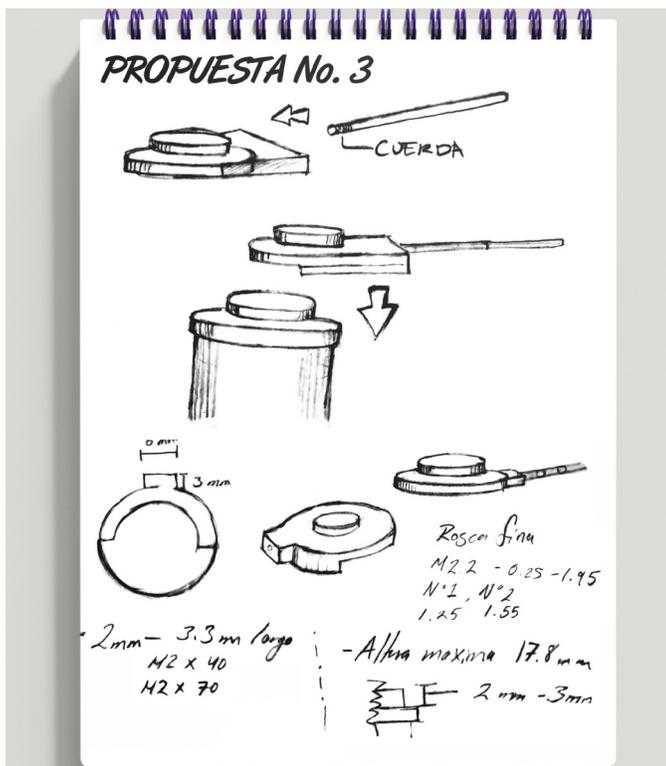
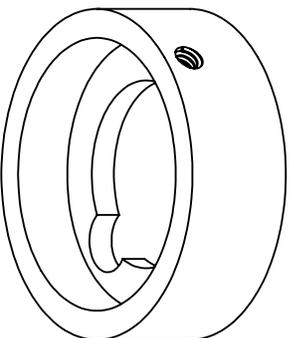
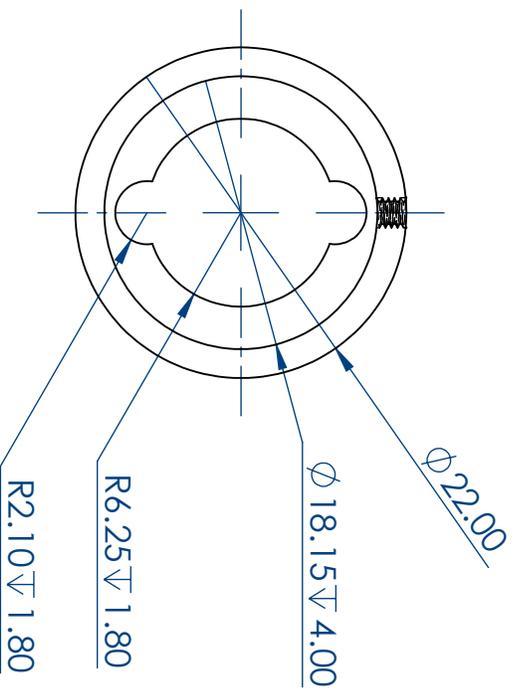
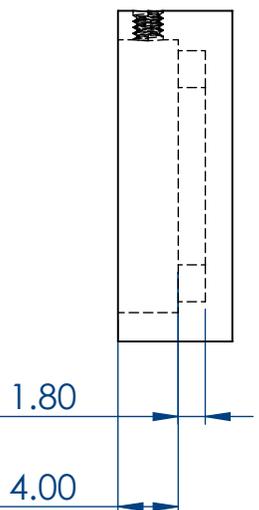
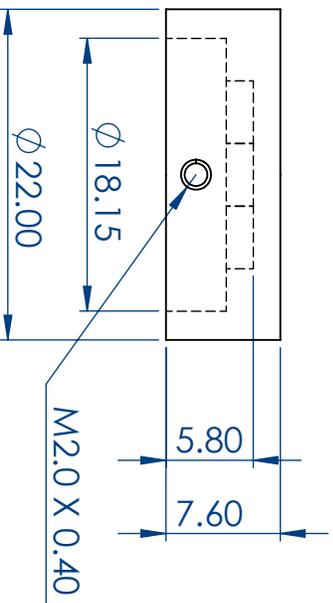


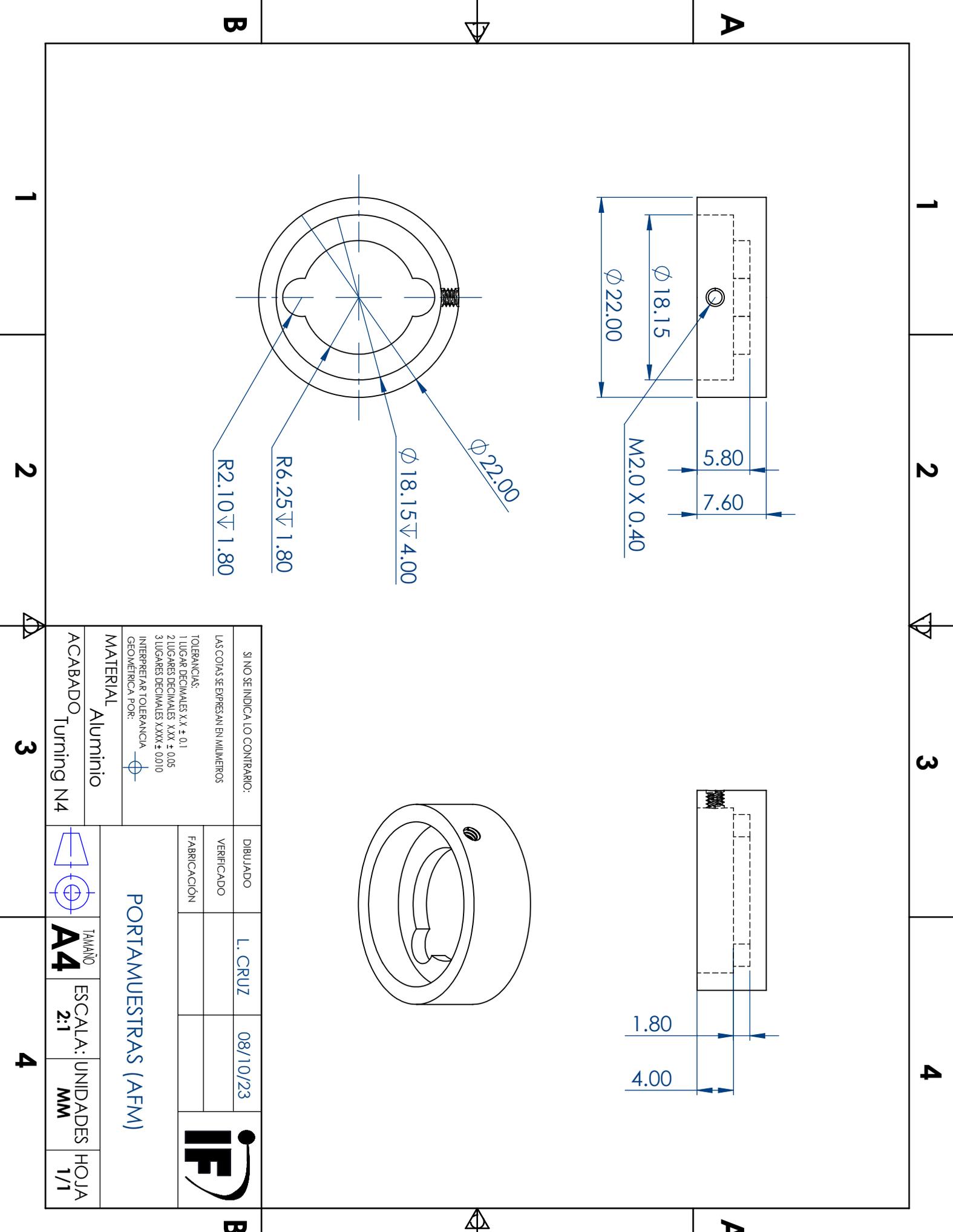
Ilustración 3: Bocetos de nueva propuesta a partir de los resultados del prototipado anteriores.

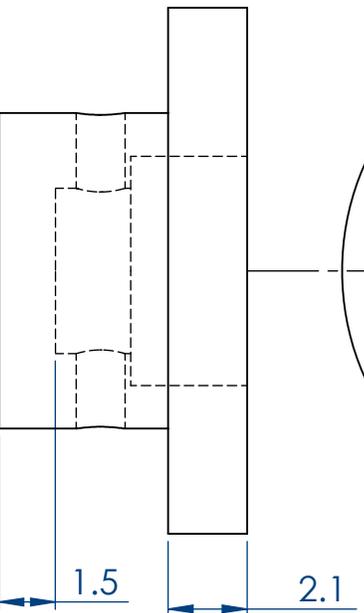
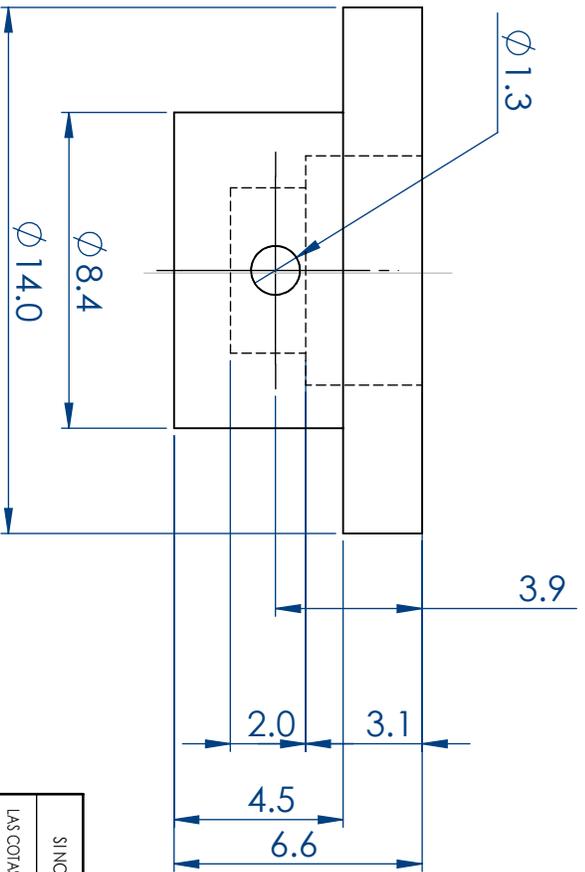
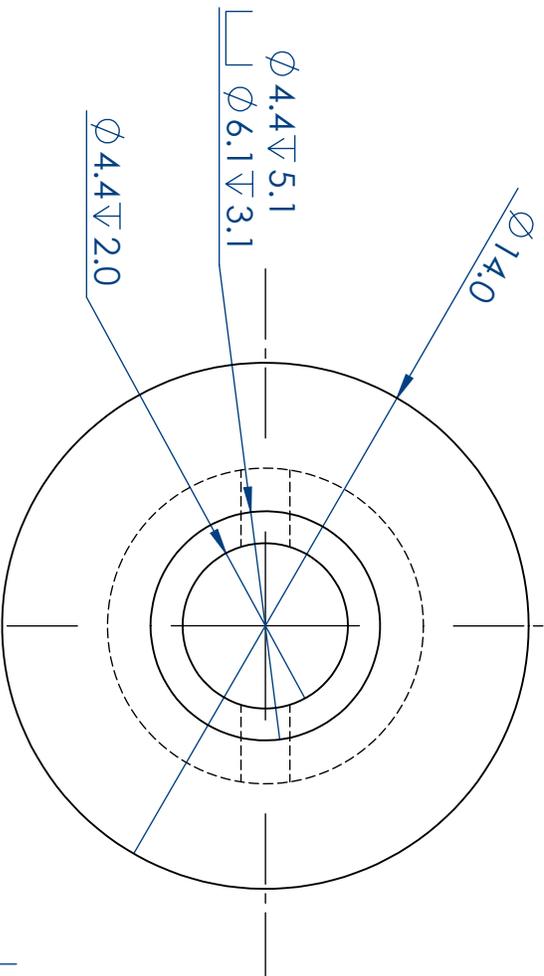
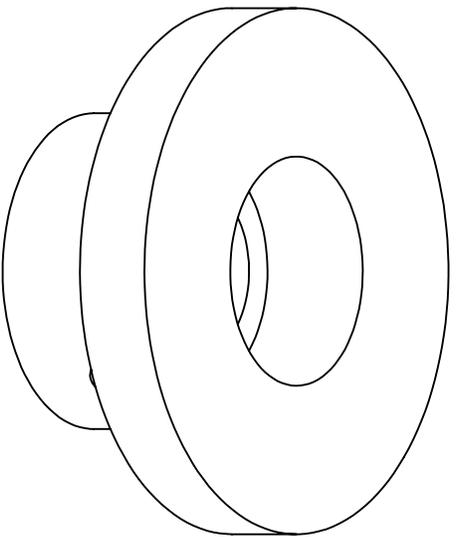


