



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño de una galga para
fabricar aletas de cobre
mediante troquelado**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

José Alfredo Estrada Padilla

ASESOR DE INFORME

Dr. Álvaro Ayala Ruiz



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

INDICE:

CAPITULO 1: Historia de la empresa.

1.1 Descripción de la empresa.	1
1.2 Línea de tiempo.	1
1.3 Misión y visión.	2
1.4 Objetivos de la empresa.	3
1.5 Localización.	3
1.6 Organigrama.	5
1.7 Descripción de puestos.	5

CAPITULO 2: Caso de estudio

2.1 Desarrollo del producto.	9
2.2 Descripción del proceso de fabricación.	9
2.3 Proceso de diseño.	9
2.4 Primer propuesta de diseño.	14
2.5 Cambios de diseño.	25
2.6 Prototipo #2.	25
2.7 Rediseño final.	35

CAPITULO 3: Resultados 48

CONCLUSIONES 49

Apéndices

Apéndice A.	50
Apéndice B.	55
Apéndice C.	60

Bibliografía. 70

CAPÍTULO 1

HISTORIA DE LA EMPRESA

1.1 Descripción de la empresa:

Diseño y metalmecánica (DyM) es una empresa 100% mexicana fundada en 1989 y fue pionera en la aplicación de la tecnología EDM (Electrical Discharge Machining). DyM forma parte de un grupo empresarial de 5 compañías, donde DyM es la proveedora de partes troqueladas y moldeadas.

El grupo al cual forma parte DyM cuenta con 4 plantas localizadas en la Cd. De México, Estados Unidos y China.

El catálogo de productos que tiene DyM asciende a más de 850 números de parte y 1300 troqueles, contando con una plantilla de poco más de 320 trabajadores.

Con el paso de los años DyM ha logrado colocarse entre los principales proveedores de partes eléctricas y partes para la industria eléctrica y automotriz en México, teniendo en sus manos un extenso catálogo de clientes tales como: Siemens industry, Schenider electric, Kostal mexicana, Sensata, etc.

DyM obtuvo la certificación en ISO en el año 2004, y posteriormente en el año 2015 se obtuvo la certificación en ISO/TS 16949, abriendo así el catálogo de clientes.

1.2 Línea de tiempo

1960: Compañía general de electrónica (CGE) se establece como fabricante de componentes eléctricos.

1970-1983: Integración de productos electromecánicos como: conmutadores giratorios, interruptores de botón, potenciómetros y condensadores.

1989: Se funda DyM, dedicándose al diseño y fabricación de troqueles progresivos de precisión, moldes de inyección y estampado del metal con la ayuda de la tecnología EDM.

1992-1997: CGE entra al mercado estadounidense con una red de representantes y distribuidores e inicia las exportaciones para llegar a 25 países.

2000: DyM adquiere equipo para servir a la industria automotriz. DyM y CGE se fusionan para beneficiarse de la fuerza sinérgica en la tecnología, la financiación y la cuota de mercado.

2002-2010: Nueva generación manufacturas (NGM) adquiere 6 diferentes plantas en Estados Unidos que integran la producción sin interrumpir la cadena de suministro.

1.3 Misión y visión.

En DyM tenemos la misión de:

“Ofrecer a nuestros clientes una integración exitosa de

- Diseño.
- Ingeniería.
- Construcción y mantenimiento de herramientas.
- Capacidad de fabricación.

Ser la solución total y ONE STOP SHOP de troquelados en México, siendo la mejor opción de estampados en las industrias eléctrica, electrónica y automotriz.

¿Cómo?

Excediendo las expectativas de nuestros clientes, integrando soluciones completas que representen seguridad a través de:

- Piezas correctas
- A un precio competitivo
- Entregadas a tiempo cada vez.

La visión de la empresa dice:

“Ser ONE STOP SHOP de estampados en México a través de la:

- Integración completa y vertical de operaciones de estampado: Impresión-Herramienta-Pieza.
- Capacidades técnicas para servir a las industrias desde la automotriz hasta la industria aeroespacial.
- La adición del valor agregado a través de ensamblajes y operaciones secundarias.
- Estado del arte de la herramienta que hace el equipo y servicio de apoyo tales como el último software de ingeniería y diseño.”

La política de calidad de la empresa es:

“Nuestro compromiso es abastecer a los clientes con productos metálicos, plásticos y ensamblajes que cumplan con las especificaciones requeridas”.

“El cumplimiento se hace a través de la mejora continua de la eficacia de nuestro Sistema de Calidad y con la participación activa de cada uno de nuestros colaboradores”.

“El trabajo en equipo hacia la mejora nos permite el desarrollo competitivo en nuestros mercados”.

1.4 Objetivos de la empresa.

Para poder llevar a cabo la misión y visión de la empresa, en DyM se plantean objetivos anuales, como se anexa en la tabla 1.

Tabla 1.- Objetivos DyM.

Concepto	Objetivo	Indicador	Responsable
1.- Satisfacción del cliente (OTD)	95% mínimo	Reporte mensual de evaluación	Atención al cliente
2.1 Porcentaje de devoluciones	0.2% máximo	Reporte mensual de devoluciones	Calidad
2.2 PPM's Externos	100 PPM's	Reporte mensual de PPM's	Calidad
2.3 Porcentaje de índice de NO calidad	2% máximo	Reporte mensual de índice de No Calidad	Calidad
3.- Rechazos	20 Rechazos máximo	Reporte mensual de quejas	Calidad
4.- Evaluación de clientes	95% mínimo	Encuesta cuatrimestral a Cliente	Atención al cliente
5.- LSA	N/A	N/A	N/A
6.- Hand Carriers	Cero eventos atribuibles a DYM	Número de eventos por mes	Gerencia de planta
7.- Respuesta a quejas	Acciones contenedoras <= 36 horas.	Tiempo de respuesta	Calidad

1.5 Localización.

DyM está ubicado en la Ciudad de México, con domicilio en Coltongo #158, que está en la zona industrial Vallejo. Esta planta cuenta con un terreno que tiene casi 12000m² de los cuales actualmente se ocupan 7000m².

En DyM existen las siguientes áreas:

- Ingeniería.
- Producción.

- Taller mecánico.
- Calidad.
- Mejora continua.
- Almacén de materias primas.
- Almacén de producto terminado.
- Almacén de refacciones.
- Operaciones secundarias
- Compras.
- Ventas.
- Recursos Humanos.
- Mantenimiento.

El área de producción cuenta con más de 30 prensas tales como:

- 4 Bruderer con una capacidad de 25 a 40 toneladas.
- 4 Minster con una capacidad de 40 a 400 toneladas.
- 10 Aida con una capacidad de 40 a 200 toneladas.
- 6 prensas manuales.
- 9 multiprensas hidráulicas.

Para los productos de inyección se tiene:

- Máquinas Engel con tablero horizontal con una capacidad de 65 a 150 toneladas.
- Máquinas Engel con mesa giratoria con una capacidad de 65 a 150 toneladas.

En el área de operaciones secundarias, se cuenta con equipo para realizar:

- Remachado.
- Perforado.
- Pruebas eléctricas.

El área de taller mecánico es fundamental, puesto que son los encargados de tener las herramientas listas para producir. Dentro de esta área se cuenta con el siguiente equipo:

- 3 Máquinas de corte por alambre Sodick.
- Torno CNC Gildemeister.
- 3 máquinas de electrodo de erosión Sodick / Japax.
- 2 centros de maquinado Deckel Maho.
- 3 Tornos paralelos.
- 6 rectificadoras planas.

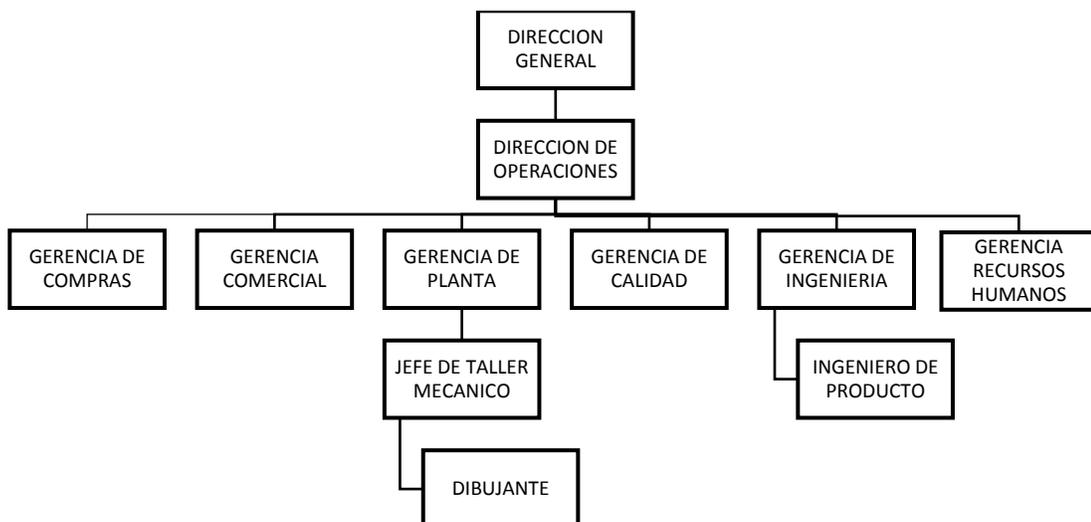
El área de calidad tiene como objetivo llevar el control de la documentación por medio de un sistema de información como lo marca la norma ISO, además de ser

los encargados de que los productos cumplan con las especificaciones marcadas por el cliente.

El área de calidad cuenta con:

- 3 comparadores ópticos Mitutoyo.
- 1 máquina de coordenadas Mitutoyo.
- 1 microscopio Nikon.
- 1 máquina para ensayos de tensión Instron.
- 1 durómetro Wolpert.

1.6 Organigrama.



1.7 Descripción de puestos.

- Dirección General.

Formación Académica: Licenciatura en Administración de empresas o Ingeniería Industrial

Actividades: Planificar, organizar, dirigir, controlar, analizar y calcular todos los asuntos relacionados con la empresa, además de los nuevos proyectos e instrumentos que se requiera.

Experiencia: 4 años.

- Dirección de operaciones.

Formación Académica: Ingeniería Industrial o afín.

Actividades: Garantizar que todos los procesos de la planta sean eficientes y eficaces, además de establecer una estrategia de desarrollo para definir objetivos y optimizar recursos.

Experiencia: 4 años.

- Gerencia de compras.

Formación Académica: Licenciatura en Administración de empresas o afín.

Actividades: Encargado de abastecer los recursos a la planta, además de establecer estrategias para la optimización de los recursos financieros de la empresa.

Experiencia: 4 años.

- Gerencia de Ingeniería.

Formación Académica: Ingeniería Mecánica o industrial.

Actividades: Encargado de coordinar, analizar y desarrollar los proyectos de una empresa, calcular el impacto y la viabilidad de estos.

Experiencia: 4 años.

- Gerencia comercial.

Formación Académica: Licenciatura en Administración de empresas.

Actividades: Encargado de establecer contacto con los clientes y fijar los precios de los productos en base a los requerimientos de estos.

Experiencia: 4 años.

- Gerencia de calidad.

Formación Académica: Ingeniería industrial o afín.

Actividades: Encargado de coordinar y controlar la documentación del sistema de gestión de calidad, además de supervisar los lineamientos establecidos por los clientes. Supervisar y programar las auditorías internas.

Experiencia: 4 años.

- Gerencia recursos humanos.

Formación Académica: Licenciatura en Administración de empresas o afín.

Actividades: Encargado de proveer al personal adecuado para cada puesto y supervisar las condiciones bajo las cuales se desarrollan las actividades.

Experiencia: 4 años.

- Gerencia de planta.

Formación Académica: Ingeniería mecánica o industrial.

Actividades: Planificar, coordinar, y dirigir las actividades de la empresa de acuerdo a los requerimientos solicitados. Elaborar los planes de desarrollo de las distintas áreas para cumplir con las normas establecidas.

Experiencia: 4 años.

- Jefe de taller mecánico.

Formación Académica: Ingeniería mecánica, industrial o técnico en herramientas.

Actividades: Planificar y supervisar las actividades del personal de taller mecánico, además de elaborar planes de mantenimiento preventivo y correctivo de las herramientas y coordinar las actividades con la jefatura de producción.

Experiencia: 3 años.

- Dibujante.

Formación Académica: Ingeniería mecánica o industrial.

Actividades: Es la persona responsable de generar un plano o un dibujo solicitado por el jefe de taller mecánico para la elaboración de un componente de un herramental, aunado a eso, es quien realiza la medición de todos los componentes para así, tener una información más completa del herramental, y tenerlo listo para producción.

Un dibujante debe de tener conocimiento de:

- Tolerancias geométricas.
- Tolerancias de dibujo.
- Ciencia de materiales.
- Manejo de distintos softwares de diseño.
- Manejo de equipo de medición.

En base a estos conocimientos, las actividades a desarrollar de este puesto son:

- Elaboración de planos de los herramentales.
- Medición de los componentes de los herramentales.
- Realizar y documentar los cambios a los herramentales.
- Elaborar requisiciones para la compra de materiales.
- Elaboración de dispositivos de verificación.
- Elaboración de dispositivos de retrabajo.

- Elaboración de dispositivos para el taller mecánico.
- Elaboración de dispositivos para el área de producción (prensas manuales y progresivas).
- Elaboración de dispositivos para el área de CNC y erosión.

Experiencia: 1 año.

CAPÍTULO 2

CASO DE ESTUDIO

2.1 Desarrollo del producto.

La empresa Heat Exchanger solicita a la empresa DyM que se le desarrolle un producto; el cual será utilizado para elaborar un intercambiador de calor en un equipo de uso industrial.

2.2 Descripción del producto.

El producto es resultado del ensamble de 3 componentes (Imagen 2.1):

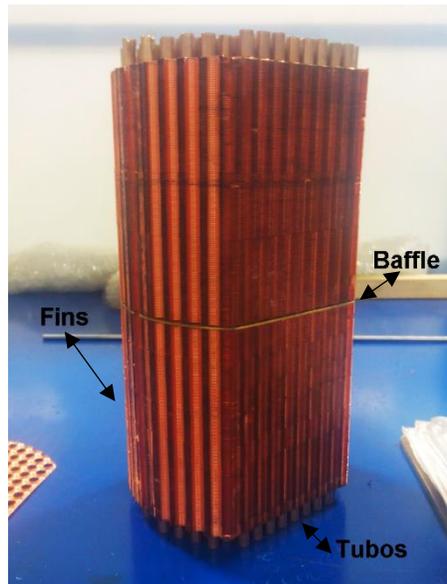


Imagen 2.1 Ensamble del producto a desarrollar.

- 350 *Fins* (aletas de cobre).
- 1 Baffle (sección intermedia de latón).
- 129 tubos.

2.3 Descripción del proceso de fabricación.

Después del análisis del producto, el cliente determinó que el proceso de fabricación tiene que componerse de los siguientes procesos:

- Troquelado de *fins*.

La elaboración de *fins* se llevará a cabo en una prensa dedicada a elaborar este producto. En la parte lateral izquierda de la prensa, se encontrará una mesa

desplazable que se deslizará para apartar un lote de 175 piezas, así el operador podrá colocar la pieza intermedia de latón de manera manual, mientras esto sucede, el proceso de troquelado continuará con una segunda mesa lateral donde se apilarán 175 piezas, llegando a ésta cifra las mesas se desplazaran a la posición inicial comenzando un nuevo apilamiento.

Una vez alcanzada la cantidad de 350 piezas, junto con el baffle en la parte intermedia del ensamble, se moverá la mesa para retirar el ensamble completo.

- Ensamblaje de tubos en los *fin*s.

Con las 350 piezas troqueladas y colocado el baffle en la parte central, el producto se llevará a una mesa de trabajo donde se colocarán los tubos de manera manual con ayuda de un dispositivo de sujeción.

- Expansión de tubos en el ensamblaje.

El producto se colocará en una prensa hidráulica, en la cual, se realizará la expansión de los tubos, esto para cumplir con la medida que marca el plano.

- Prueba de fuga.

La expansión de los tubos en la prensa hidráulica pudo haber generado daño en los tubos del producto. Para verificar la integridad de las paredes de los tubos, el ensamble será sometido a una prueba de fuga con aire a presión. El producto se sumergirá en agua para detectar las grietas en él; de aparecer, significa que la pieza es no conforme.

- Lavado del producto.

El producto se introducirá en una tina de lavado ultrasónico, la cual, eliminará en su totalidad los residuos que están presentes en la pieza producto como resultado de los procesos anteriores, después de éste proceso, el producto quedará listo para el empaque y entrega al cliente.

2.3 Proceso de diseño.

Heat Exchanger proporcionó a DyM el dibujo de producto del *fin*, el cual es mostrado en la imagen 2.2, al recibir el plano, el Ingeniero de producto tuvo una reunión conmigo para que lo apoyara diseñando un *fixture*, esto con la finalidad de reducir el producto defectuoso troquelado en la línea, además de tener un mejor control del producto. Al haberme proporcionado el dibujo de producto, comencé con un análisis detallado, donde lo que observé primero fue:

- Escala: la escala del dibujo me dio una referencia del tamaño real de la pieza, esto para saber las dimensiones aproximadas que puede tener el *fixture*. Las

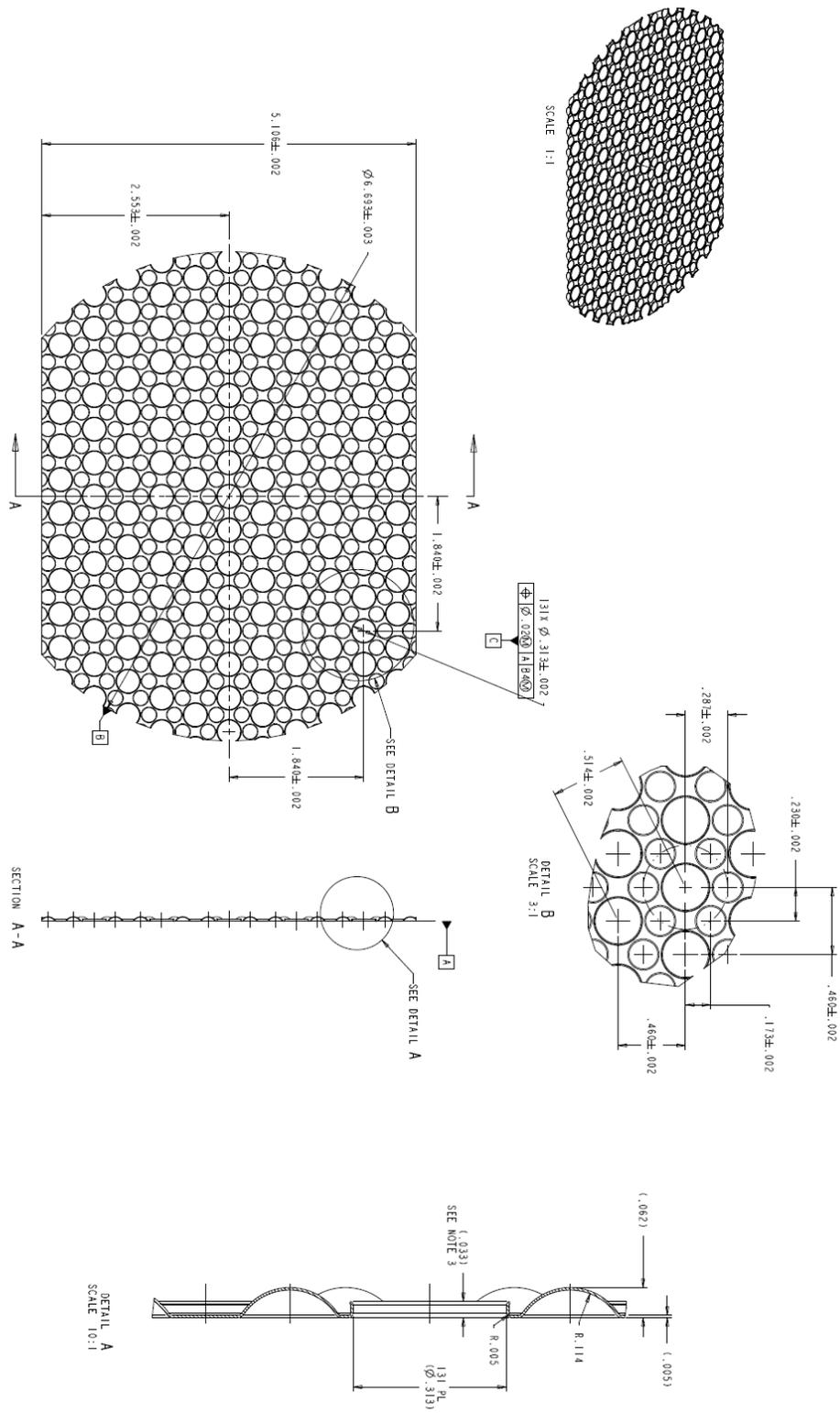


Imagen 2.2.- Dibujo de producto del fin (Revisión #1) Heat Exchanger.

figuras que contiene el dibujo tienen una escala 1:1, a excepción de las vistas de detalle.

- Acotación del dibujo: Observe que las acotaciones estaban indicadas en pulgadas.
- Sistema de proyección: El sistema de proyección del plano me indicó que el dibujo se encuentra realizado en el tercer diedro (sistema europeo), cuenta con la vista frontal y la vista lateral derecha, tiene dos vistas de detalle y la vista isométrica de la pieza.
- Sistema de referencia: El sistema de referencia del dibujo se encuentra colocado en el orificio central de la pieza, esto me ayudó a identificar de donde parten las cotas que tiene el dibujo, además de las cotas críticas de este.
- Tolerancia geométrica: Una tolerancia geométrica se divide en 5 categorías: de forma, orientación, localización, variación y de perfil, su función es definir la zona teórica dentro de la que debe estar contenida la pieza. Analicé todas las vistas y los detalles del *fin* y no encontré ningún símbolo de tolerancia en el dibujo.
- Los datums: Es un punto, una línea, un eje o un plano teóricamente exacto, el cual, es el origen de una relación dimensional especificada además de que proporcionan información de diseño funcional. Bajo este concepto, vi que plano viene marcado con 3 datums, que son:
 - El datum A: La parte plana de la pieza (Corte de sección A-A).
 - El datum B: El diámetro exterior de la pieza (Vista frontal).
 - El datum C: El orificio marcado (Vista frontal).

Al ubicar las referencias del producto, el Ingeniero de producto y yo analizamos y descartamos los datums que no eran relevantes para nosotros, porque:

- Datum A Base de la pieza: Al salir del proceso de troquelado, la pieza no sale completamente plana o planchada, por lo que para controlar esta referencia necesitamos un dispositivo de sujeción más elaborado, complicando la medición de cada uno de los orificios del producto.
- Datum B Diámetro exterior de la pieza: se necesita hacer una idealización del diámetro exterior e interior contemplando la tolerancia con la que viene marcada la pieza, no se toma en cuenta en este momento por no ser una referencia importante para el ensamble.

Finalmente el Ingeniero de producto y yo definimos que el datum C es el más importante para este diseño, ya que como se ve en la imagen 2.2 en la vista de detalle B, observamos que las posiciones que tienen los orificios de la pieza, tanto en el eje X como en el eje Y, van referidas al orificio marcado como datum, por lo que, de todos los datums que tiene la pieza, decidimos que este es el más crítico, ya que si no se cumple la posición que marca el plano, el ensamble deja de ser funcional.

- Tolerancias de posición: Es la variación total permisible en la localización de una figura dimensional respecto a su posición ideal, generalmente esta tolerancia se aplica para barrenos o tornillos. Se definen en un cuadro de control donde indica si van referidas a MMC (Máxima condición de material), LMC (Mínima condición de material) o RFS (Indiferencia dimensional de la figura). Se requiere además, una referencia a un datum.

En la imagen 2.3 se muestra la tolerancia que tienen los orificios de la pieza.

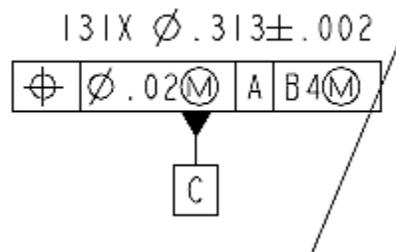


Imagen 2.3 Tolerancia de posición de los barrenos.

Se puede observar que es una tolerancia de posición ya que está contenido el símbolo en un cuadro de control esta tiene un valor referido al diámetro de los orificios de 0.02" a la máxima condición de material con referencia al datum C.

- MMC, LMC, RFS: Son las siglas que definen la cantidad de material que puede o no tener una figura. Una figura externa está a MMC cuando está en su límite de mayor tamaño, mientras que una figura dimensional interna está a MMC cuando está en su límite de menor tamaño. Por otro lado, si una figura dimensional externa está a LMC cuando está en su menor límite de tamaño, mientras que una figura dimensional interna está a LMC cuando está en su mayor límite de tamaño.

Cuando una figura dimensional no está en ningún extremo, la tolerancia geométrica (o datum) se aplica en forma independiente al tamaño de la figura, limitándose solamente a la cantidad definida, sin tomar en cuenta el tamaño de la figura, es conocido como RFS.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, procedí a delimitar las condiciones bajo las que iba a trabajar el dispositivo:

- El dispositivo estará colocado sobre una mesa de trabajo, donde el operador verificará continuamente que las piezas salidas del proceso de troquelado cumplan con las especificaciones requeridas por lo que se necesita hacer a este dispositivo lo más pesado posible, ya que el movimiento que el operador haga entre la prensa de troquelado y la mesa de inspección puede hacer que este por accidente tire el dispositivo de la mesa.

- Es un dispositivo que estará sometido a grandes cargas de trabajo, ya que la línea siempre estará funcionando, esto quiere decir, que se necesita fabricar de materiales resistentes para alargar la vida útil del dispositivo y evitar que se desgaste rápidamente.

2.4 Primer propuesta de diseño.

En un ensamble que dibujamos el Ingeniero de producto y yo, se muestra la mesa donde el ensamble estará trabajando, además se contemplan los componentes y las operaciones de maquinado. En la imagen 2.4 se muestra este dispositivo, que se compone de:

- Apoyos.
- Base de apoyo o recargadera para los pernos.
- Base superior o base de trabajo.
- Pernos intercambiables de localización.

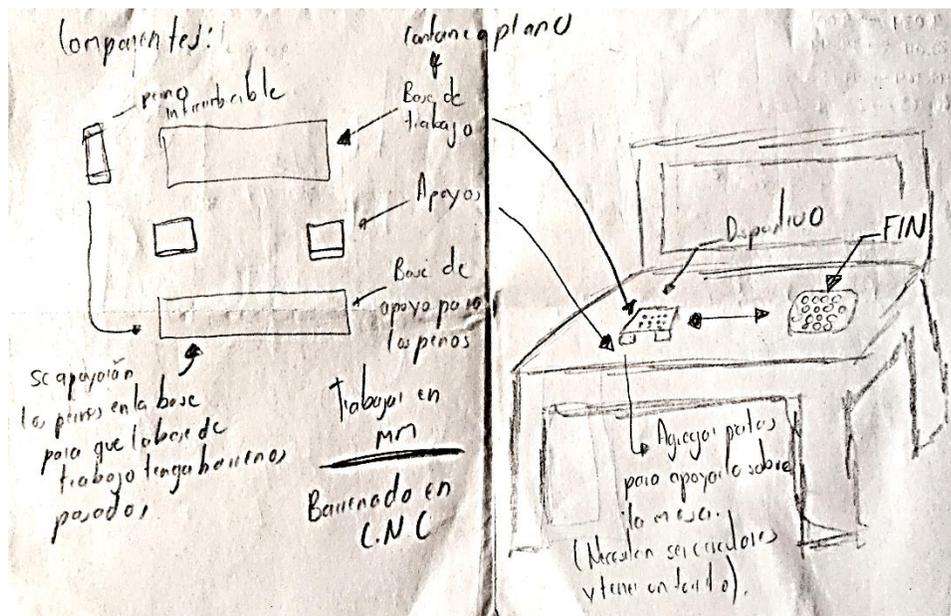


Imagen 2.4 Dibujo de ensamble.