Ilustración 6: Prototipos Papel del Portamuestra para AFM



SI NO SE INDICALO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS		DIBUJADO	L. CRUZ	08/10/23				
TOLERANCIAS: 1 LUGAR DECIMALES X.X ± 0.1 2 LUGARES DECIMALES XXX ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES XXXX ± 0.010 INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMETRICA POR:		VERIFICADO						
MATERIAL Aluminio		FABRICACIÓN						
ACABADO Turning N4		<b>PORTAMUESTRAS (AFM)</b>			TAMAÑO <b>A4</b>	ESCALA: 2:1	UNIDADES MM	HOJA 1/1



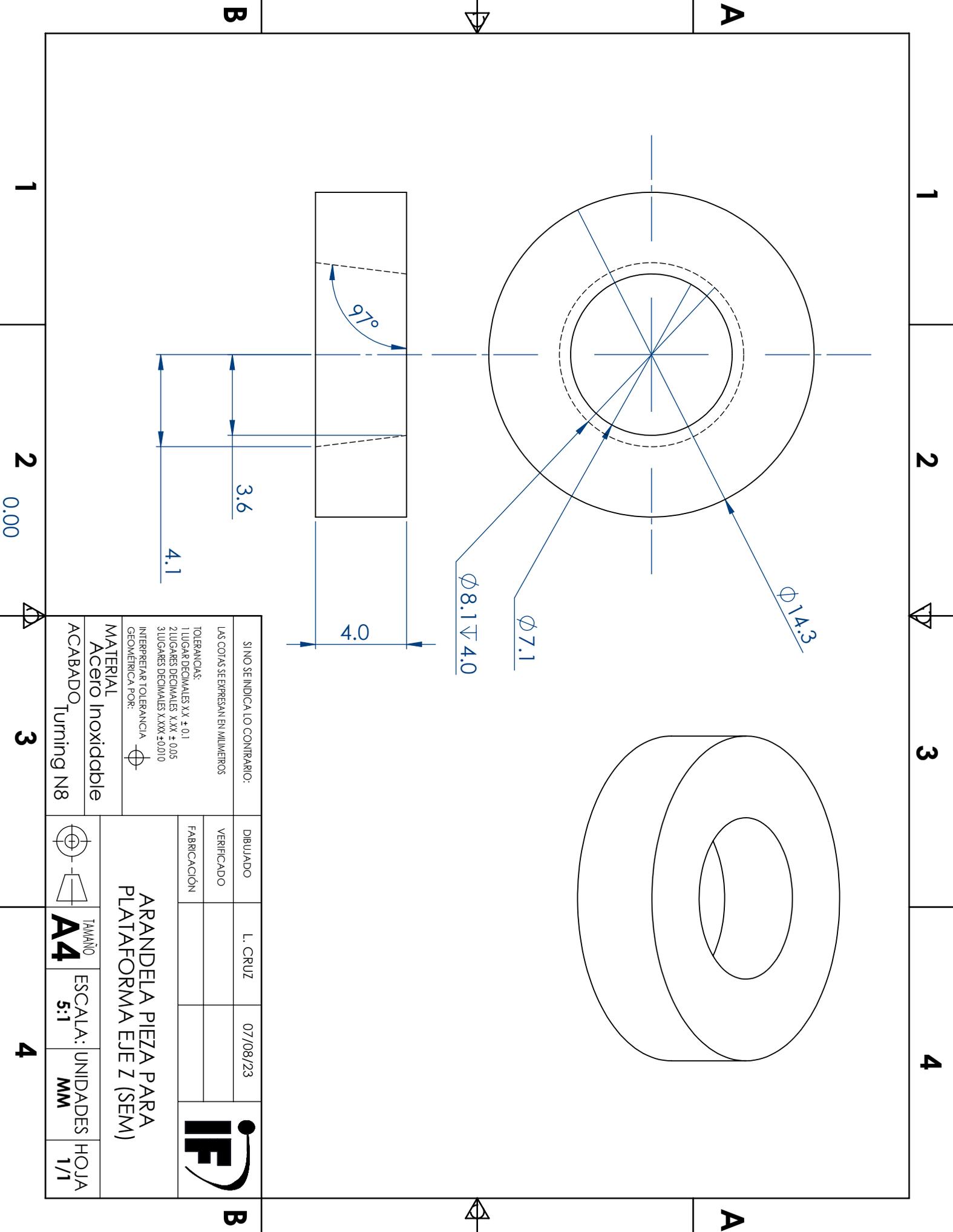


SINO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS		DIBUJADO	L. CRUZ	07/08/23	
TOLERANCIAS: 1 LUGAR DECIMALES XX ± 0.1 2 LUGARES DECIMALES XXX ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES X.XXX ± 0.010 INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR:		VERIFICADO			
MATERIAL Acero Inoxidable ACABADO Turning N8		FABRICACIÓN			
<b>PIEZA PARA PLATAFORMA EJE Z (SEM)</b>					
				TAMAÑO <b>A4</b>	ESCALA: 5:1
				UNIDADES MM	HOJA 1/1

1 2 3 4

A A

B B



**B**

**A**

**1**

**2**

**3**

**4**

**1**

**2**

**3**

**4**

0.00

3.6  
4.1

4.0

97°

Ø8.1 $\sqrt$ 4.0

Ø7.1

Ø14.3

SI NO SE INDICALO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS

TOLERANCIAS:  
1 LUGAR DECIMALES XX  $\pm$  0.1  
2 LUGARES DECIMALES XXX  $\pm$  0.05  
3 LUGARES DECIMALES XXXX  $\pm$  0.010  
INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMETRICA POR:  $\oplus$

MATERIAL  
Acero Inoxidable  
ACABADO Turning N8

ARANDELA PIEZA PARA PLATAFORMA EJE Z (SEM)

DIBUJADO  
VERIFICADO  
FABRICACIÓN

L. CRUZ  
07/08/23



TAMAÑO **A4**

ESCALA: 5:1

UNIDADES MM

HOJA 1/1

**B**

**A**

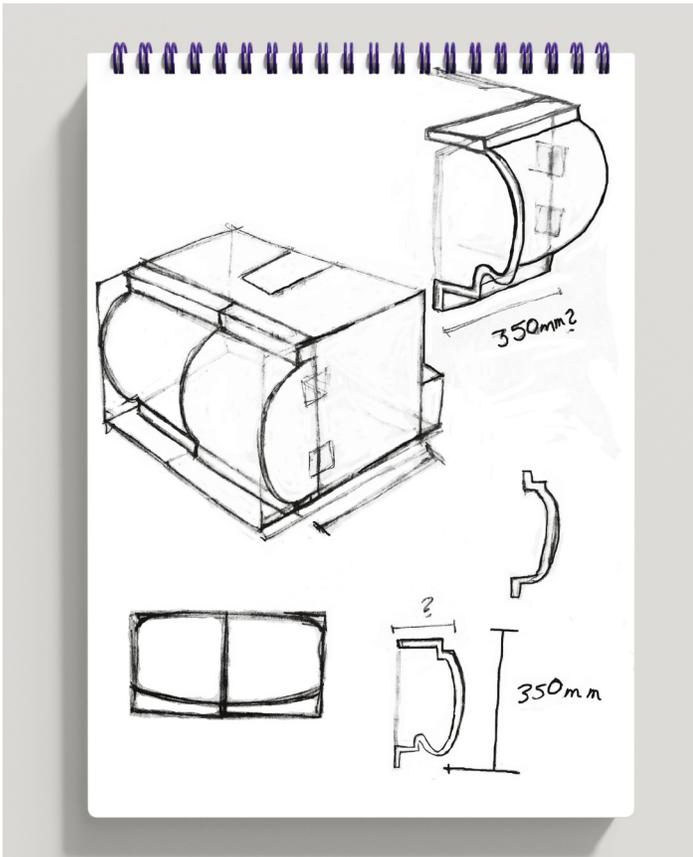


Ilustración 14: Bocetos y primeras ideas Cubierta Raman



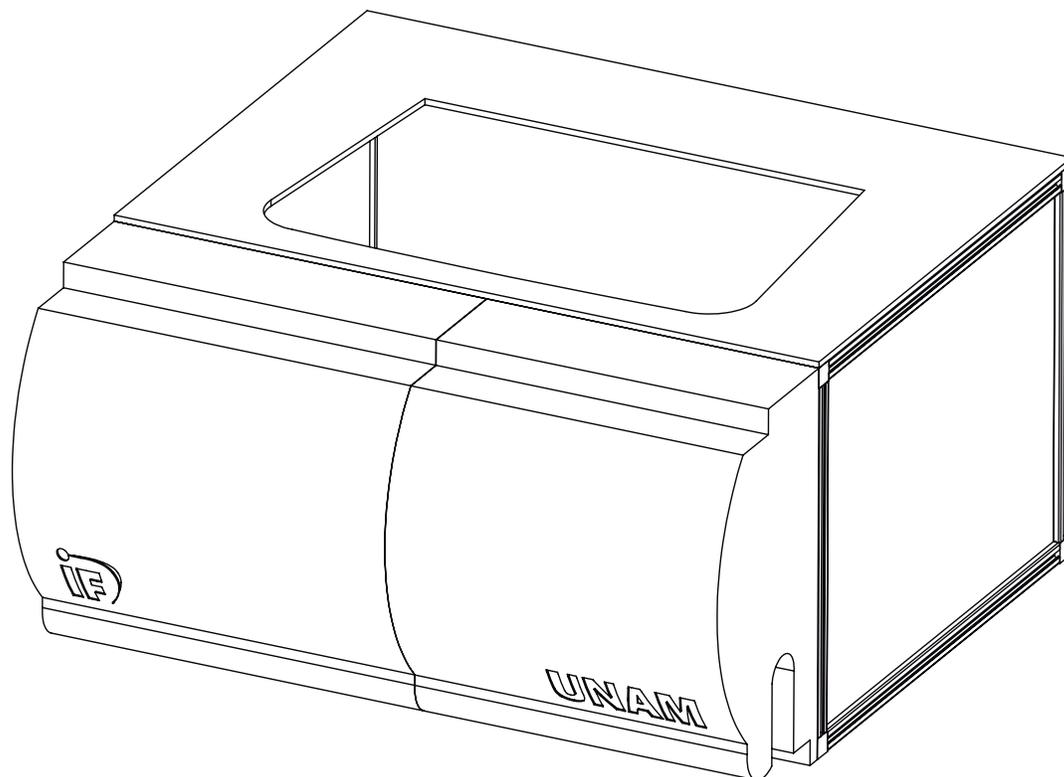
Ilustración 17: Modelo 3D en Solidworks



Ilustración 22: Evento “Puertas Abiertas”

Además de las actividades vinculadas al diseño, se aprovechó la oportunidad de participar en eventos institucionales, como el evento “Puertas Abiertas”. Durante este acontecimiento, se brindó apoyo al laboratorio al participar activamente en las diversas actividades programadas para ese día.

# Manual de fabricación de la “cubierta” para Raman Spectroscopy HORIBA



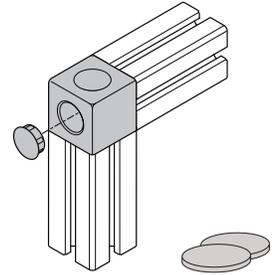
# Introducción

Este manual proporciona las instrucciones para la fabricación de la “cubierta” para el Microscopio Raman. Realizando estos pasos, se espera llegar a un resultado satisfactorio que cumpla con el objetivo propuesto del proyecto.

## PASO 1: LISTA DE MATERIALES

A continuación se expone una lista de materiales que se ocuparan para este proyecto:

- Perfil estructural 20x20 (Bosch) (6000 mm)
- Conector cúbico 20x20 (8 piezas)
- Tablero de MDF con melamina blanco (240 x 122 cm)
- Bisagras barril ocultas  $\varnothing$  10mm (2 piezas)
- Imanes de Neodimio (8 piezas)
- Puerta prefabricadas con filamento ABS (2 piezas)
- Hoja de acrílico blanco 3 mm (1.20 x 1.802 m)



## PASO 2: CORTE DE MATERIALES

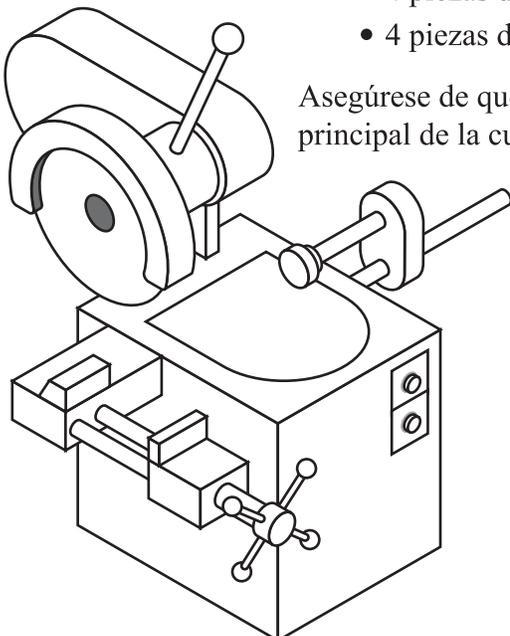
Para la fabricación es primordial dividir el material en las piezas necesarias. Siga estas indicaciones:

### ■ Perfil estructural 20x20 (Bosch):

Divida el perfil estructural en un total de 12 piezas, con las siguientes medidas:

- 4 piezas de 460 mm de longitud.
- 4 piezas de 660 mm de longitud.
- 4 piezas de 341 mm de longitud.