El tener ya definidos los componentes y la manera en la que se iba a trabajar, procedí a dibujar los componentes en el programa *SolidWorks*.

Base superior.

En la imagen 2.5 se muestra el primer bosquejo del arreglo de la base superior, en el cual se muestra una placa en donde el producto está dibujado al centro de esta, conservando el mismo sistema de referencia, de esta manera se traslada todas las posiciones de los orificios del producto a la placa.

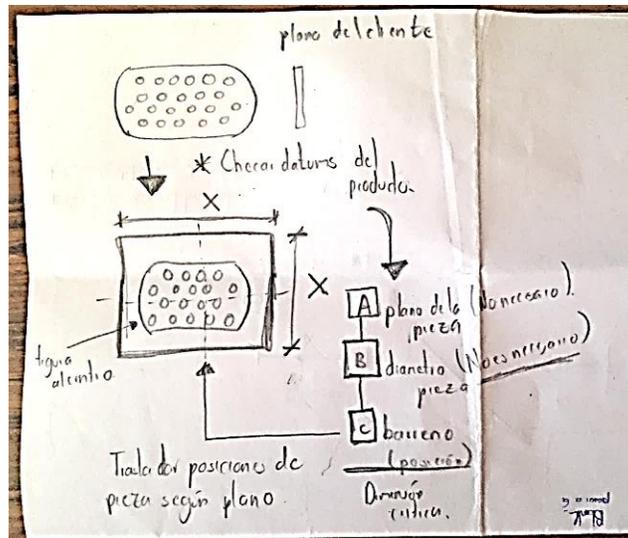


Imagen 2.5 Arreglo de la base superior.

Comencé por analizar la vista frontal de la pieza (imagen 2.6) ya que esta nos indica la posición del barreno marcado como datum C a partir del origen de la pieza, en la imagen tenemos una distancia de $1.840'' \pm 0.002''$ en el eje X como en el eje Y.

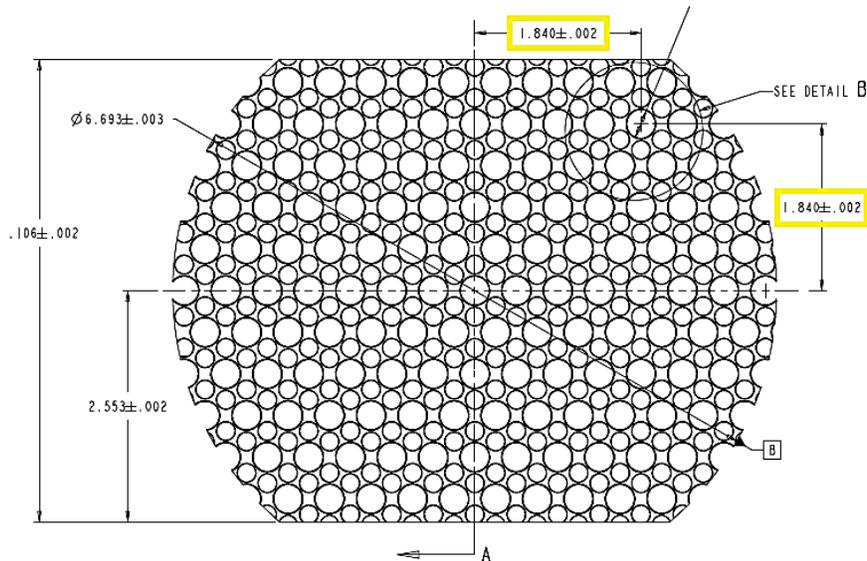


Imagen 2.6 Vista frontal de la pieza.

En la vista de detalle B (imagen 2.7) se tiene la posición de los barrenos a partir del barreno marcado como datum C.

Las medidas a partir del datum son $0.460'' \pm 0.002''$ tanto en el eje X como en el eje Y. Siendo estas medidas una referencia para los 131 barrenos.

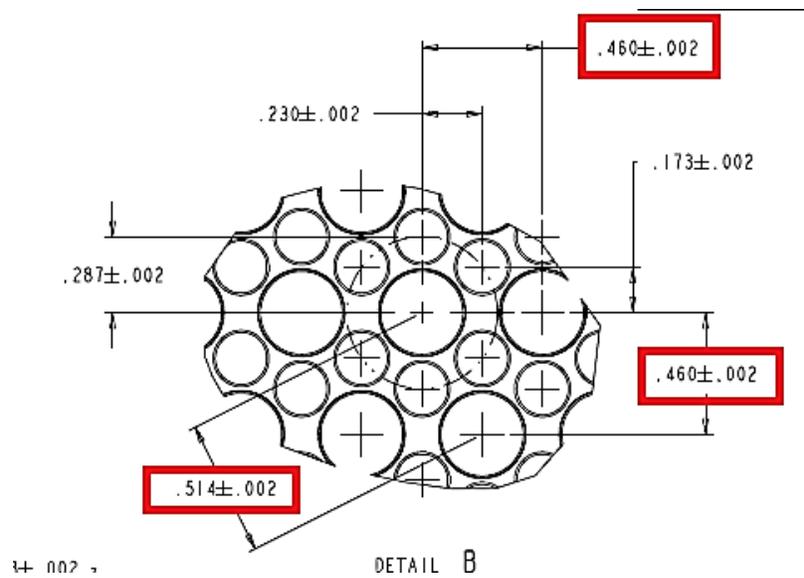


Imagen 2.7 Posición de barrenos a partir del datum.

Teniendo la posición de los barrenos a partir del plano de producto, procedí a dibujar una base cuadrada la cual va a alojar la pieza, por lo que el tamaño que la base va a tener, será superior a las medida más grande que tiene la pieza, en el plano, la medida es de 6.69" que son 170 mm, por lo que decidí dejar la base a 8" (203.2 mm) por lado (imagen 2.8).

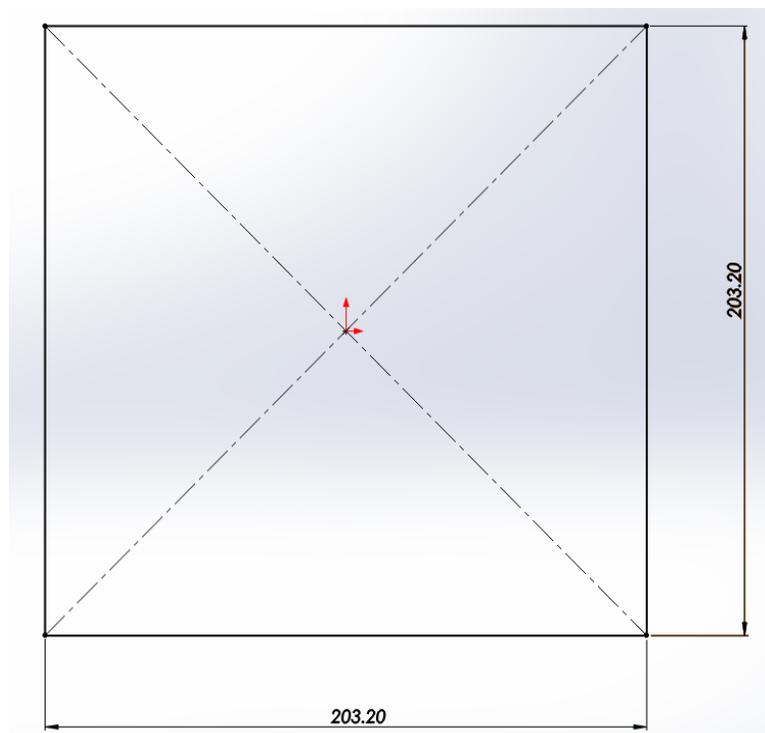


Imagen 2.8 Plano de la base superior.

El siguiente paso fue definir el espesor, opté por tomar una medida estándar, ya que esto facilitaría la manufactura. El espesor contemplado tenía que ser menor a 1" ya que arriba de esa medida, el proceso de fabricación de los orificios (Rimado) sería un proceso complicado, por lo que decidí tomar una medida de 0.5" o 12.7 mm quedando como se muestra en la imagen 2.9.

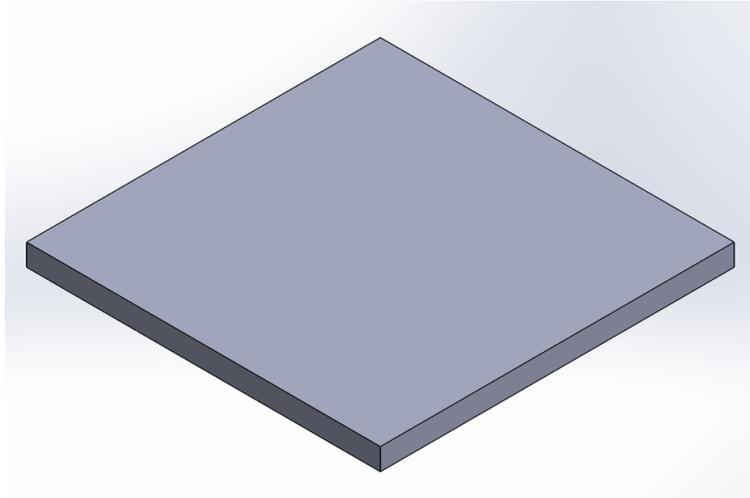


Imagen 2.9 Vista isométrica de la base.

El siguiente paso fue trasladar la posición de los barrenos del plano del producto a la base superior, por lo que dibujé el plano del producto en la pieza, respetando el sistema de referencia (imagen 2.10 y 2.11).

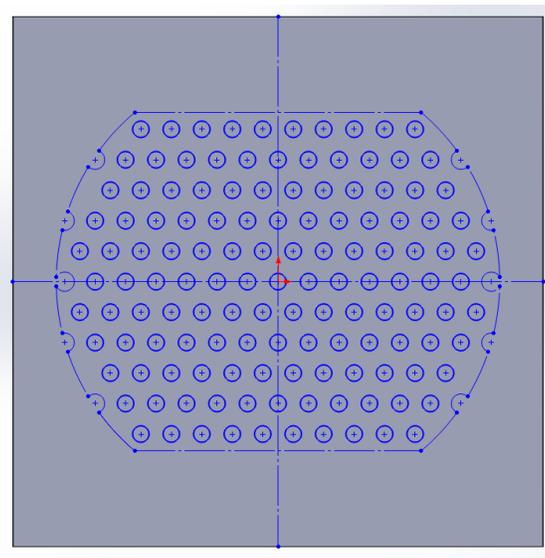


Imagen 2.10 Vista frontal del plano de producto dibujado en la placa.

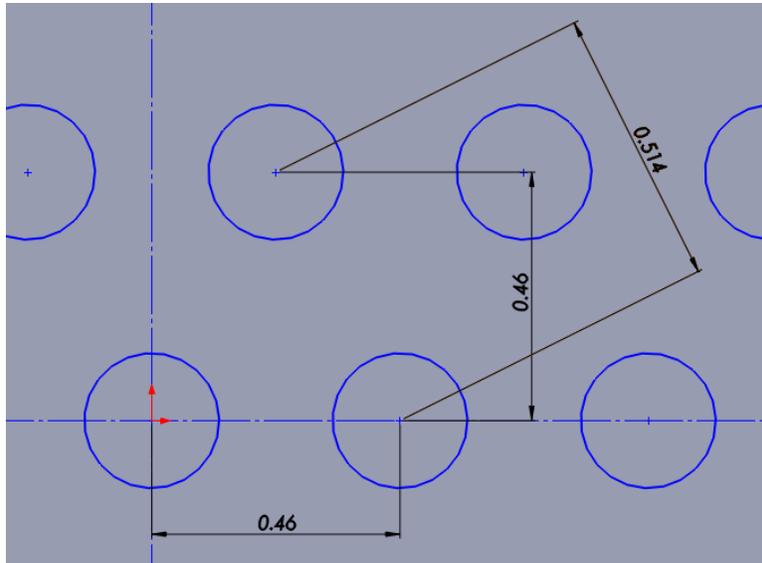


Imagen 2.11 Posición de los barrenos en la placa.

A pesar de tener el dibujo con las posiciones nominales de los 131 barrenos, aun tendría que definir el diámetro de los orificios faltantes. Existen en el mercado cortadores con una medida de 0.3125" o 5/16" que se aproxima a la medida del barreno marcado en el plano, pero decidí dejar una medida de 6.35 mm o 0.250" para futuras modificaciones, por lo que, la placa quedó de la siguiente manera (imagen 2.12).

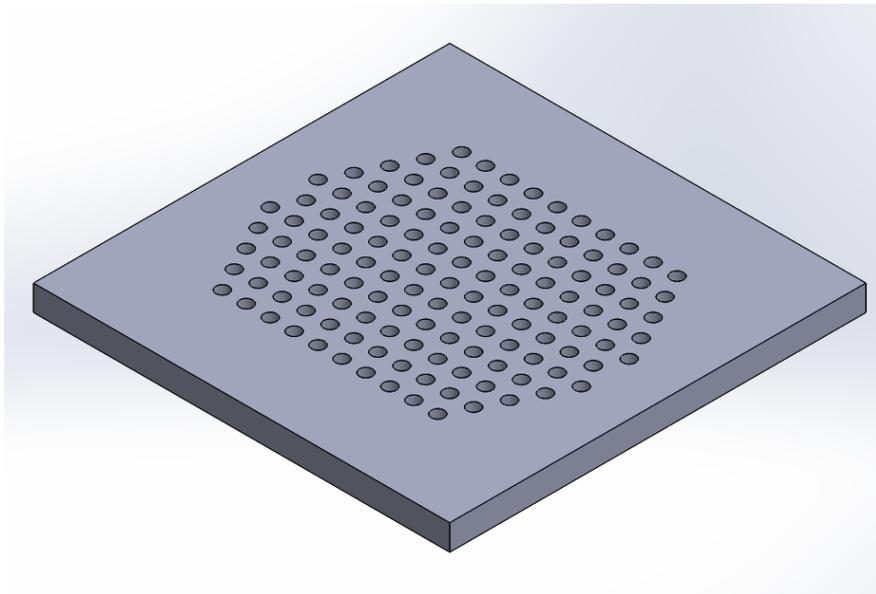


Imagen 2.12 Vista isométrica de la placa con los barrenos.

Al tener la posición de los barrenos de la placa, decidí ponerle roscas M6 en cada esquina de la placa, aunado a eso, le coloqué chaflanes a cada esquina del dispositivo para matarle el filo a las esquinas.

El paso siguiente fue agregar un pequeño escalón al dispositivo, esto con el propósito de comprobar de manera rápida el diámetro exterior de la pieza, este diámetro, lo dejé a medida nominal de plano (6.693" o 170 mm).

Decidí agregar este escalón para que el operador pudiera darse cuenta del diámetro exterior de la pieza, ya que, aunque no lo manejé como una consideración importante de diseño, agregue este escalón para inspeccionar visualmente esta medida (imagen 2.13).

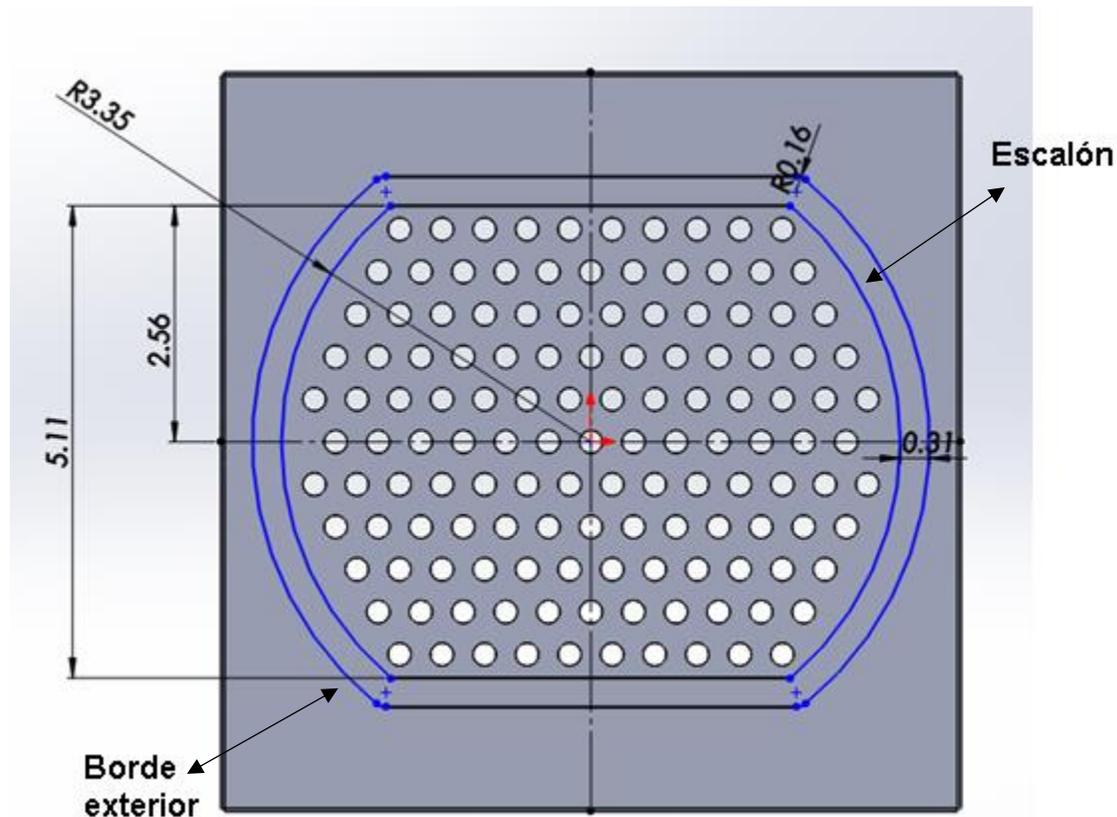


Imagen 2.13 Escalón agregado.

El borde exterior de la pieza fue para ponerle un tope a este escalón y no prolongarlo por toda la base. La profundidad que tiene este escalón es de 2 milímetros, ya que no tiene que ser tan profundo, debido a que el desbaste en CNC toma demasiado tiempo.

Por último, el material que tendría esta base no debería de tener el proceso de temple, pero debería ser resistente ya que es la parte del dispositivo en el cual se trabajará más.

Al no tener más consideraciones que agregar, se muestra en la imagen 2.14 una vista isométrica de la base.

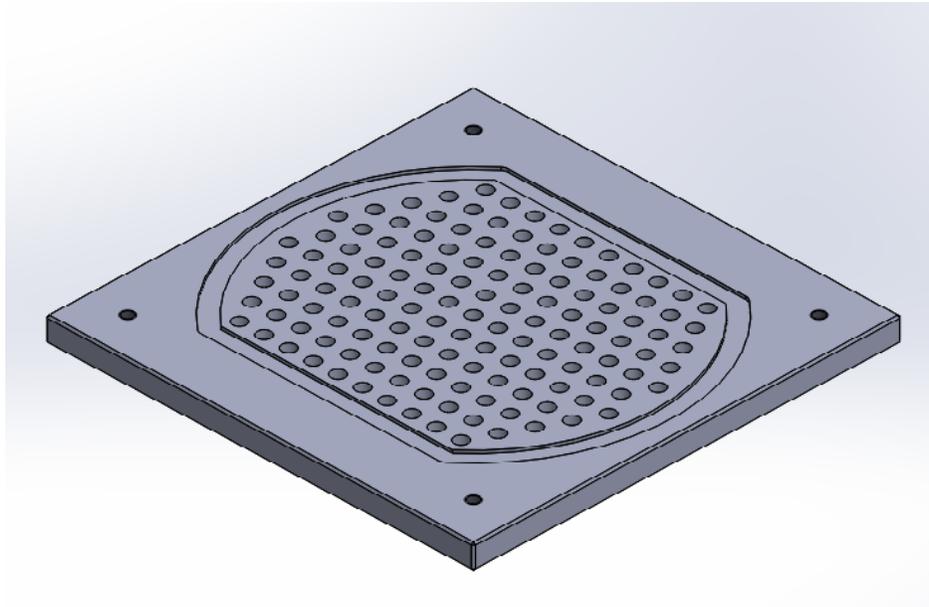


Imagen 2.14 Vista isométrica de la base.

Pernos de localización.

En la imagen 2.6, se muestra la medida de los barrenos que es de $\varnothing 0.313 \pm 0.002$ y que se aplica a los 131 orificios de la pieza, sin embargo, noté que marca una tolerancia de posición de 0.02" a la máxima condición de material. Bajo esta restricción, diseñé de manera independiente cada uno de los pernos ya que el concepto de tolerancia de posición y máxima condición de material se aplica de diferente manera para cada uno.

Esto es, el barreno marcado como datum C, se aplica únicamente la tolerancia lineal que tiene el barreno, ya que se necesita que el orificio de la pieza pueda entrar en el perno de localización.

Para los orificios restantes aplique el concepto de condición máxima de material y, además la tolerancia de posición que indica el plano, quedando las medidas siguientes:

- Para el barreno datum: $\varnothing 0.313" - 0.002" = \varnothing 0.311"$
- Para los demás barrenos: $\varnothing 0.313" - 0.002" - 0.02" = \varnothing 0.291$

Al tener definidas las medidas que deben de tener los pernos, procedí a diseñar el cuerpo de estos, el propósito que tienen estos pernos es definir el diámetro aplicado

a la máxima condición de material y localizar la pieza aplicando la tolerancia de posición. Estos pernos se alojarán en la placa superior ya que es la que contiene las posiciones nominales de los orificios.

El diseño de los pernos localizadores, lo hice basándome en la medida de los orificios de la placa superior y en las siguientes consideraciones:

- El propósito de los pernos localizadores es verificar la pieza tanto en diámetro como en posición.
- Estos pernos localizadores tienen que ser intercambiables, debido a que con el tiempo su vida útil se reducirá y perderán la medida.
- Se necesitan hacer pernos localizadores templados, para evitar un desgaste continuo debido a que son el componente que estará más en contacto con el producto.
- Se pueden hacer a dos cuerpos, uno, que ajuste en la placa superior y otro que tenga la medida calculada anteriormente.

En la imagen 2.15 se muestra un bosquejo realizado de los pernos, y de cómo es que se pretendía que ajustarán en la placa.

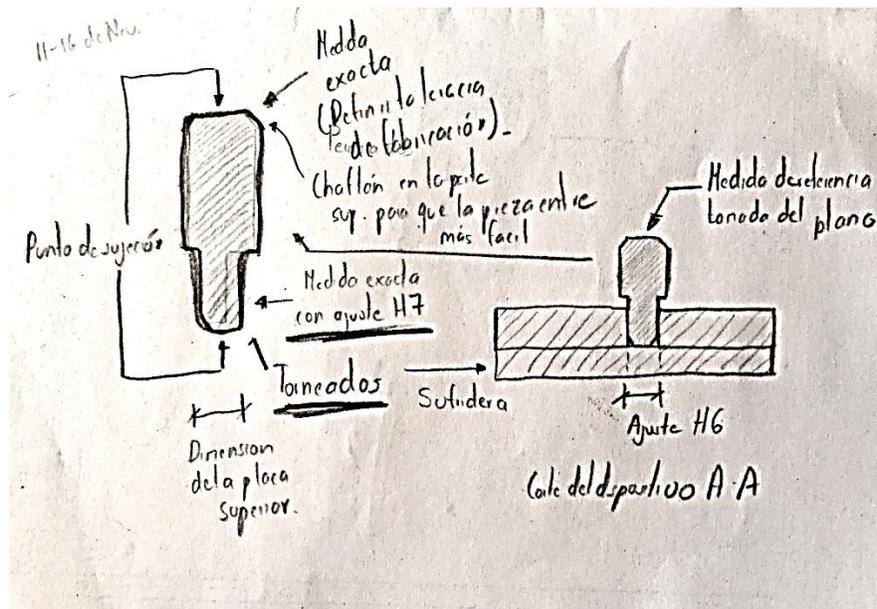


Imagen 2.15 Bosquejo del perno.

Con las características definidas en el bosquejo, dibujé un prototipo en *SolidWorks*. Un perno que estuviera hecho de dos cuerpos, uno con la medida nominal calculada anteriormente y otro con la medida del barreno que tiene la placa superior. (Imagen 2.16 y 2.17).

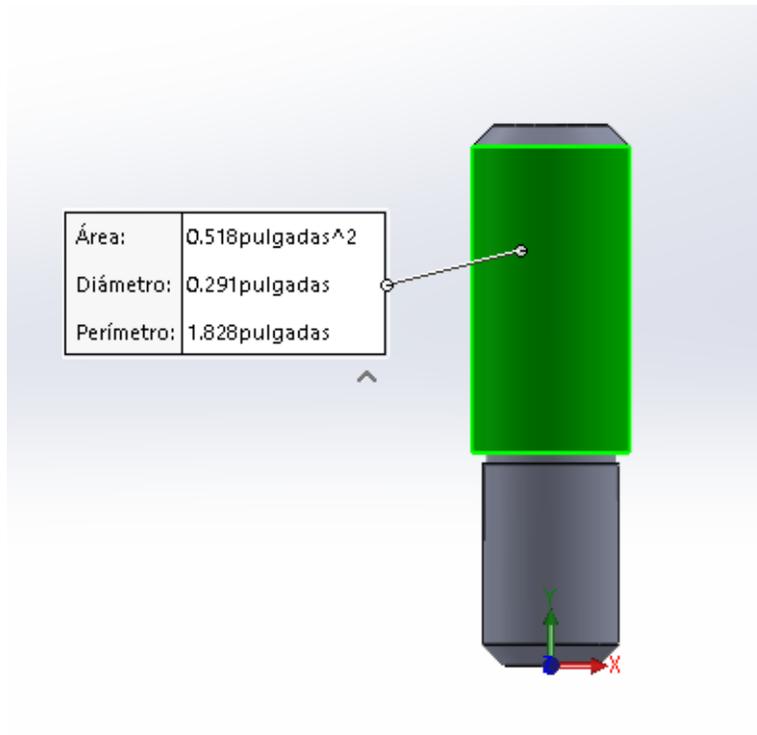


Imagen 2.16 Vista frontal del perno de 0.291”.