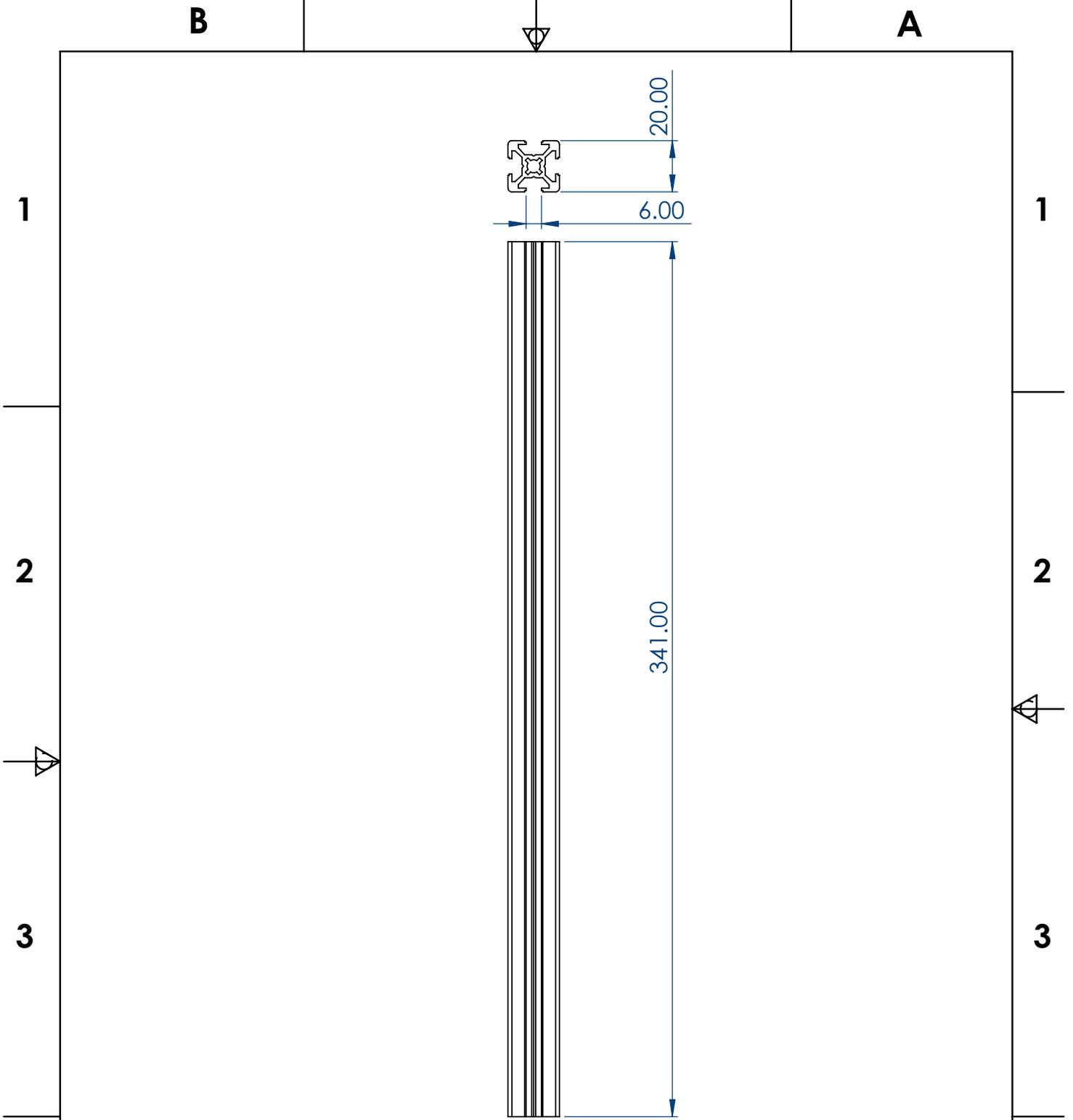
Asegúrese de que los cortes sean precisos, ya que estas piezas formarán la estructura principal de la cubierta



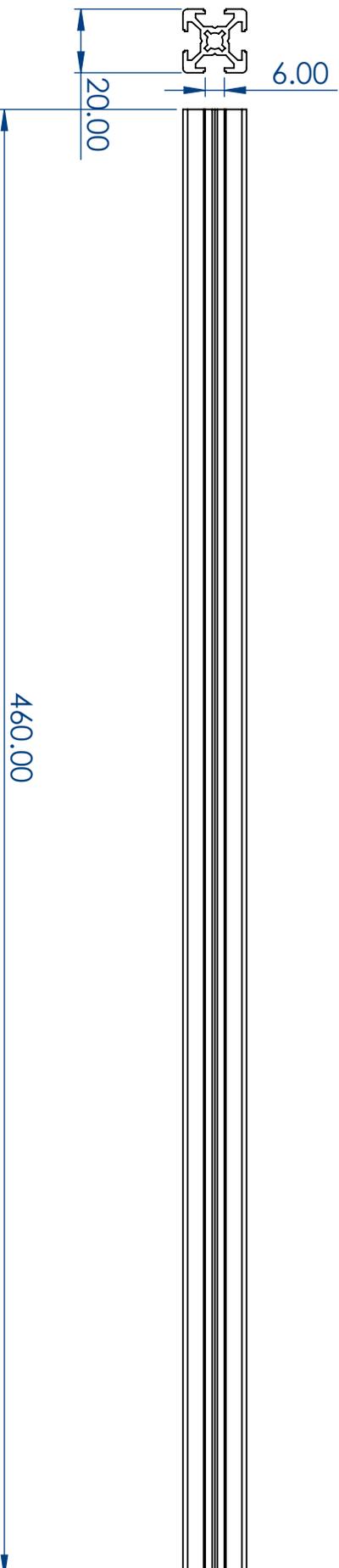
### PASO 2.1 REALIZACIÓN DE BARRENOS

En seis de los doce perfiles estructurales resultantes, siga las indicaciones de los planos para perforar los barrenos en las ubicaciones designadas.

**Planos proporcionados a continuación:**



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:	DIBUJADO	L. CRUZ	11/10/23		
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS	VERIFICADO				
	FABRICACIÓN				
TOLERANCIAS: 1 LUGAR DECIMALES X.X ± 0.1 2 LUGARES DECIMALES X.XX ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES X.XXX ± 0.010  INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR:	<b>PERFIL ESTRUCTURAL PIEZA "C"</b>				
MATERIAL Perfil estructural		TAMAÑO	ESCALA:	UNIDADES	HOJA
ACABADO 2		<b>A4</b>	<b>1:2</b>	<b>MM</b>	<b>1/1</b>



SI NO SE INDICALO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS		DIBUJADO		L. CRUZ		11/10/23					
TOLERANCIAS: 1 LUGAR DECIMALES X.X ± 0.1 2 LUGARES DECIMALES X.XX ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES X.XXX ± 0.010 INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMETRICA POR: $\phi$		VERIFICADO		FABRICACIÓN							
MATERIAL Perfil estructural		<b>PERFIL ESTRUCTURAL</b> PIEZA "A"									
NUMERO DE PIEZAS 2											

1

2

3

4

A

A

B

B



6.00

20.00

660.00

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:

LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS

TOLERANCIAS:

1 LUGAR DECIMALES  $xx \pm 0.1$

2 LUGARES DECIMALES  $xxx \pm 0.05$

3 LUGARES DECIMALES  $xxxx \pm 0.010$

INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR:  $\phi$

MATERIAL Perfil estructural

NUMERO DE PIEZAS 2

DIBUJADO

L. CRUZ

11/10/23

VERIFICADO

FABRICACIÓN

PERFIL ESTRUCTURAL  
PIEZA "B"



TAMAÑO A4

ESCALA:

UNIDADES MM

HOJA 1/1

1

2

3

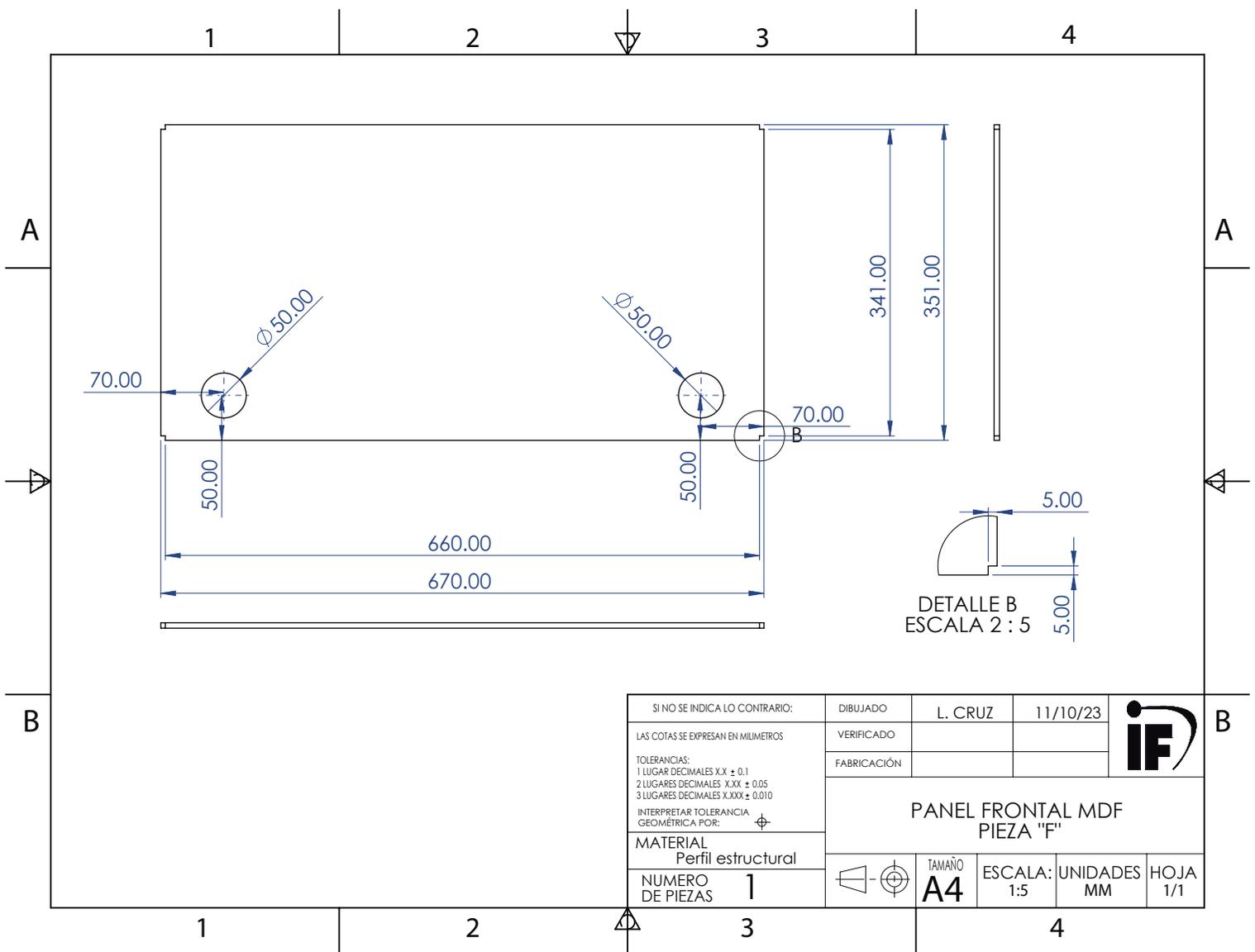
4

## ■ Tablero de MDF:

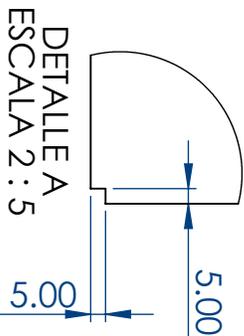
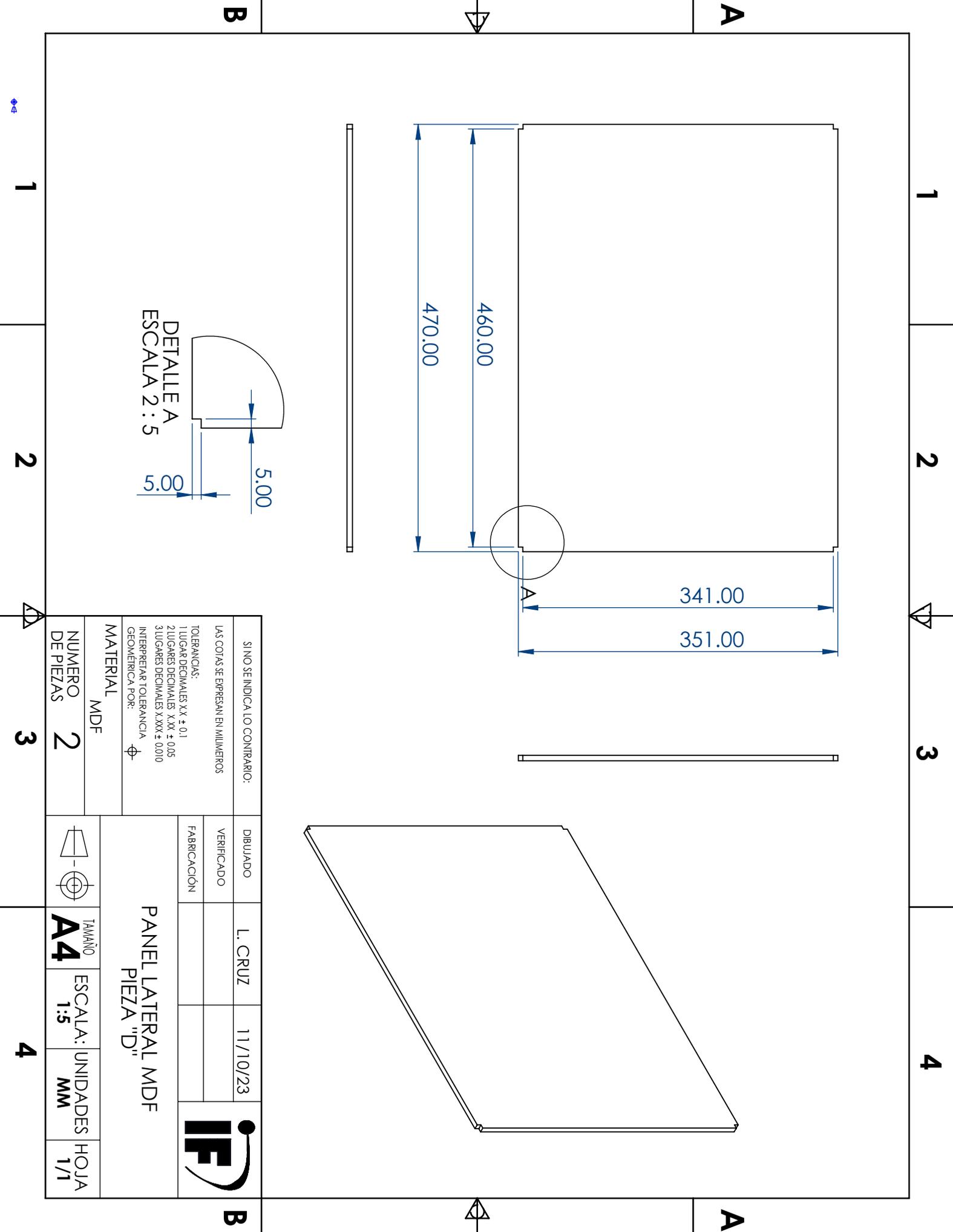
El tablero de MDF se cortará en tres piezas que formarán la parte posterior y los laterales de la cubierta.

- Corte 2 piezas de MDF con dimensiones de 410mm x 341mm.
- Corte 1 pieza de MDF con dimensiones de 660mm x 410mm. Esta pieza servirá como la parte posterior de la cubierta.

**Estas piezas deben cortarse de acuerdo con los planos proporcionados a continuación.**



En la pieza resultante de MDF, siga las indicaciones del plano previamente mostrado para realizar perforaciones en las ubicaciones específicas.



SI NO SE INDICALO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS

TOLERANCIAS:  
1 LUGAR DECIMALES XX ± 0.1  
2 LUGARES DECIMALES XXX ± 0.05  
3 LUGARES DECIMALES XXXX ± 0.010  
INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMETRICA POR:  $\phi$

MATERIAL

MDF

NUMERO DE PIEZAS

2



TAMANO  
**A4**

ESCALA:  
1:5

UNIDADES  
MM

HOJA  
1/1

PANEL LATERAL MDF  
PIEZA "D"



DBUJADO

L. CRUZ

11/10/23

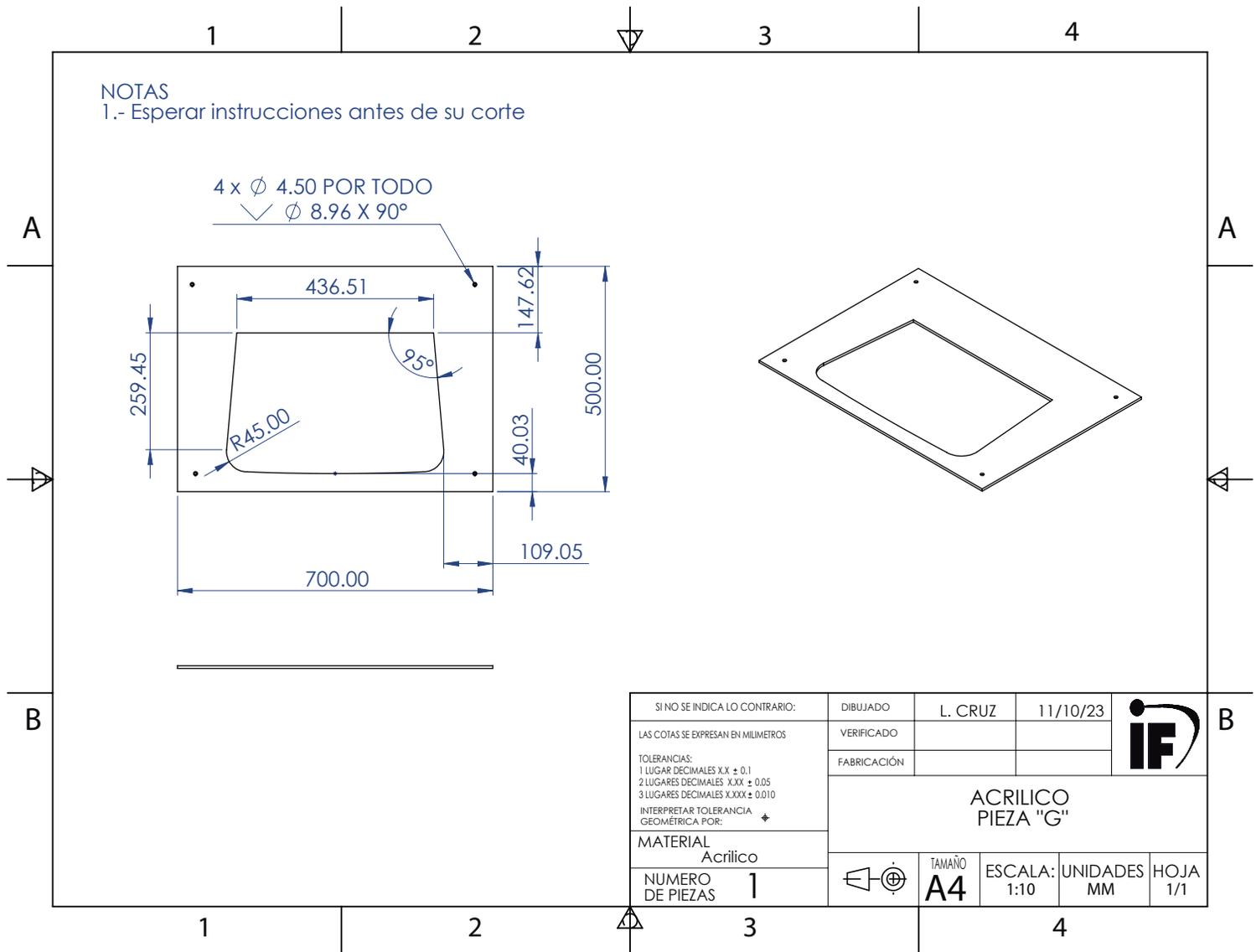
VERIFICADO

FABRICACION

## Hoja de Acrílico:

La hoja de acrílico se cortará en una sola pieza que conformará la parte superior de la cubierta.

Corte una pieza de acrílico con dimensiones de 700mm x 450mm. Además, esta hoja de acrílico debe ser cortada de acuerdo con el diseño específico que se muestra en el plano correspondiente.



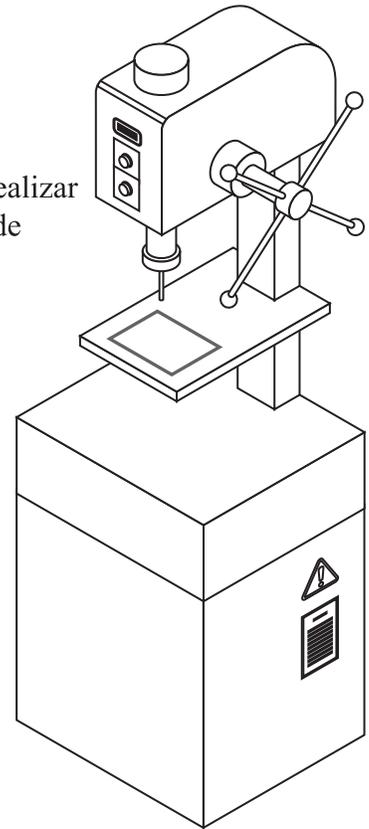
En la pieza resultante de acrílico, siga las indicaciones del plano previamente mostrado para realizar perforaciones en las ubicaciones específicas.

Una vez que todas las piezas estén cortadas, continúe con el maquilado siguiendo los pasos posteriores.

### PASO 3: REALIZACIÓN DE BARRENOS PIEZAS ADICIONALES

Antes de comenzar con el ensamblado de las piezas, es posible que deba realizar barrenos en algunas de ellas para futuras fijaciones o bisagras. Asegúrese de seguir las especificaciones de los planos proporcionados.

- Verificar la realización de los barrenos mencionados en el paso anterior.
- En las piezas resultantes de MDF, siga las indicaciones del plano para perforar los barrenos en las ubicaciones designadas.
- Además, en dos de las piezas fabricadas en impresión 3D, asegúrese de realizar los barrenos según se muestre en los planos correspondientes. Estos deben quedar alineados con los de las piezas del perfil estructural 341mm (C1), con un diámetro de 10mm, de acuerdo a las indicaciones de los planos.



B

A

1

1

2

2

3

3

4

4

R5.00 ∇ 10.00

40.00

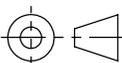
341.00

R5.00 ∇ 10.00

40.00

20.00

6.00

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:	DIBUJADO	L. CRUZ	11/10/23		
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS	VERIFICADO				
TOLERANCIAS: 1 LUGAR DECIMALES X.X ± 0.1 2 LUGARES DECIMALES X.XX ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES X.XXX ± 0.010 INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR:	FABRICACIÓN				
MATERIAL Perfil estructural	<b>PERFIL ESTRUCTURAL PIEZA "C1"</b>				
No. Piezas <b>2</b>					
		TAMAÑO <b>A4</b>	ESCALA: 1:2	UNIDADES MM	HOJA 1/1

B

A



1

2

3

4

A

A

B

B

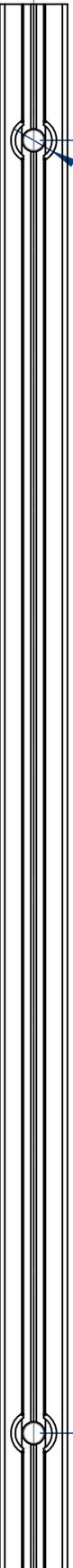
2 x  $\phi$  6.76 POR TODO  
 $\sphericalangle$   $\phi$  13.49 X 82°

40.00

40.00

460.00

20.00



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS

TOLERANCIAS:

- 1 LUGARES DECIMALES XX ± 0.1
  - 2 LUGARES DECIMALES XXX ± 0.05
  - 3 LUGARES DECIMALES XXXX ± 0.010
- INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR:  $\phi$

MATERIAL  
Perfil estructural

NUMERO DE PIEZAS  
2

DIBUJADO

L. CRUZ

11/10/23

VERIFICADO

FABRICACIÓN

PERFIL ESTRUCTURAL  
PIEZA "A1"



TAMAÑO  
**A4**

ESCALA:  
1:5

UNIDADES  
MM

HOJA  
1/1

1

2

3

4

1

2

3

4

A

A

B

B

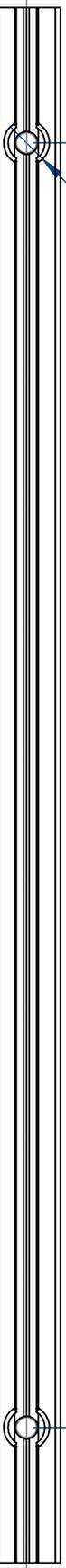
2 x  $\phi$  6.76 POR TODO  
 $\sphericalangle$   $\phi$  13.49 X 82°

40.00

40.00

20.00

660.00



1

2

3

4

SI NO SE INDICALO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS

TOLERANCIAS:  
1 LUGAR DECIMALES X.X  $\pm$  0.1  
2 LUGARES DECIMALES X.XX  $\pm$  0.05  
3 LUGARES DECIMALES X.XXX  $\pm$  0.010  
INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMETRICA POR:

$\phi$

MATERIAL  
Perfil estructural

NUMERO DE PIEZAS  
2

DIBUJADO

L. CRUZ

11/10/23

VERIFICADO

FABRICACIÓN

PERFIL ESTRUCTURAL  
PIEZA "B1"