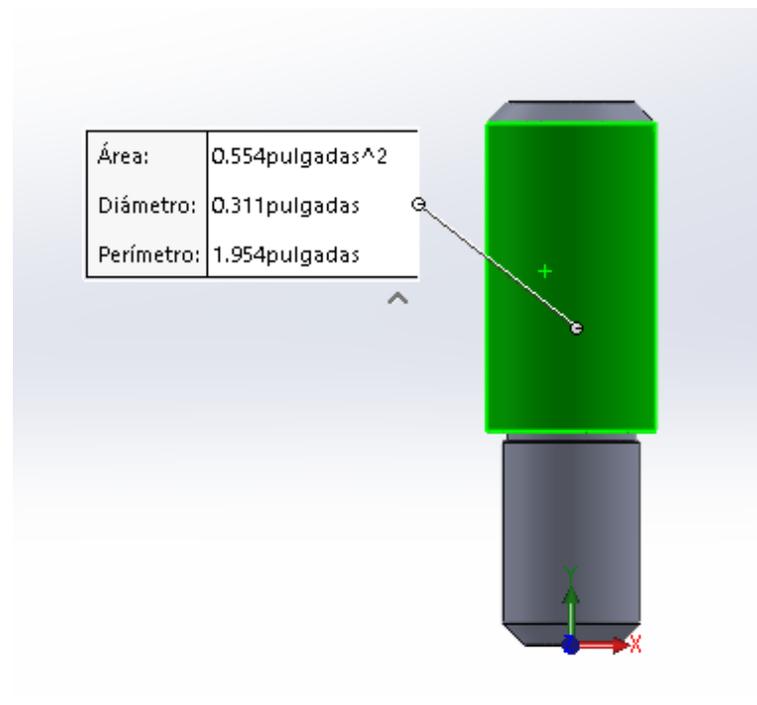


Imagen 2.17 Vista frontal del perno datum de 0.311”.

Bases inferiores.

Las bases que tiene el dispositivo, cumplen con dos funciones.

- En ellas necesita estar el tornillo que hará la sujeción de las placas con las bases.
- Es el componente que estará en contacto con la mesa, por lo que se necesitan hacer de un material resistente templado para que no se desgasten tan rápido.
- Se necesitan rectificar las 4 al mismo tiempo ya que si se hacen en partes diferentes, puede ser que no queden a la misma altura.

Elaboré un bosquejo de como pensé diseñar las bases (imagen 2.18).

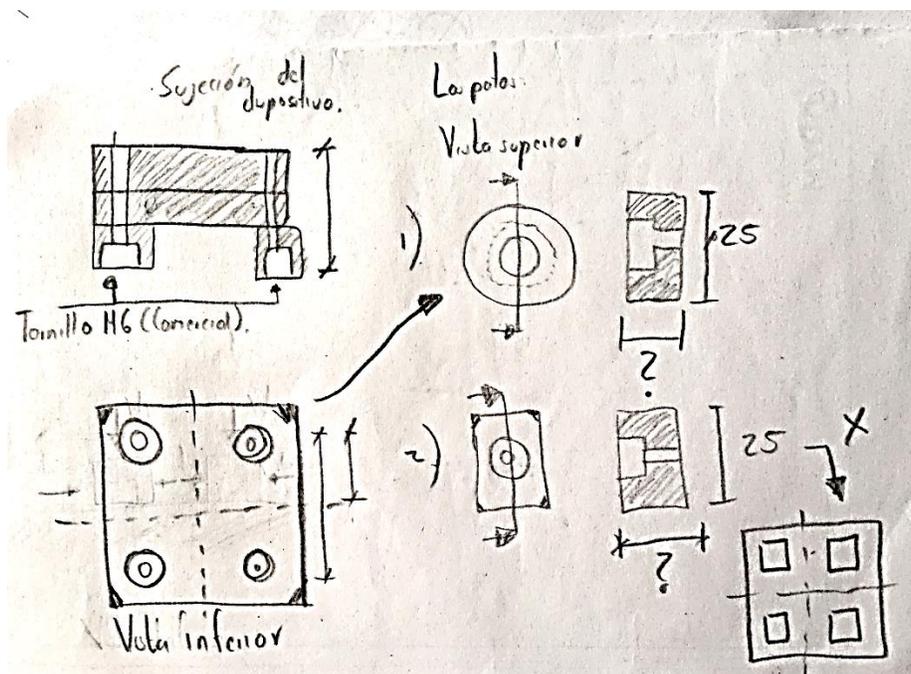


Imagen 2.18 Bosquejo de las bases.

Las bases tenían que ser circulares ya que su elaboración es más sencilla que unas cuadradas, además, la forma del tornillo encaja perfectamente con las patas circulares.

La medida de tornillo que tiene la placa superior y la sufridera es de M6, por lo que, las placas deben alojar a un tornillo de esa medida. El diámetro elegido de las bases fue de 25 mm, ya que es una medida que ajusta a las medidas de la placa superior y la sufridera.

Sufridera.

El dispositivo cuenta también con una sufridera en donde los pernos se van apoyar, esto, para que no se muevan cuando la pieza a medir sea colocada.

La sufridera tiene las mismas dimensiones que la placa superior, pero cuenta solamente con los barrenos que van a hacer la sujeción de la placa superior y las bases del dispositivo. El espesor de la placa es de solamente 6 mm, ya que no realiza alguna otra función (imagen 2.19).

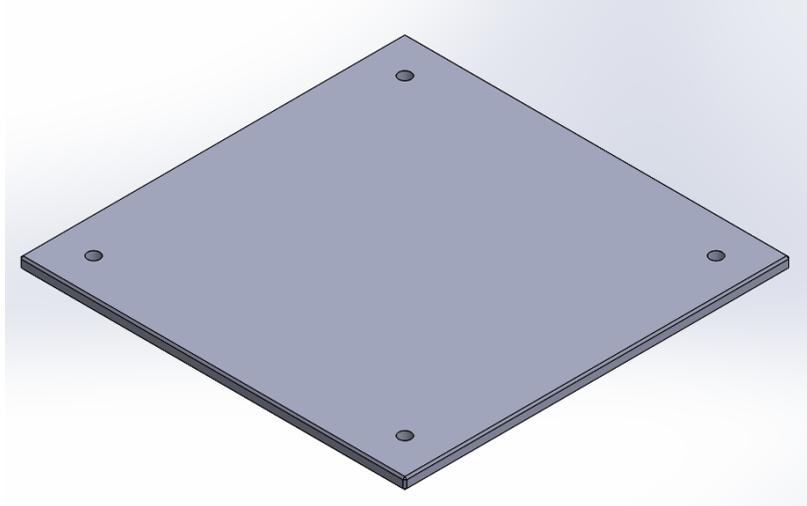


Imagen 2.19 Vista isométrica de la sufridera.

Ensamble

El ensamble del prototipo lo diseñe en el módulo de ensamble de *SolidWorks*, juntando los componentes, además, agregué los tornillos que ya vienen de manera predeterminada en el programa, quedando el ensamble como se muestra en la imagen 2.20.

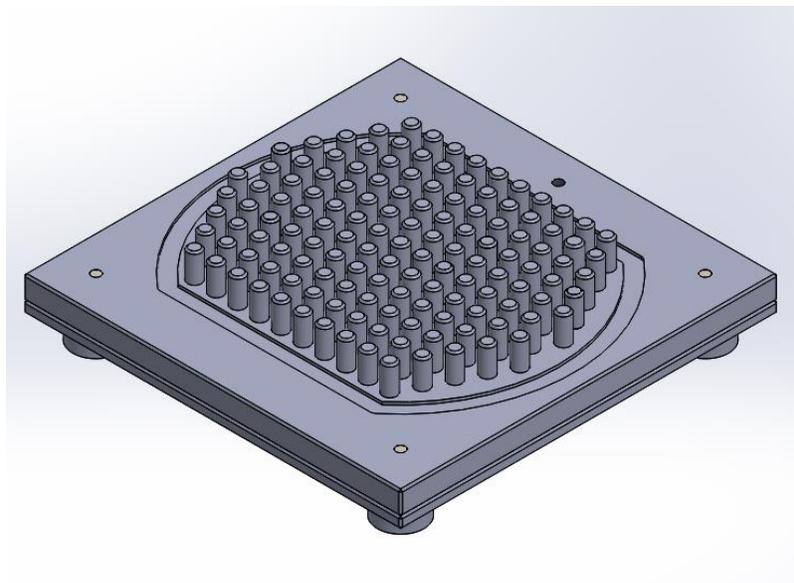


Imagen 2.20 Vista isométrica del ensamble.

2.5 Cambios de diseño.

Al tener los planos de los componentes del prototipo que diseñé (Apéndice A), tuvimos una reunión el Ing. de producto, el jefe del área de calidad y yo, para definir las características más convenientes, además de los requerimientos adicionales para el funcionamiento correcto del dispositivo.

La reunión tuvo una retroalimentación muy variada, ya que, me sugirieron cambiar la parte superior, y agregar un datum más de referencia, esto, para tener un control más estricto de la pieza.

Los comentarios relevantes son:

- Diseñar un dispositivo *Go-NoGo* para checar el diámetro mínimo y máximo de los orificios de la pieza.
- Agregar una referencia datum a la base superior, en este caso, el datum B, no se tomó en cuenta con anterioridad debido a que no era referencia importante para el ensamble, sin embargo, con los cambios en el plano, el datum B necesita ser una referencia medible ya que el proceso de troquelado necesita estar más controlado.
- Agregar un método de sujeción en la placa superior para el dispositivo *Go-NoGo*

2.6 Prototipo #2.

Teniendo el diseño del dispositivo, lo siguiente fue realizar los cambios pertinentes a los elementos involucrados en las mejoras que se propusieron en la junta:

Diseño de un dispositivo *Go-NoGo*

Un dispositivo *Go-NoGo* es aquel que tiene dos pernos, uno en cada extremo, con la medida mínima y máxima del diámetro de los barrenos de la pieza. Comencé el diseño del dispositivo haciendo un bosquejo de cómo es que luciría un dispositivo así.

Este dispositivo se compone de 3 elementos básicos (imagen 2.21) que son:

- Perno con la medida del diámetro mínima (1).
- Perno con la medida del diámetro máxima (2).
- Base donde irán sujetos los pernos (3).

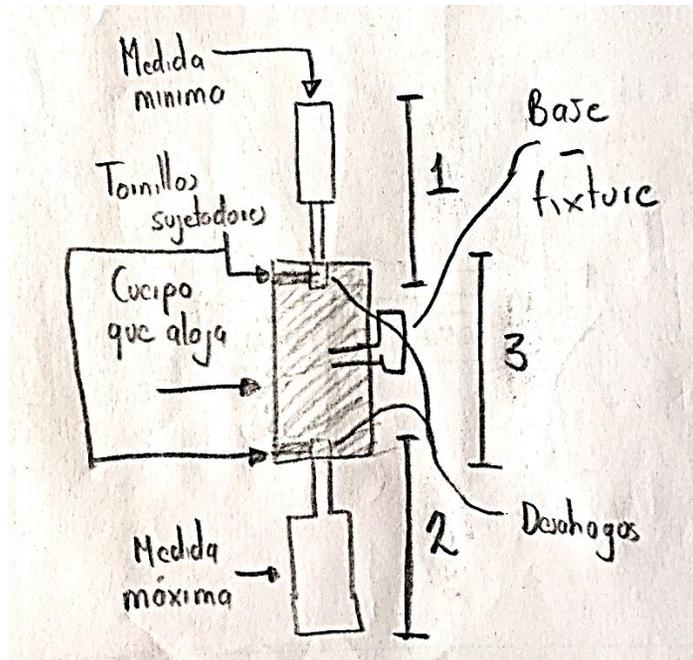


Imagen 2.21 Concepto del Go-NoGo.

Base del dispositivo Go-NoGo.

La base superior es un cilindro con dos desahogos, uno en cada extremo para poder alojar a los pernos, los cuales van a ir sujetos con un tornillo opresor (Imagen 2.22). Además, tiene en su parte central un tornillo más, el cual tendrá la función de sujetar el dispositivo Go-NoGo al *fixture*.

El cilindro, en sus dos planos tiene un texto con la leyenda "Go" y otro con la leyenda "No Go" para identificación de los pernos.



Imagen 2.22 Vista isométrica de la base del dispositivo.

Aunado a eso, decidí colocarle unas letras en cada uno de los planos con la leyenda “Go 0.311” en la parte frontal y “No Go 0.315” en la parte superior, esto para facilitar al operador el chequeo de la pieza (Imagen 2.23).

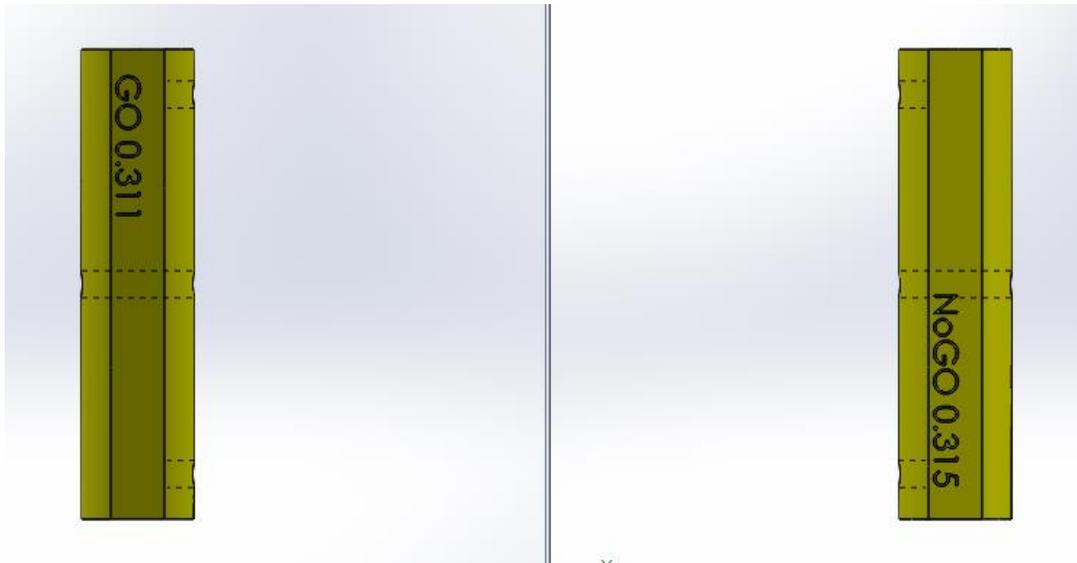


Imagen 2.23 Vista frontal y posterior con los grabados del dispositivo.

Pernos Go y NoGo.

El diseño de los pernos decidí hacerlo con dos cuerpos, uno, que alojara en la cavidad de la base y otro que tuviera la medida mínima y máxima, el plano de producto nos marca un diámetro nominal de $\varnothing 0.313$ y una tolerancia lineal de ± 0.002 por lo que la medida de estos pernos quedó en:

- Para la medida mínima: $0.313 - 0.002 = 0.311$ "
- Para la medida máxima: $0.313 + 0.002 = 0.315$ "

Estos pernos llevan un tornillo M3 pasado en la parte inferior, esto para poder hacer la sujeción de la base con el perno. Para facilitar que la pieza entre sin problemas en el *fixture*, tienen además un chaflán en el borde superior (Imagen 2.24 y 2.25)

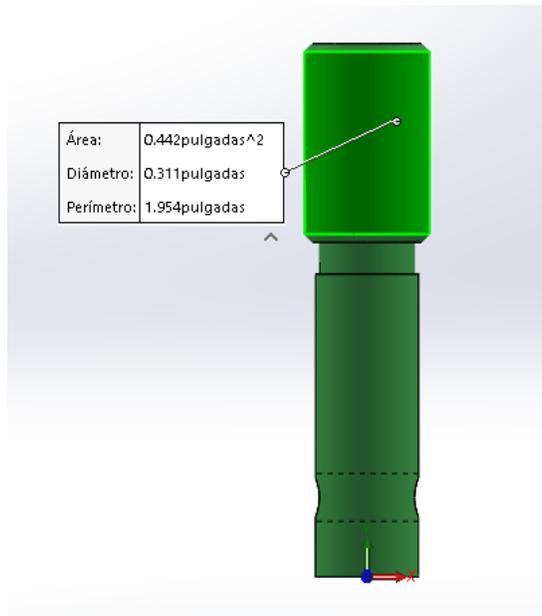


Imagen 2.24 Perno con la medida Go (0.311”).

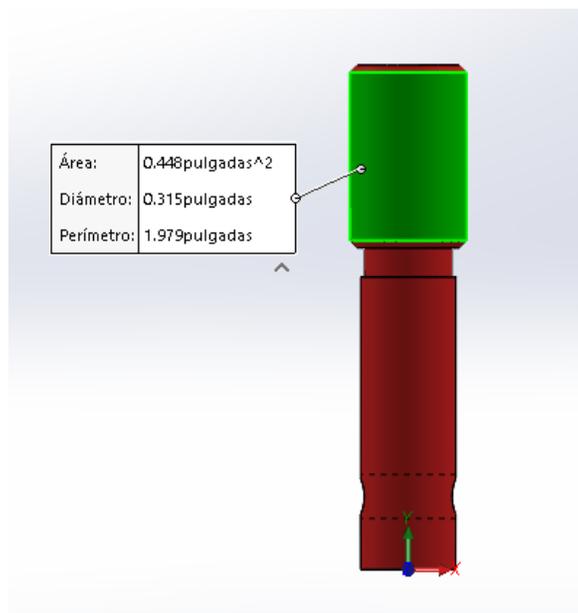


Imagen 2.25 Perno con la medida NoGo (0.315”).

Con el diseño de las 3 partes principales del dispositivo, armé el ensamble en el mismo programa de *SolidWorks*, donde además, agregue la tornillería quedando como se ve en la imagen 2.26.

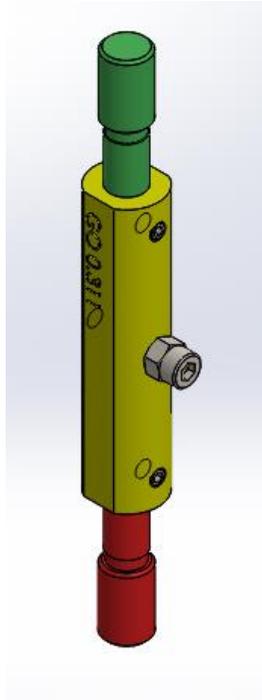


Imagen 2.26 Vista isométrica del ensamble del *Go-NoGo*.

Base superior del fixture.

Tomando en cuenta las recomendaciones que se hicieron, la base superior tenía que ser modificada, agregando una referencia más para poder asegurar que la pieza cumpla con las características, elaboré un par de bosquejos con las ideas que tenía para este prototipo.

La idea principal de diseño fue un escalón que tuviera la geometría de la pieza, considerando que el diámetro exterior tuviera la medida nominal del producto. La otra idea fue que hubiera dos escalones, uno, con la medida máxima del diámetro marcado por el plano, y otro con la medida mínima, entre estos, que hubiera escalón para que de manera visual, el operador pudiera checar que la pieza este dentro de especificación (imagen 2.27 y 2.28).

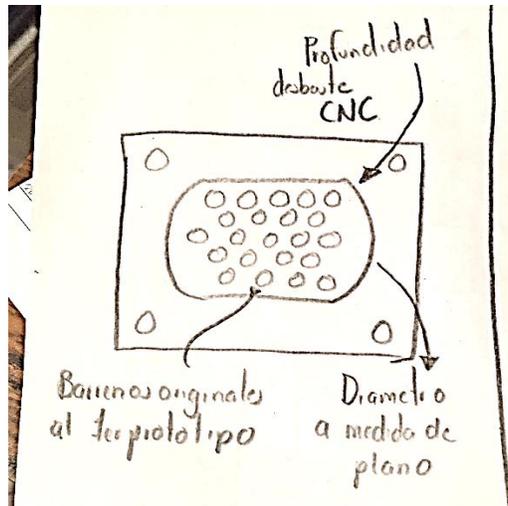


Imagen 2.27 Diseño #1.

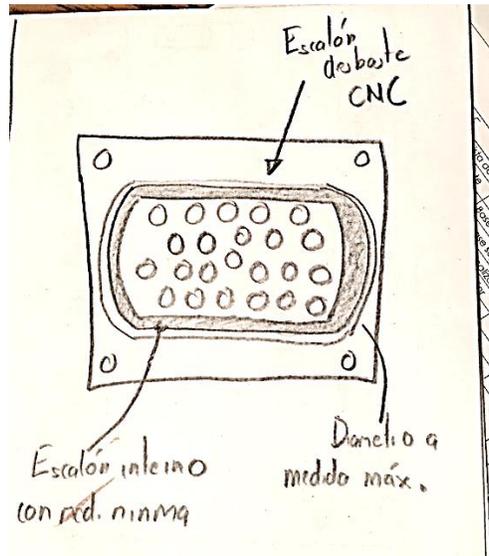


Imagen 2.28 Diseño #2.

Ambos diseños cumplen con el propósito propuesto, sin embargo, elegí el diseño #1, ya que la diferencia entre la tolerancia máxima y mínima del diámetro de la pieza es de 0.006" lo cual, al ser imperceptible para el ojo del operador, no se distingue si la pieza está dentro de medida.

Por otro lado, al sugerir esta idea al Ingeniero de producto, él comentó que se considerará el diámetro máximo de la pieza como tope para el prototipo #1, ya que el considerar el diámetro nominal de esta, no brinda un parámetro real para controlar la tolerancia de la pieza.

Otra de las observaciones que se me hizo, fue agregar un pequeño desahogo en los bordes de la geometría de la pieza, esto, para que de manera manual, el operador extraiga la pieza del *fixture*.

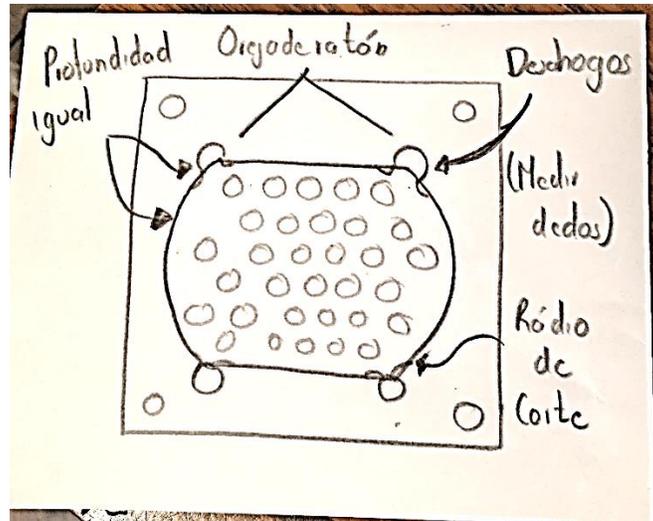


Imagen 2.29 Diseño #3.

Procedí a llevar estas modificaciones al programa de la base superior del primer prototipo, eliminé el escalón que tiene e hice una figura uniforme con el diámetro exterior de la pieza con la tolerancia máxima.

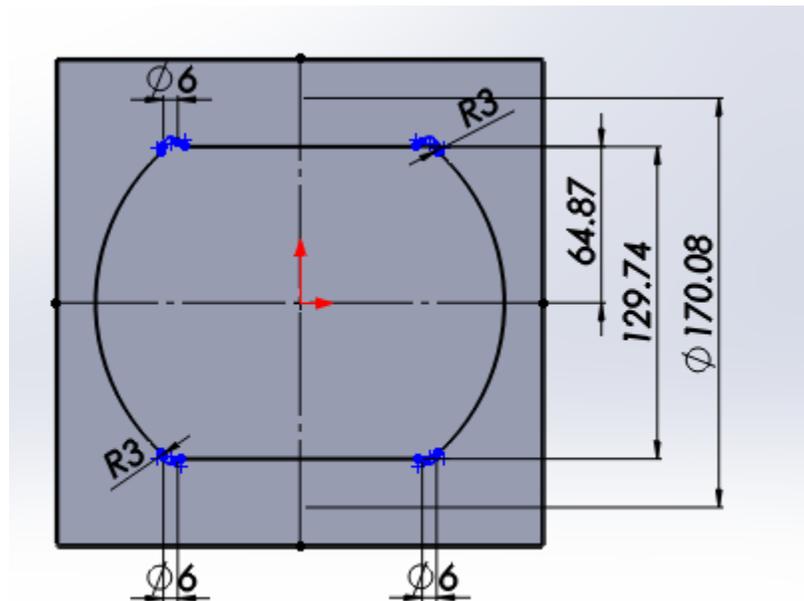


Imagen 2.30 Cambio en la base superior.

Las “orejas de ratón” que tiene la base superior en las esquinas, es para que el operador, de manera manual pueda sacar la pieza del *fixture*. Escogí esta medida porque es la medida promedio que tiene un dedo (imagen 2.31).

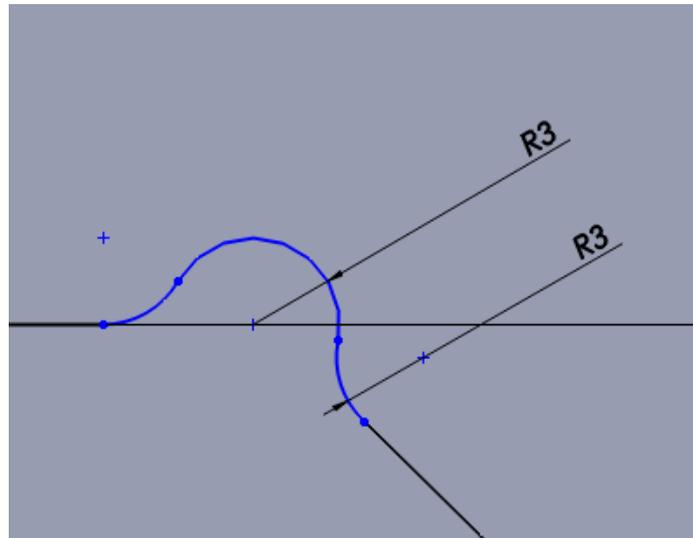


Imagen 2.31 Oreja de ratón.

Con estas modificaciones, aun hay que agregar un mecanismo de sujeción para el dispositivo *Go-NoGo*, para que este dispositivo este fijo en el *fixture* y pueda moverse con libertad. El diseño que hice del dispositivo *Go-NoGo*, tiene en su parte central un tornillo M3 con una rondana, el cual, es para atar un cable que sujete al dispositivo con la placa, por lo que, agregué a la placa una rosca para tornillo M6 (imagen 2.32). Decidí agregar una rosca M6 ya que la tornillería de la placa que sujeta a las bases es de la misma medida, por lo que conservé el mismo concepto.