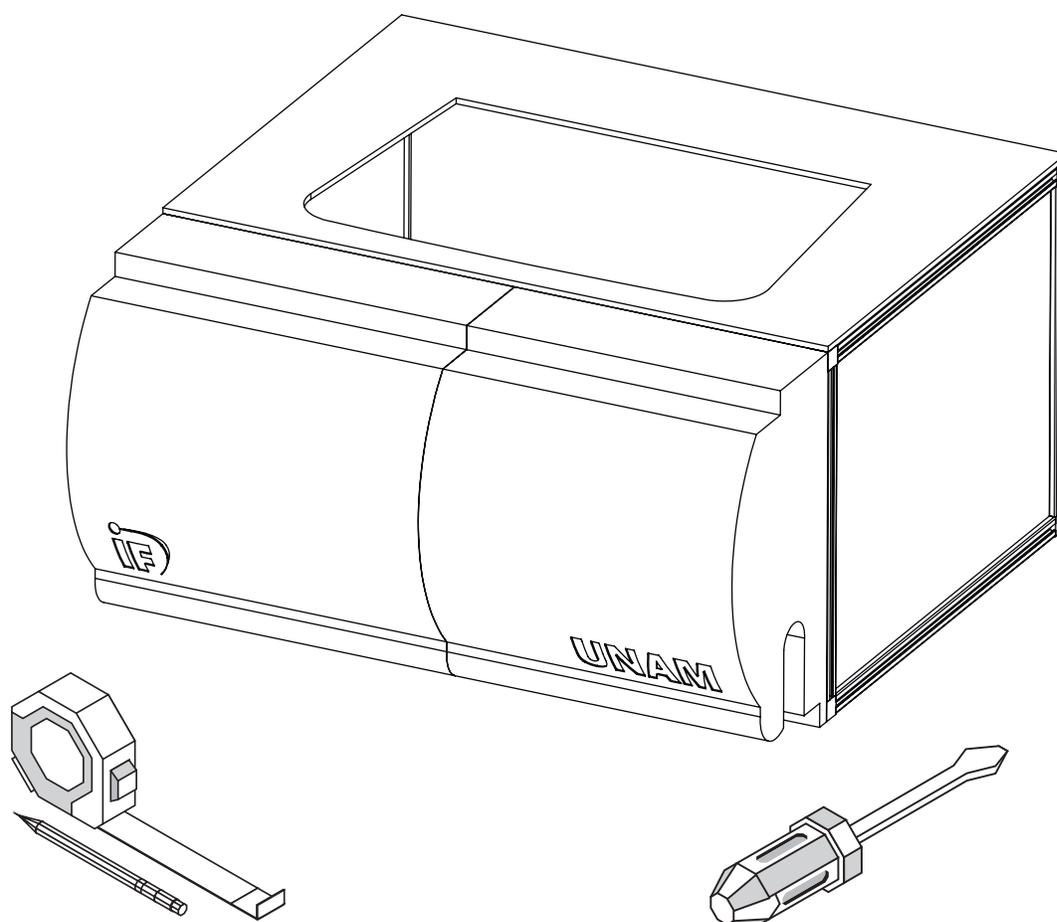
TAMANO  
**A4**

ESCALA:

UNIDADES  
MM

HOJA  
1/1

# Manual de Ensamblaje de la “cubierta” para Raman Spectroscopy HORIBA



## Introducción

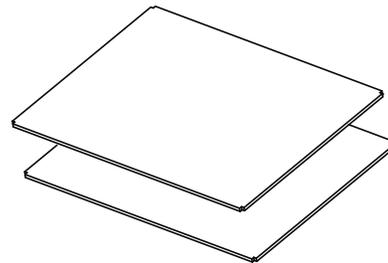
Este manual es para el ensamblaje de la 'cubierta' para el Microscopio Raman.. Se proporcionará información básica. Cualquier duda, no dudes en preguntar.

## PASO 1: LISTA DE MATERIALES

A continuación se expone una lista de materiales que se ocuparan para este proyecto:

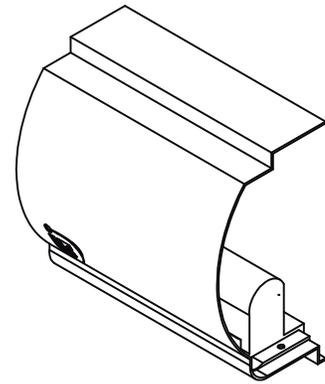
12 piezas de perfil estructural 20x20

- 2 piezas de 460mm. (A)
- 2 piezas de 460mm con barreno (A1)
- 2 piezas de 660mm. (B)
- 2 piezas de 660mm con barreno (B1)
- 2 piezas de 341mm. (C)
- 2 piezas de 341mm con barreno (C1)



8 piezas conector cúbico 20x20 (I)

- 3 piezas de MDF con melanina blanco
  - 2 piezas de 410mm x 341mm. (D)
  - 1 pieza de 660mm x 410mm. (F)



1 pieza de acrílico blanco 3 mm (G)

2 piezas bisagras barril ocultas 10mm (J)

8 piezas imanes de Neodimio (L)

2 piezas puerta prefabricadas con filamento ABS (H)

4 Tornillos (K)

4 Tuercas (M)

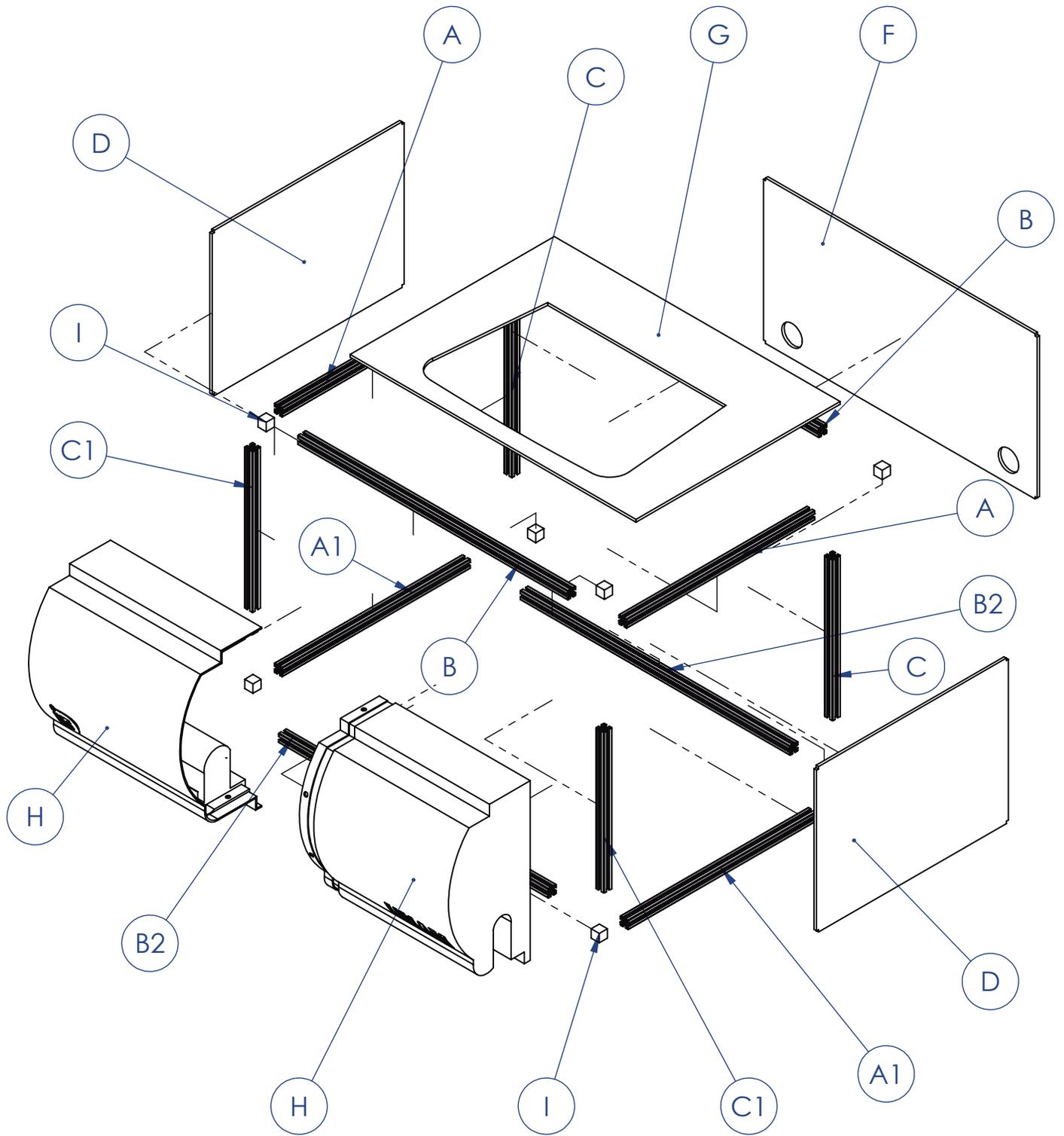
4 Tornillos (N)

4 Tuercas (O)

2 Pasacables (P)



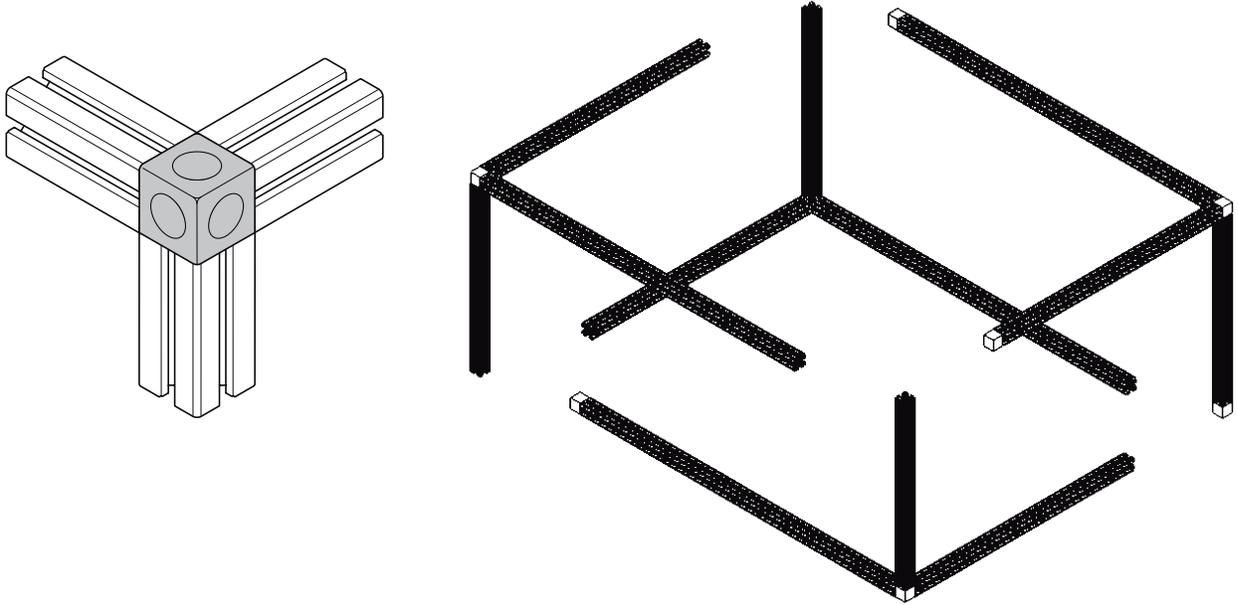
A continuación, se muestra un plano explosivo que ilustra las piezas y su posicionamiento para facilitar la comprensión del ensamblaje. Cada pieza está identificada con una letra para facilitar el ensamblaje y la correspondencia con las instrucciones detalladas



## 1. Ensamble de la Estructura de Soporte:

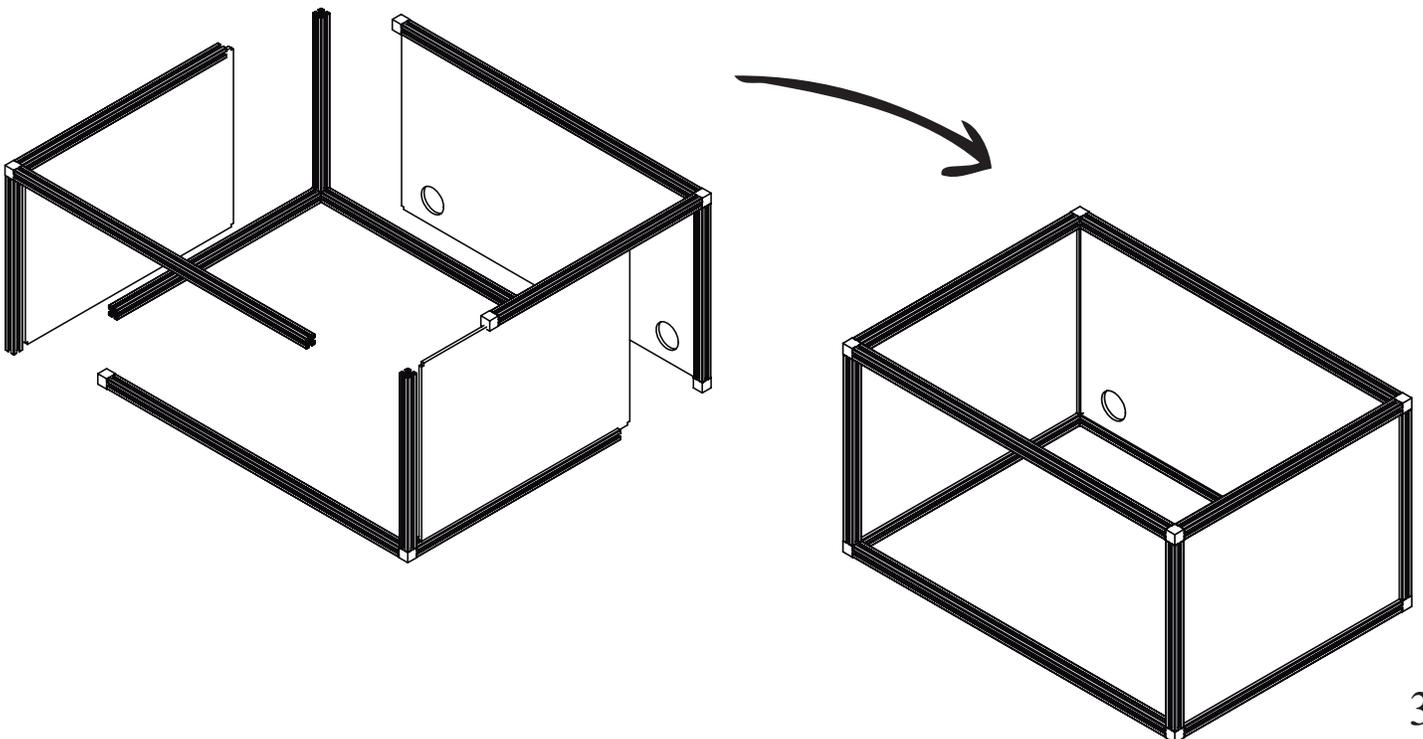
La estructura de soporte se forma a partir de las piezas A, A1, B, B1, C, C1 y los conectores cúbicos, que vienen con su equipo de fijación.