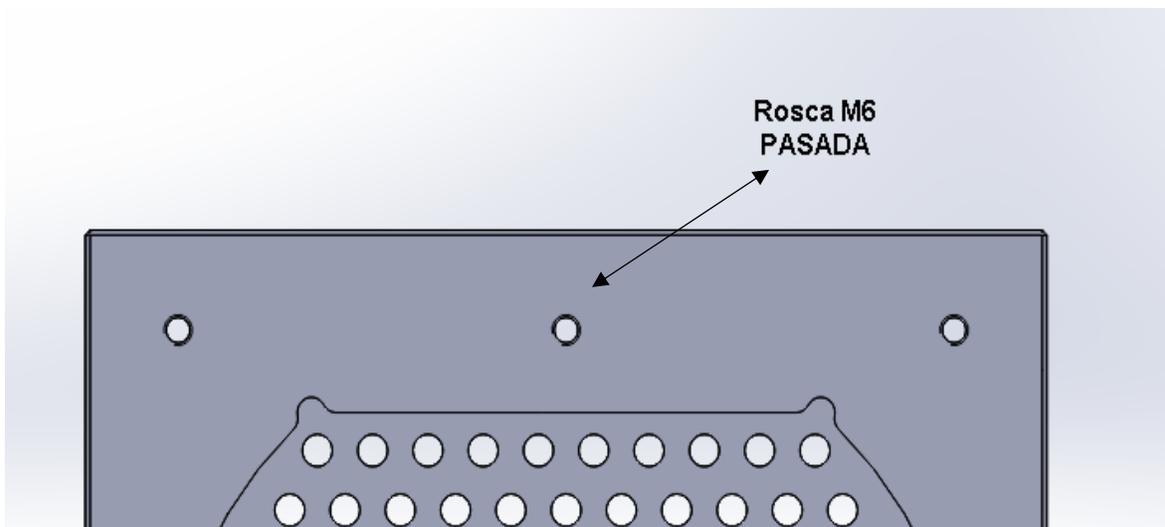


Imagen 2.32 Barreno de sujeción.

Aunado a esto, modifiqué también la placa superior, agregando una caja donde alojaría un magneto, en el cual, el operador pudiera dejar el dispositivo *Go-NoGo* y fijarlo de tal manera a la base para que este no se moviera ya cuando el dispositivo no esté en uso, pudiendo deteriorar el cable con el que va a estar sujeto el dispositivo. Contemplé otras ideas, que se ven en la imagen 2.33.

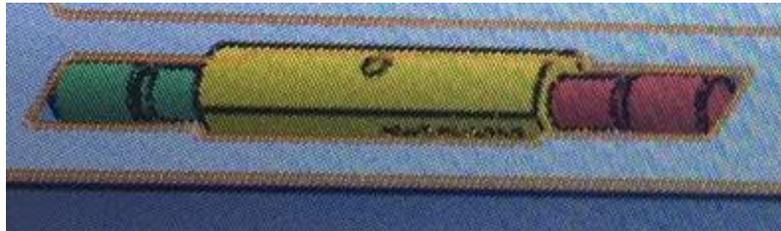


Imagen 2.33 Caja en base superior.

Propuse como primera opción una caja dentro de la placa, que pudiera alojar al dispositivo en su interior, pero el tiempo de maquinado de la caja, iba a prolongar el tiempo de elaboración del dispositivo, además, no es estético el poner una caja.

Como segunda opción contemplé el poner una caja que alojaría un imán, de esta manera, el dispositivo siempre estaría fijo a la base, y sería retirado sin dificultad por el operador (imagen 2.34).

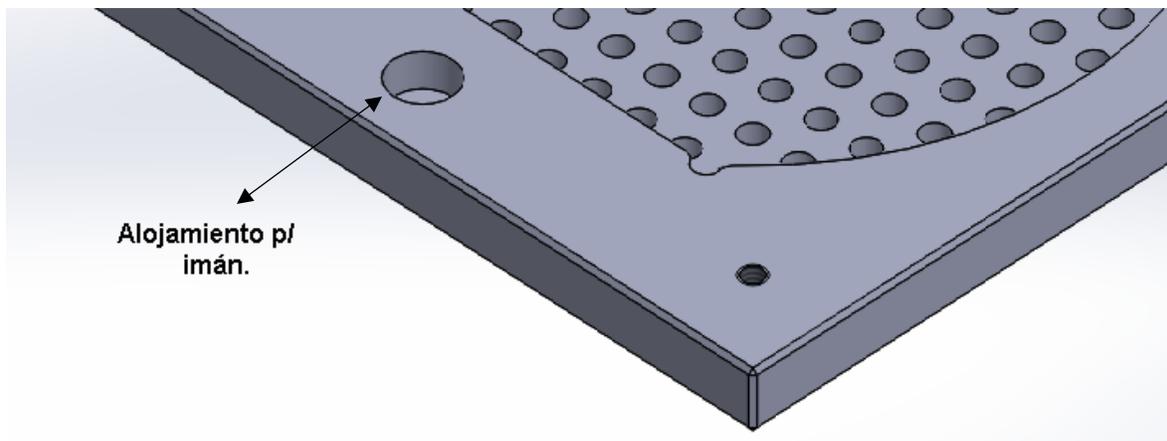


Imagen 2.34 Alojamiento de imán.

Elegí el alojamiento del imán debido a que el tiempo del proceso de manufactura es más corto que el de todas las demás opciones, además de que estéticamente luce mejor.

Una vez concluidas las modificaciones que realicé a la parte superior y habiendo realizado el diseño del dispositivo *Go-NoGo*, procedí a realizar el ensamble, quedando como se muestra en la imagen 2.35.

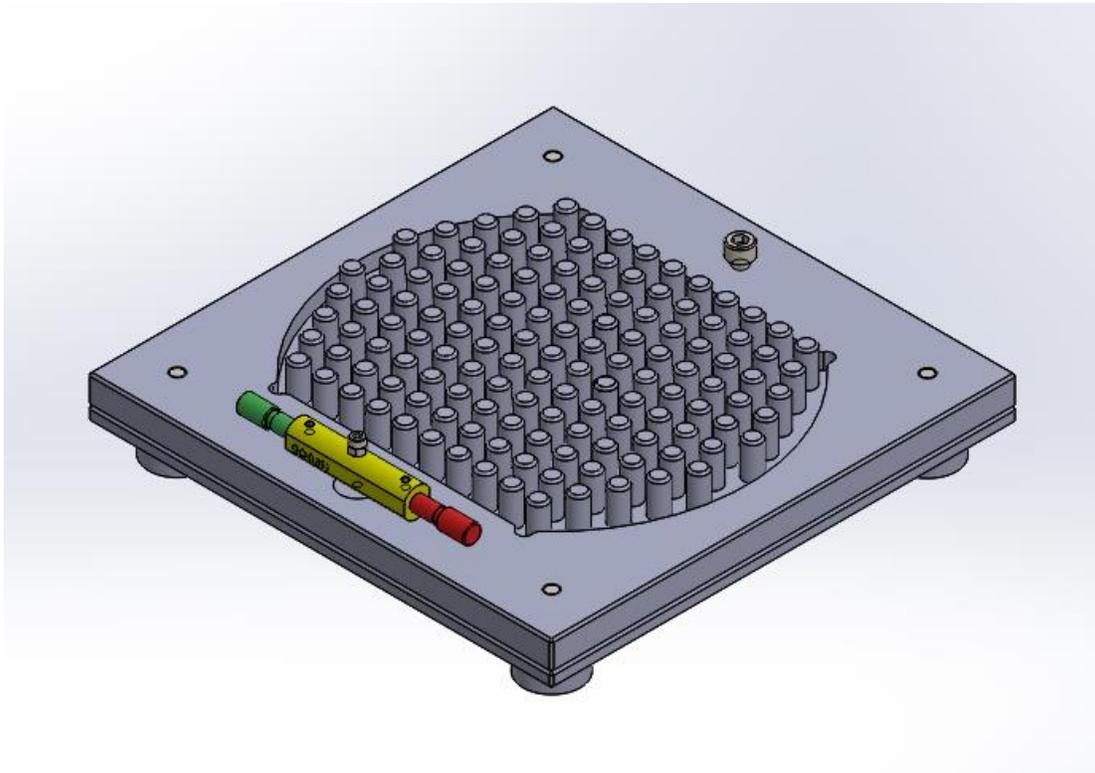


Imagen 2.35 Ensamble prototipo #2.

2.7 Rediseño final.

Al haber concluido el prototipo con las modificaciones recomendadas por el Ingeniero de producto y por el jefe del área de calidad, tuvimos una junta de proyectos, donde además de presentar el prototipo #2 con las modificaciones que el Ingeniero de producto y el jefe de calidad me propusieron hacer, se presentó una 2da revisión del dibujo de producto del fin.

Los comentarios relevantes son:

- Debido a que la pieza necesita centrarse correctamente, no se puede confiar en un perno recto, por lo que el perno de localización tendría que ser cónico.
- Se necesita modificar el dispositivo *Go-NoGo* agregando el perno de localización.
- Cambiar el barreno de localización de la placa superior conforme al nuevo plano enviado por el cliente.
- Realizar las modificaciones pertinentes a todos los componentes con motivo del nuevo plano de producto (imagen 2.36).

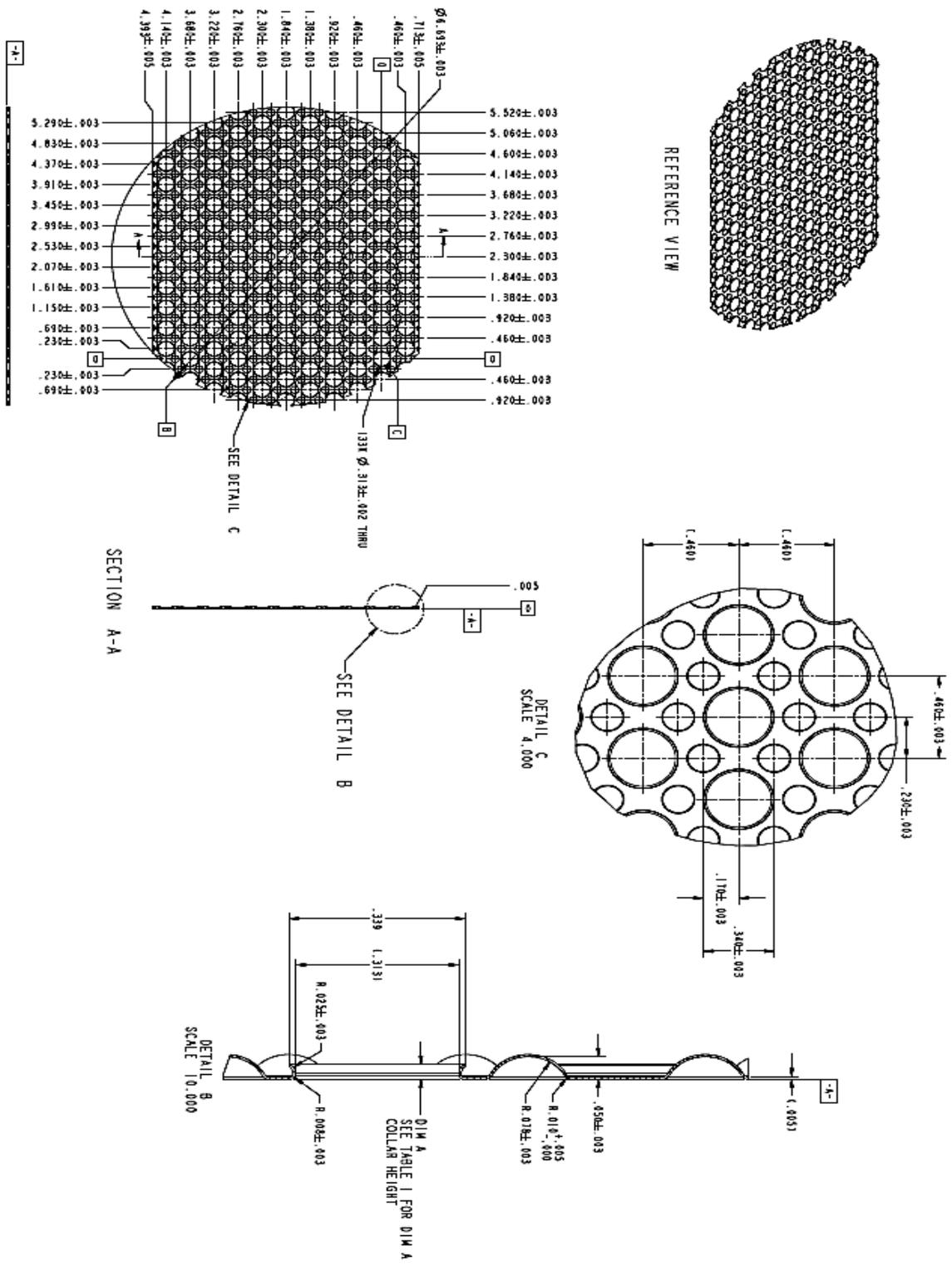


Imagen 2.36 Dibujo del fin, revisión #2.

En la reunión de trabajo, se dibujaron algunos bosquejos que muestran los cambios requeridos de los componentes:

El perno de localización debe ser cónico en una parte y en otra, debe ser recto, esto para el centrado de la pieza correctamente en el alojamiento del dispositivo, además de que se absorbería toda la tolerancia que tiene el barreno (Imagen 2.37), de esta manera, habría que agregar una caja en esa posición del barreno para que el pin cónico quede colocado correctamente.

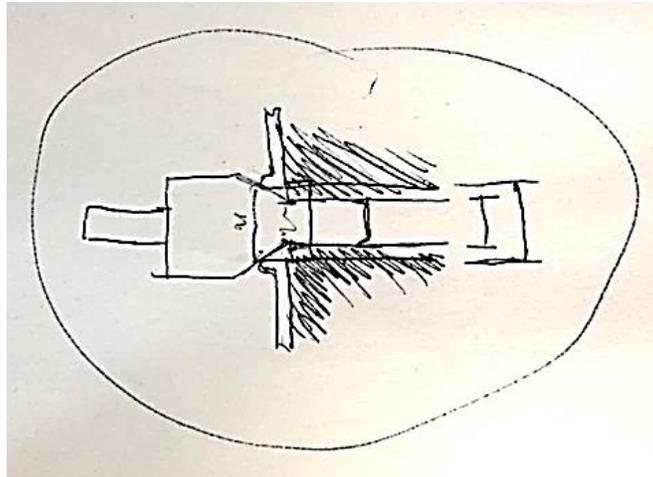


Imagen 2.37 Centrado correcto de la pieza.