Estas piezas se ensamblan en forma de 'Y', creando cuatro subestructuras en esta forma.



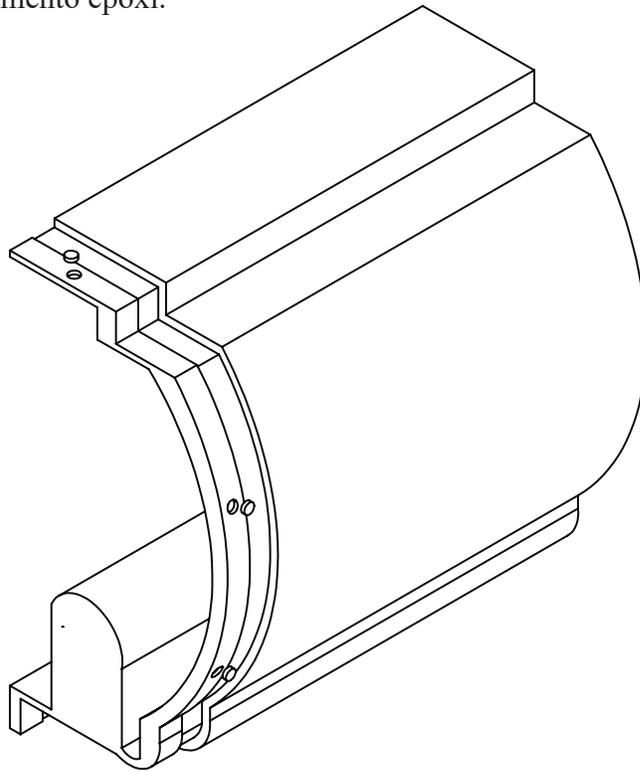
Importante: Antes de unir las subestructuras en la forma final, asegúrese de ensamblar las piezas de MDF en las ranuras del perfil estructural.

Luego, ensamble las subestructuras en la forma final.

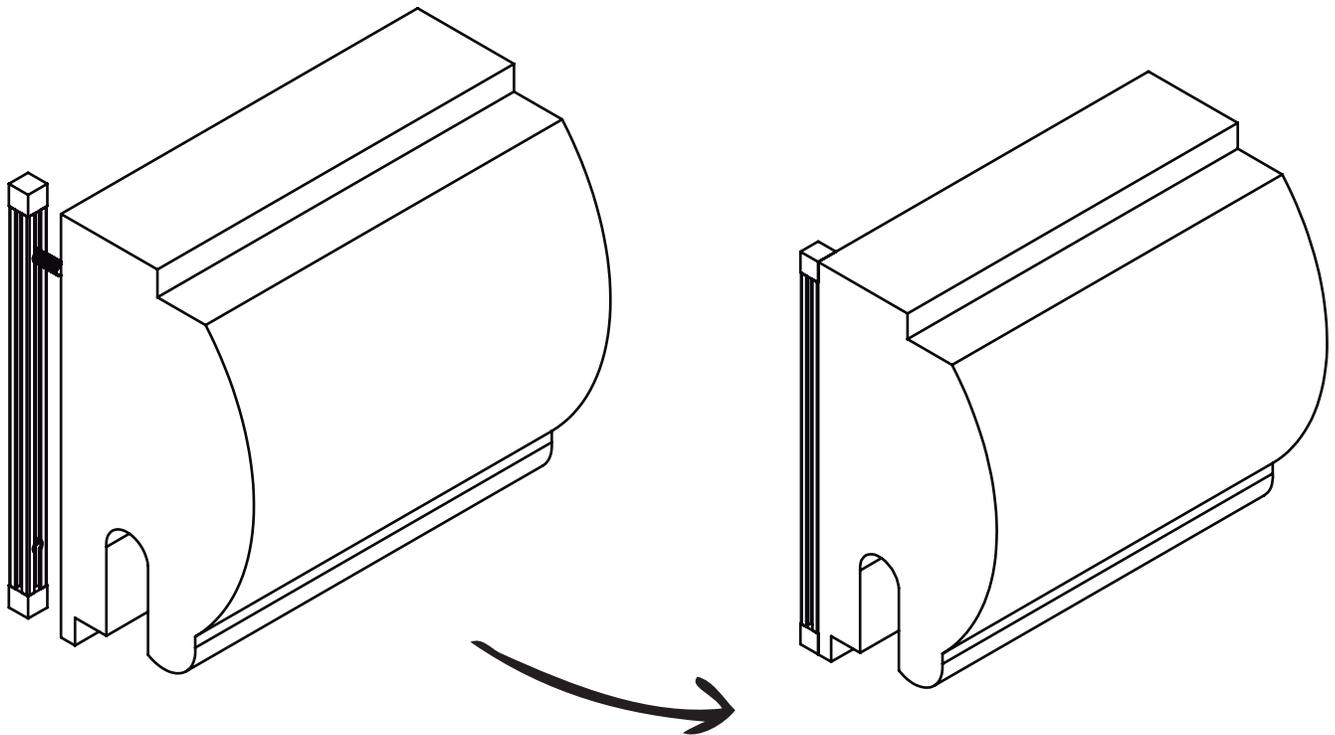


## 2.Instalación de Puertas:

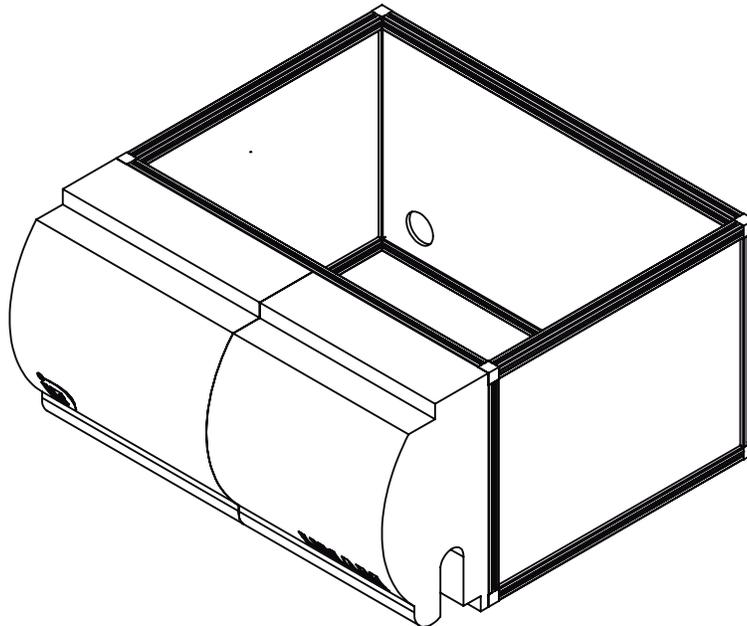
Para la instalación de las puertas, comience colocando los imanes de neodimio (L) en su lugar utilizando pegamento epoxi.



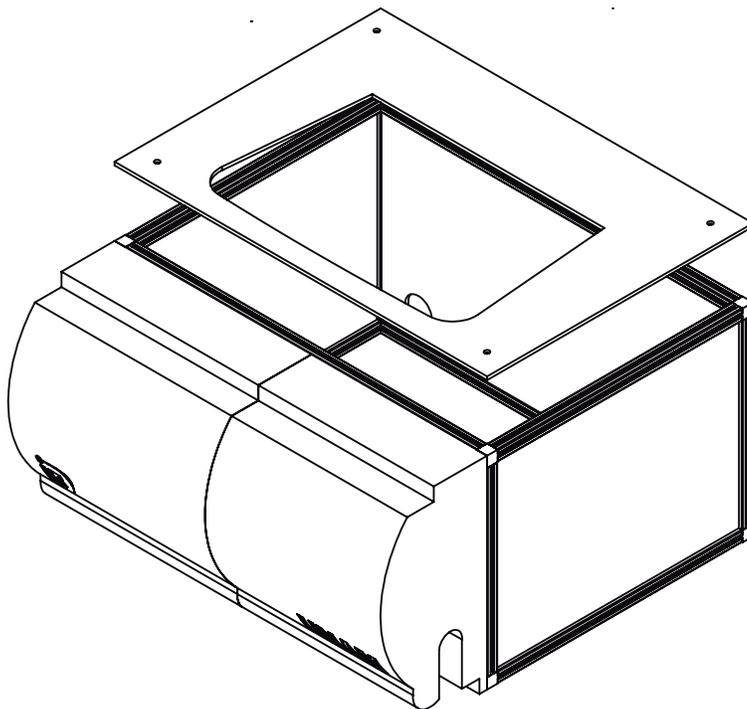
A continuación, instale las bisagras de barril (J) en los perfiles estructurales C1 y fíjelas con adhesivo epoxi.

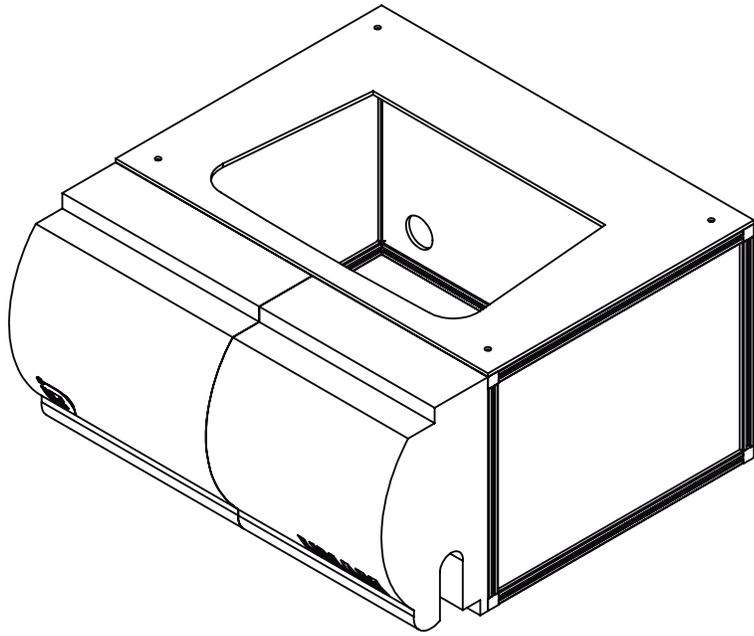


Repita el paso anterior para la puerta faltante



La hoja de acrílico (G) se fija en la parte superior de la estructura.  
Utilice tornillos y tuercas en los barrenos marcados para asegurar la hoja de acrílico (G)





Coloque los pasacables (P) en el panel trasero de MDF en los barrenos indicados.

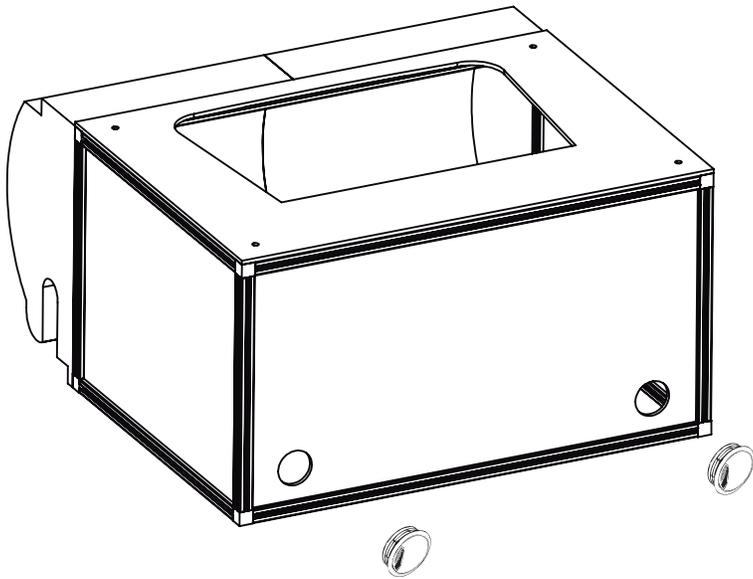
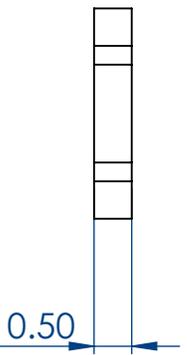
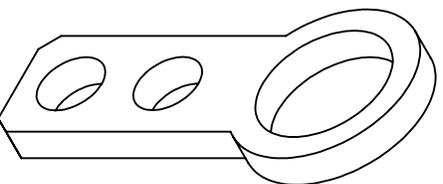
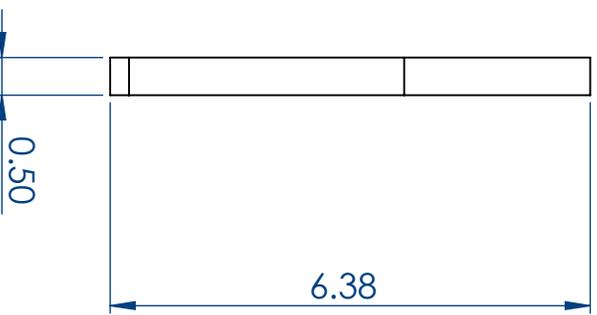
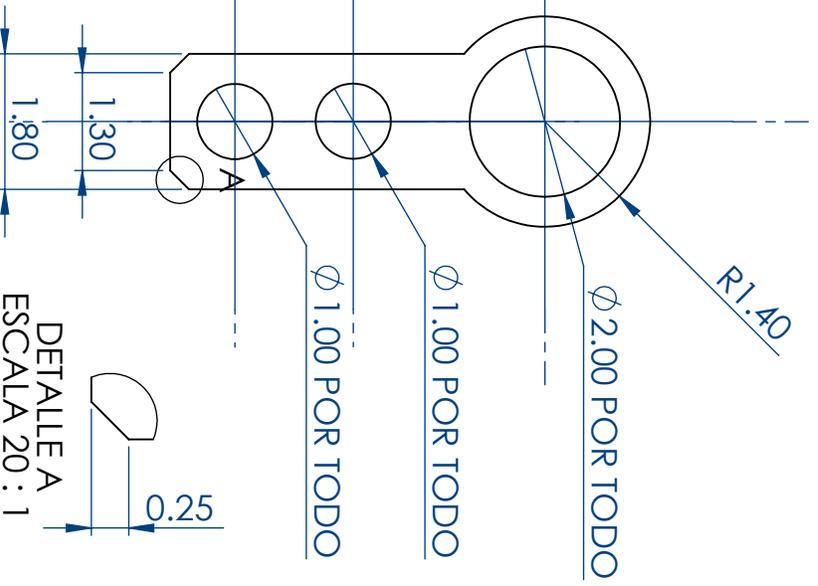




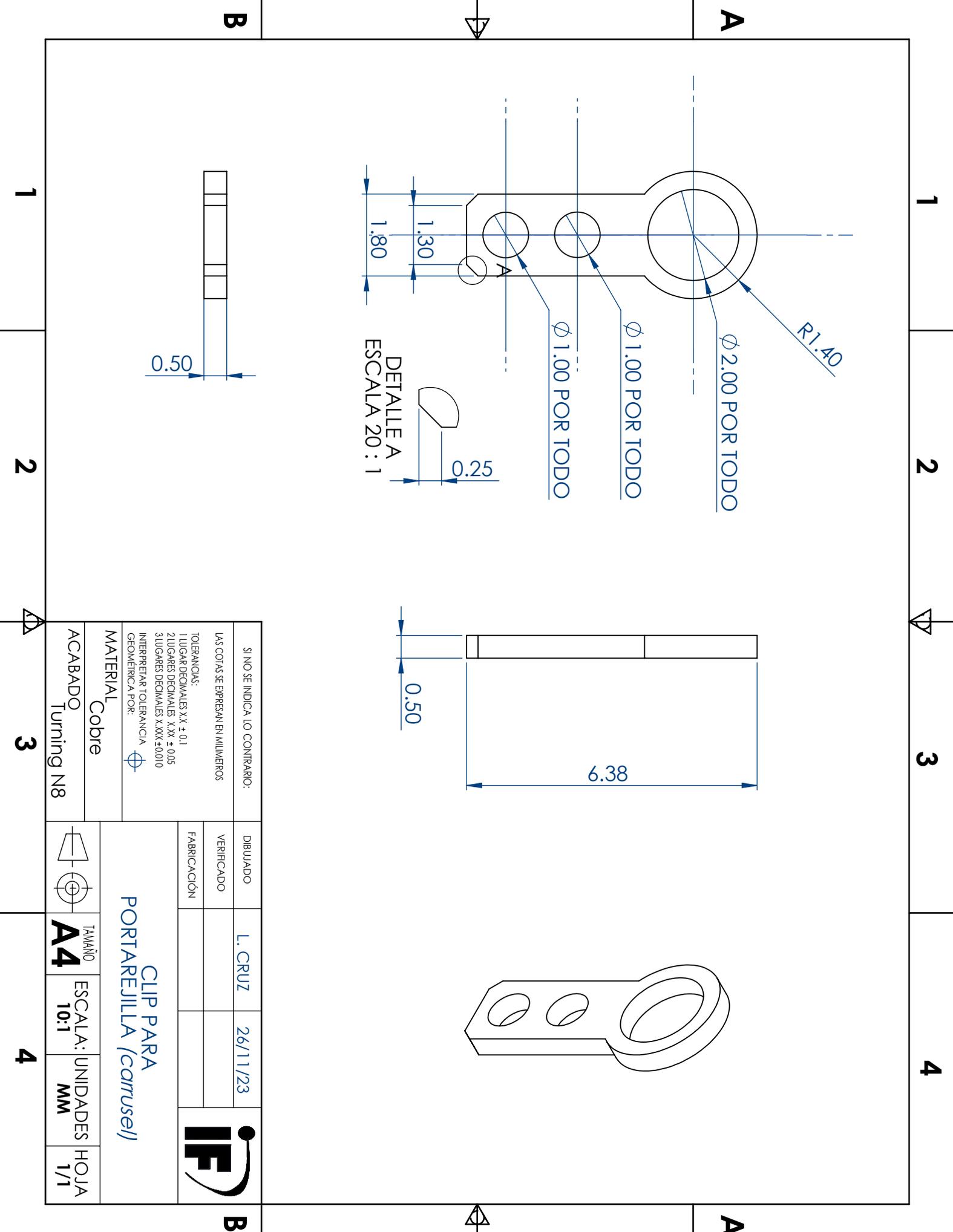
Ilustración 23: Portarejilla Original "Carrusel"  
 (Fotografía superior izquierda, Pieza a Replicar).  
 Portarejilla Original (Fotografía inferior derecha,  
 Pieza a Replicar). Ambas piezas forman parte del por-  
 tamuestras del JEOL 2010 Microscopio Electrónico  
 De Trasmisión

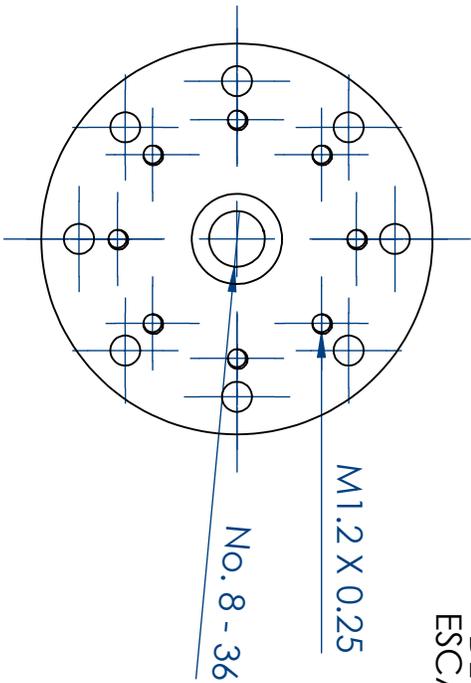
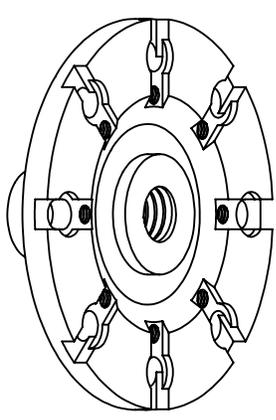
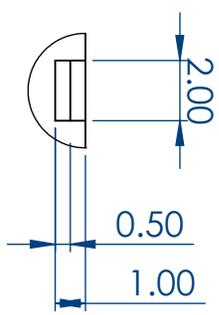
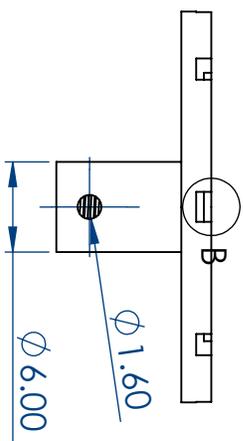
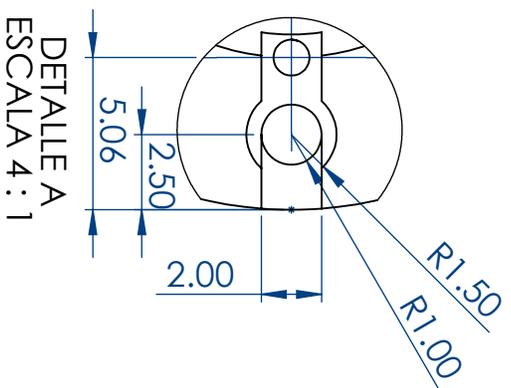
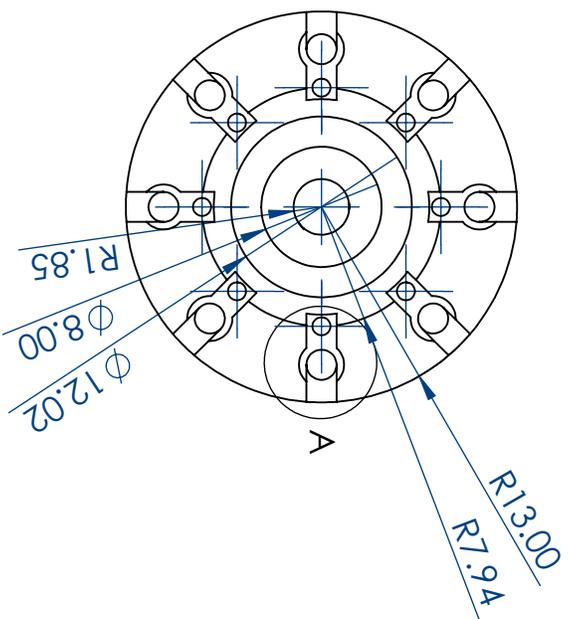


Ilustración 24: Tornillos Adquiridos Comer-  
 cialmente M1.2 x 2, M1.4 x 2, M1.6 x 2,  
 utilizados como reemplazo para los tornillos  
 difíciles de conseguir.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS		DIBUJADO	L. CRUZ	26/11/23	
TOLERANCIAS: 1 LUGAR DECIMALES XX ± 0.1 2 LUGARES DECIMALES XXX ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES XXXX ± 0.010 INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR:		VERIFICADO			
MATERIAL Cobre		FABRICACIÓN			
ACABADO Turning N8		<b>CLIP PARA PORTAREJILLA (carrusel)</b>			
TAMANO <b>A4</b>		ESCALA: 10:1		UNIDADES MM	HOJA 1/1





DETALLE B  
ESCALA 4 : 1

DETALLE A  
ESCALA 4 : 1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS

TOLERANCIAS:  
1 LUGAR DECIMALES X.X ± 0.1  
2 LUGARES DECIMALES XXX ± 0.05  
3 LUGARES DECIMALES XXXX ± 0.010

INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR:



MATERIAL  
Acero Inoxidable

ACABADO  
Turning N8

PORTAREJILLAS TEM  
(carrusel)



DIBUJADO	L. CRUZ	26/11/23
VERIFICADO		
FABRICACIÓN		



TAMAÑO  
**A4**

ESCALA:  
2:1

UNIDADES  
MM

HOJA  
1/1

1

2

3

4

1

2

3

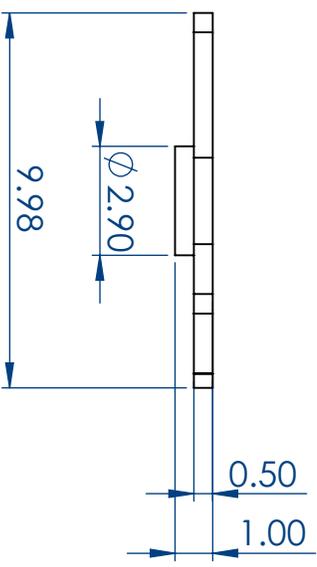
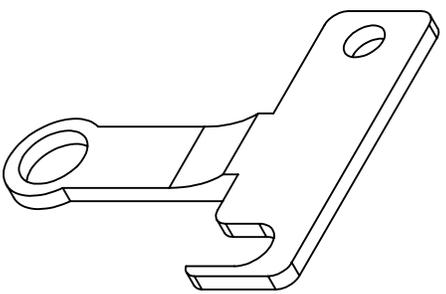
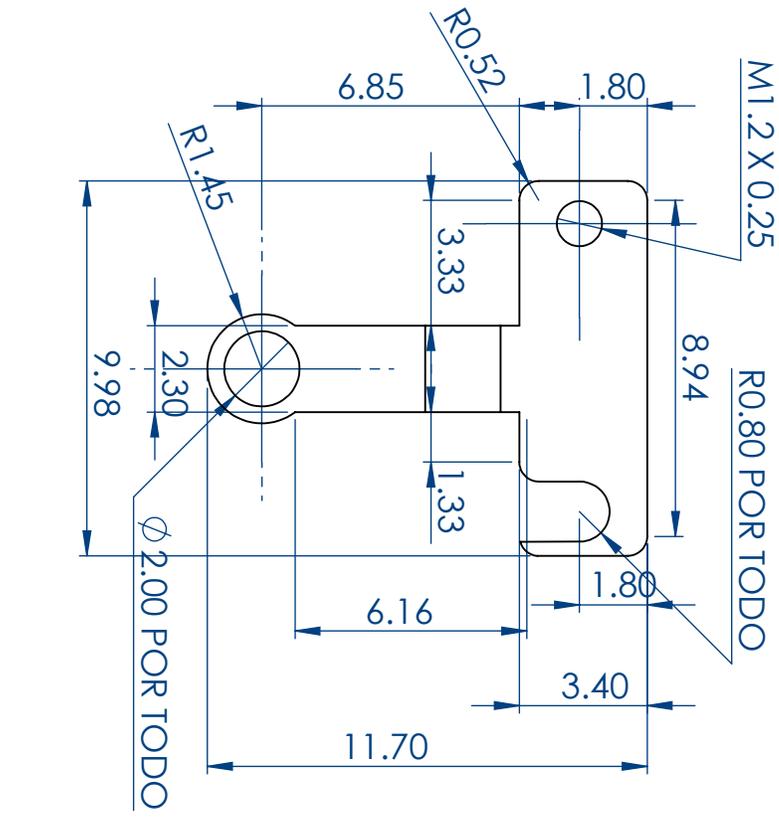
4

A

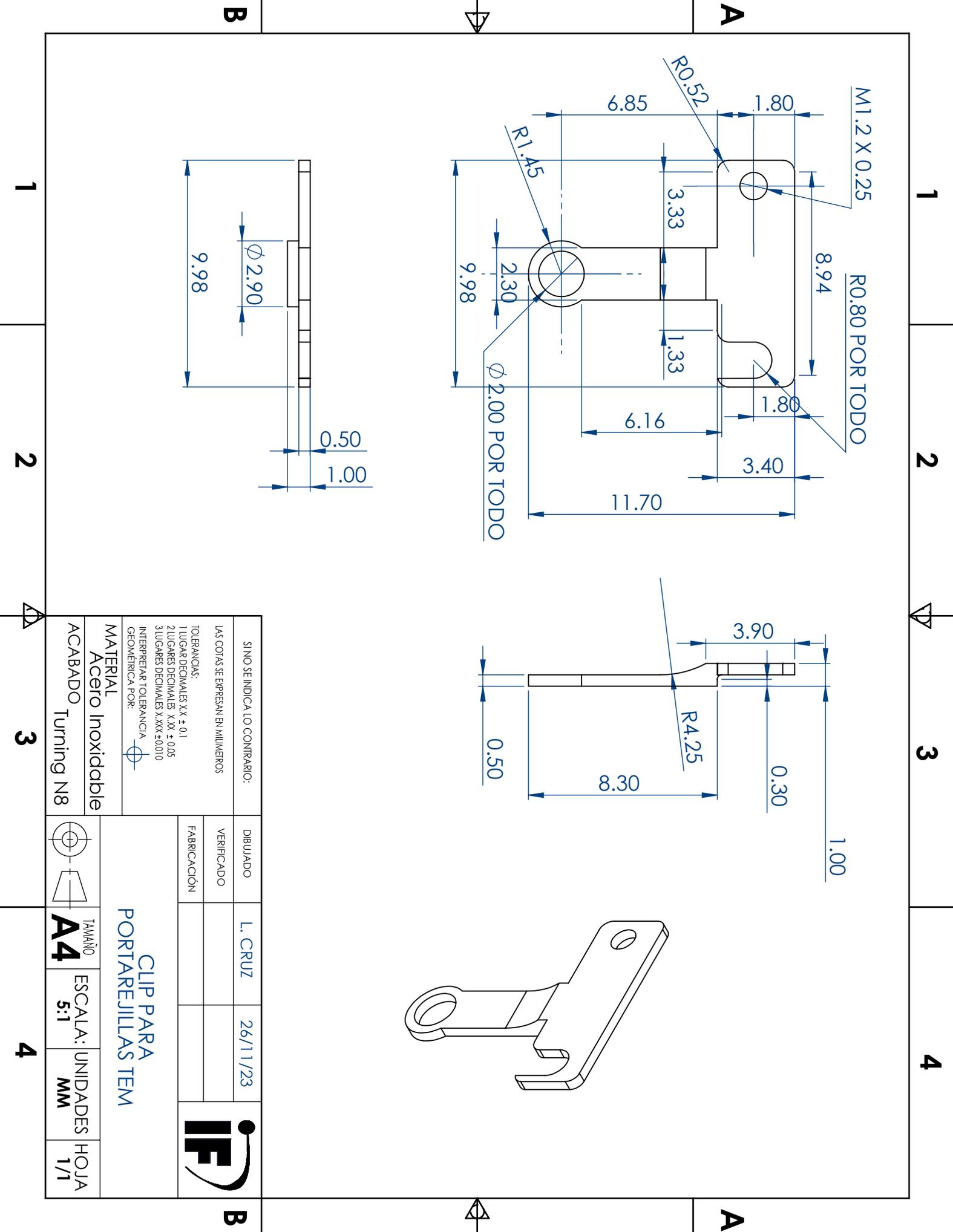
B

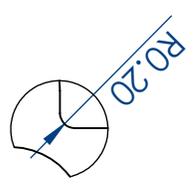
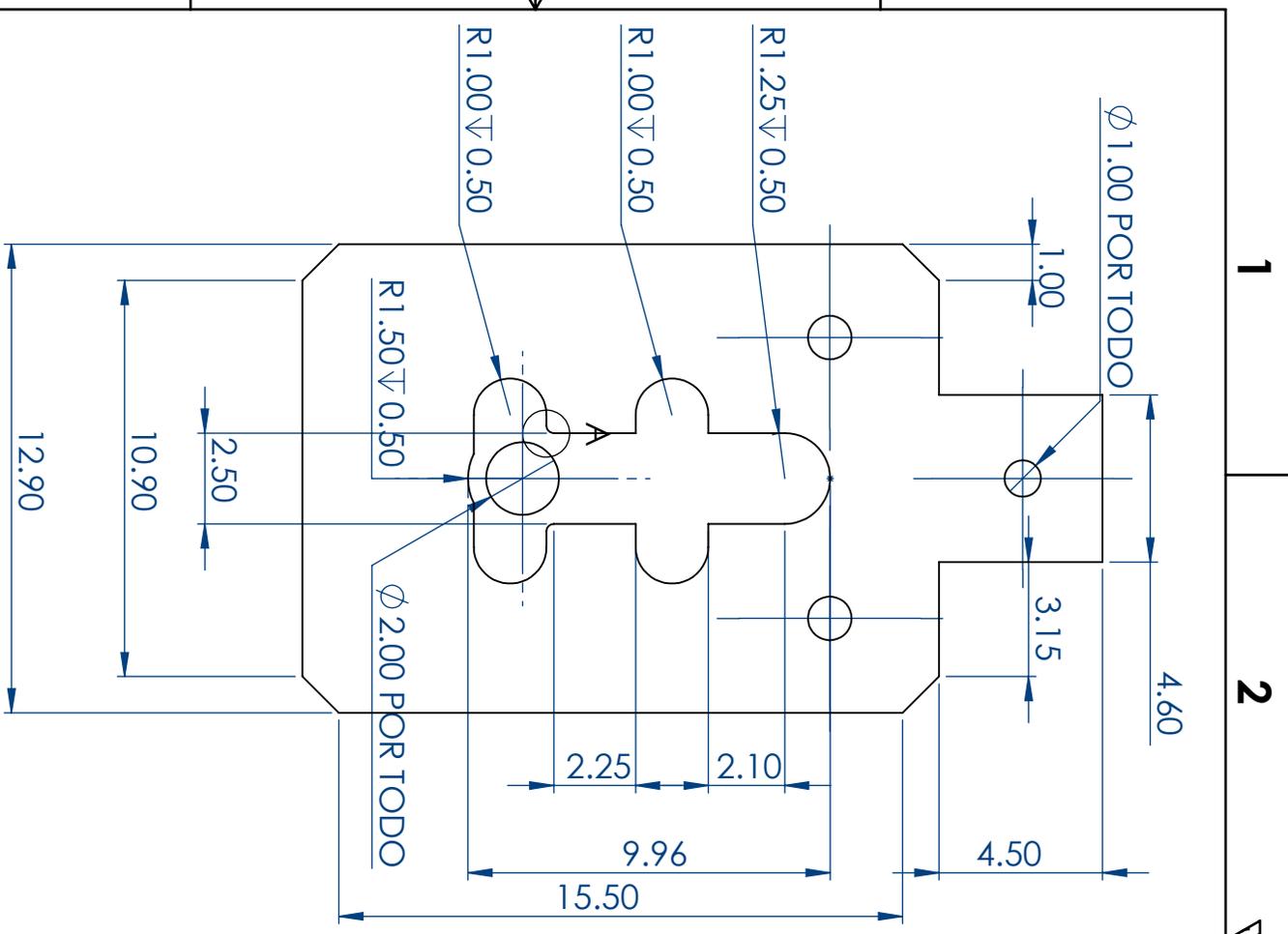
A

B

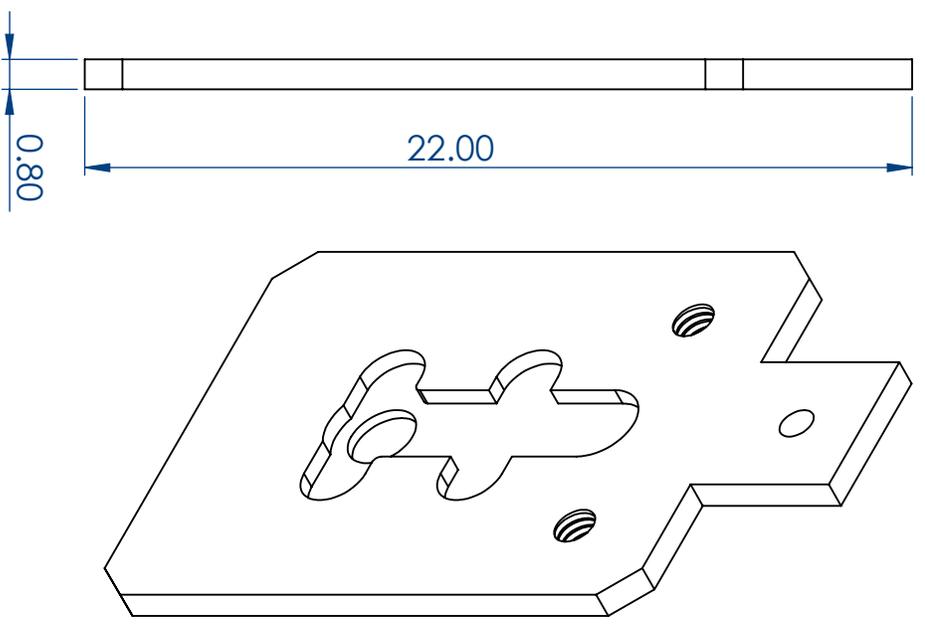


SI NO SE INDICALO CONTRARIO: LAS COTAS SE ESPRESAN EN MILIMETROS		DIBUADO	L. CRUZ	26/11/23	
TOLERANCIAS: 1 LUGAR DECIMALES XX ± 0.1 2 LUGARES DECIMALES XXX ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES XXXX ± 0.010 INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMETRICA POR:		VERIFICADO			
MATERIAL Acero Inoxidable ACABADO Turning N8		FABRICACIÓN			CLIP PARA PORTAREJILLAS TEM
TAMANO <b>A4</b> ESCALA: 5:1 UNIDADES MM HOJA 1/1					





DETALLE A  
ESCALA 10 : 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS		DIBUJADO	L. CRUZ	26/11/23	
TOLERANCIAS: 1 LUGAR DECIMALES X.X ± 0.1 2 LUGARES DECIMALES X.XX ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES X.XXX ± 0.010		VERIFICADO			
INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR:		FABRICACIÓN			
MATERIAL Cobre		<b>PORTAREJILLAS</b> TEM			
ACABADO Turning N8					

A
B

1
2
3
4

A
B