Para realizar el perno cónico, este debe de cumplir con una geometría como la que se muestra en el dibujo 2.38, ya que, se realiza el centrado de la pieza con la placa con la parte recta del perno, con la parte cónica, se realiza el centrado del pin con el producto troquelado, aunado a eso, este debe de tener los grados necesarios para que se realice un contacto correcto entre el orificio de la pieza y el perno.

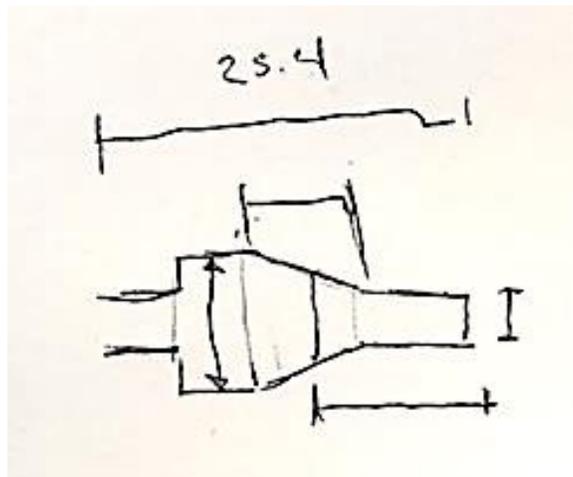


Imagen 2.38 Dibujo de pin cónico.

Al tener un perno cónico, se necesita modificar el dispositivo *Go-NoGo*, ya que este debe de estar en este dispositivo, para que el operador realice de manera rápida el chequeo tanto de la posición de la pieza como del diámetro de los barrenos. Esto significa que el pin *Go* y el *NoGo* deben de compartir un solo cuerpo, esto es, un perno que tenga las dos medidas (Imagen 2.39).

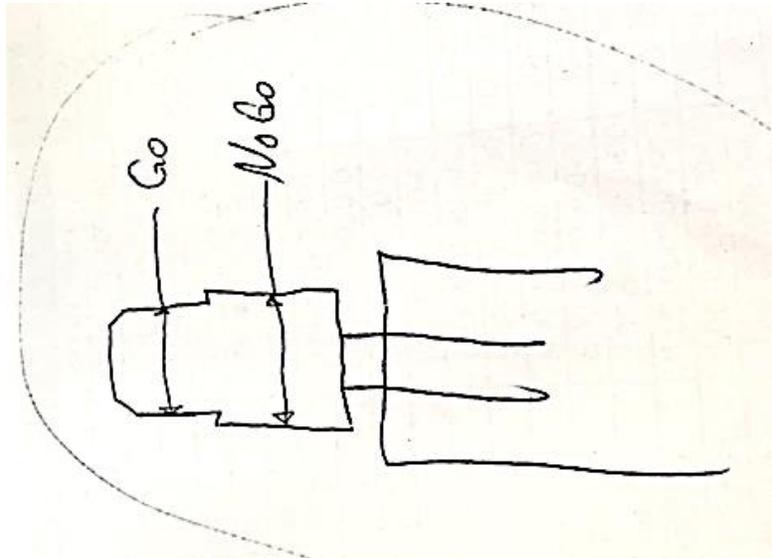


Imagen 2.39 Modificación del dispositivo *Go – NoGo*.

Los detalles que observé del nuevo dibujo de producto del cliente, fueron:

- La tolerancia de máxima y mínima condición de material: En el plano anterior el cliente manejaba una tolerancia de posición de 0.02" a la máxima condición de material, en esta nueva revisión, se eliminó dicha característica.
- Cambia el datum C: El barreno indicado en la primera versión del plano, cambió de posición a otro barreno.
- Sistema de referencia: En la primera revisión del plano, las cotas que partían del barreno central, indicaban la posición del datum C, ahora, el sistema de referencia se localiza en el centro del datum C, y todas las cotas que tiene la pieza parten desde este punto.
- Vistas agregadas: Se agregó una vista más al plano.

Con las modificaciones realizadas en las revisiones anteriores, y, considerando los cambios que se tienen que hacer, se conserva el diseño de:

- Apoyos o bases inferiores.
- Sufridera.

Los demás elementos tienen que ser modificados debido al cambio que el cliente realizó a su plano de producto.

- Pernos: se cambia el diseño de los pernos debido a la tolerancia que ahora marca el plano.
- Base superior: la posición del datum C cambió, además, se hace un ajuste debido al método de localización.
- Dispositivo *Go-NoGo*: Los pernos del dispositivo se harán en uno sólo, además, se agregará el perno cónico y se modificará el texto de la base sujetadora.

Pernos de localización.

Comencé por modificar los pernos de localización, con respecto al nuevo plano de producto, la modificación que realicé a este componente fue cambiar el diámetro de los pernos, ya que, anteriormente fue calculado en base a la tolerancia de posición y la máxima condición de material que señalaba la cota del datum C. Ahora, con la modificación del plano, noté que la tolerancia de posición está marcada como cota con tolerancia lineal, tanto en el eje X como en el eje Y, por lo que, determiné que la tolerancia del perno cambiaría. Y la calculé de esta manera:

- Para todos los orificios (excepto el DATUM): $0.311'' - 0.003'' - 0.003'' = 0.305''$

Utilicé el diámetro mínimo porque si los orificios de la pieza tienen un diámetro menor a este, no entrarían en el dispositivo. Las demás cotas son la tolerancia lineal que tiene la posición de los barrenos en el eje X como en el eje Y, quedando como se muestra en la imagen 2.40.

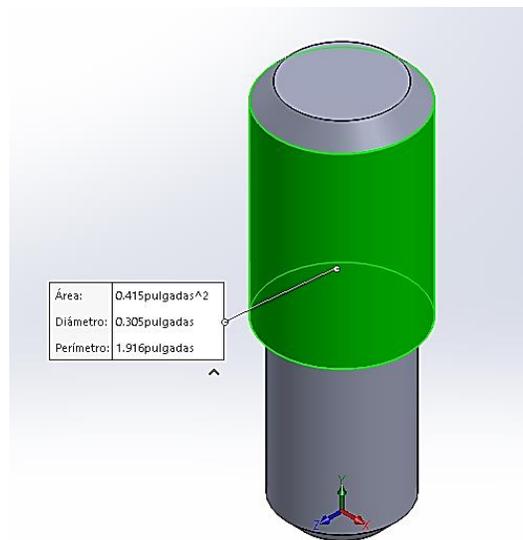


Imagen 2.40 Medida del perno localizador nuevo.

Corrigiendo la medida de los pernos localizadores de la placa, procedí a modificar el dispositivo *Go-NoGo*.

Dispositivo *Go-NoGo*.

El dispositivo *Go-NoGo* debe tener el diámetro máximo y mínimo de los orificios del producto, y por el otro lado, un perno cónico cuya función es registrar el diámetro y la posición nominal del orificio marcado como datum C, esto para facilitar al operador el chequeo que se tiene que realizar de la pieza.

Por lo tanto, decidí modificar primero el perno con las medidas máximas y mínimas, ya que con la modificación que realizó el cliente a su plano, estas medidas no se vieron afectadas.

Al perno "*NoGo*" decidí modificarlo, agregando a su geometría el diámetro "*Go*", en la parte superior tiene la medida mínima, y en la parte inferior, la medida máxima, esto con la idea de tener un solo perno con el que el operador pudiera checar el diámetro del orificio.

Aunado a esta modificación, agregué al diseño un plano, que se encuentra colocado en la parte inferior del perno, esto, para que ajustara de mejor manera la parte inferior con la base que sujeta a este perno, ya que, la sujeción se hará entre un tornillo opresor M3 y este plano (Imagen 2.41, 2.42 y 2.43).

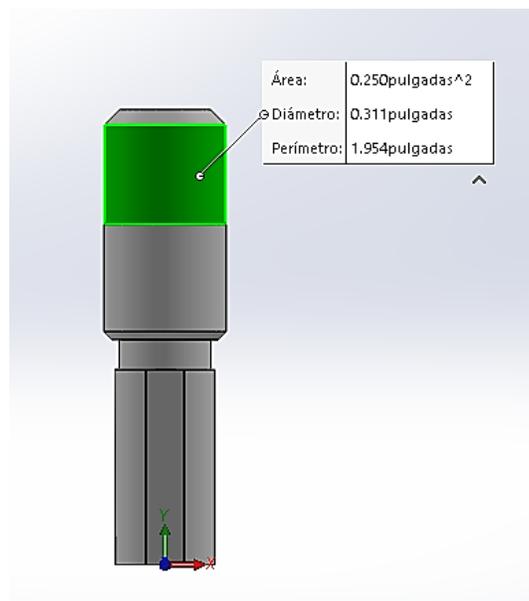


Imagen 2.41 Perno con la medida "*Go*".

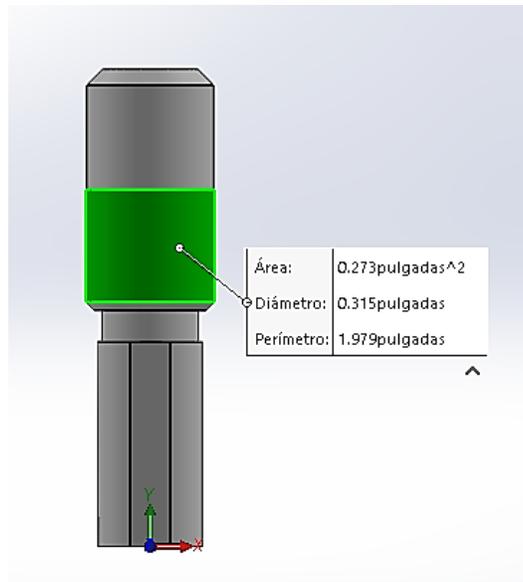


Imagen 2.42 Perno con la medida “NoGo”.

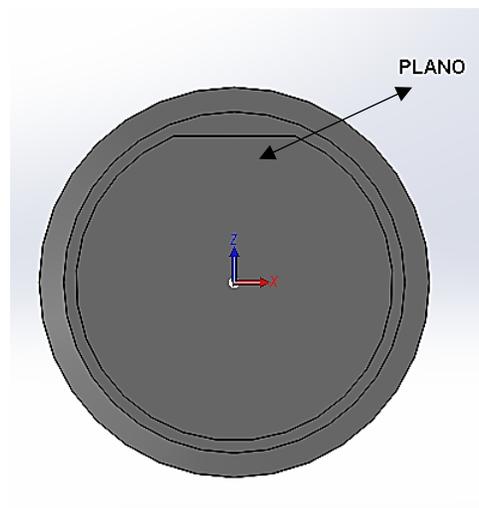


Imagen 2.43 Plano hecho en la parte inferior.

Perno cónico.

El diseño del perno cónico lo hice con base en el centrado de la pieza ya colocada en la base superior, ya que, el ángulo que el perno debe de tener necesita centrar la pieza correctamente.

Del dibujo que se mostró en la junta, procedí a dibujar un perno en *SolidWorks*, que tuviera un ángulo de 30° ya que a partir de este ángulo, comenzaría a analizar cómo es que se comporta el perno ya ensamblado en la base superior y el producto (Imagen 2.44).

El ángulo que tiene el perno no debe de ser tan pronunciado, ya que mientras el ángulo sea más pronunciado, el perno necesitaría entrar más en el alojamiento del dispositivo, haciendo que la pieza no quede 100% centrada.

El perno cónico no tiene que ser tan alto, por lo que, decidí tener una medida de 10.5 mm en la parte inferior para que se pueda sujetar este perno a la base de sujeción, además de que el perno debe de tener un cuerpo recto entre el ángulo y la parte inferior, para facilitar el maquinado de este componente.

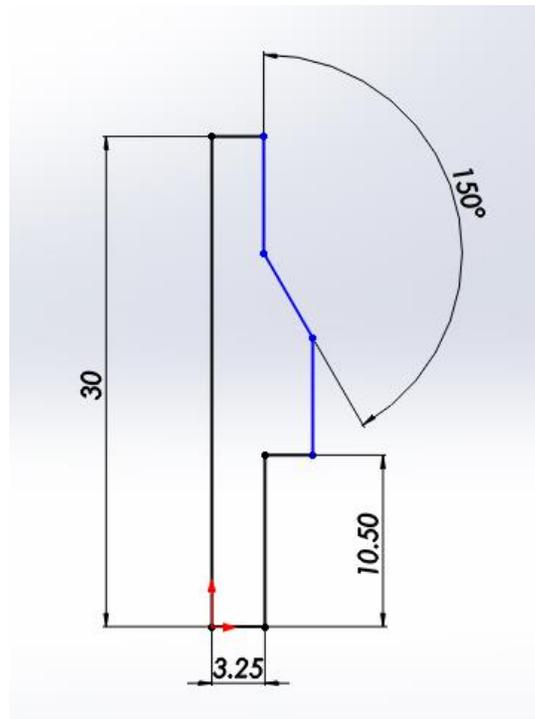


Imagen 2.44 Dibujo con las del pin.

Aunado a esto, este perno tiene un plano en la parte inferior, para que la sujeción entre la base y el perno se realice mediante un opresor M3.

Con el diseño del perno cónico, realicé las modificaciones a la base superior.

Base superior del *fixture*.

El concepto de diseño de la base superior se conserva, sin embargo, con el cambio de posición del barreno marcado como datum C en el plano, tuve que modificar esta posición en la base superior.

En la nueva posición, agregué una caja de 2 mm de profundidad, que es concéntrica al barreno que tiene la placa, ya que, al realizar el centrado de la pieza con un perno cónico, la caja actuaría como alojamiento para el perno.

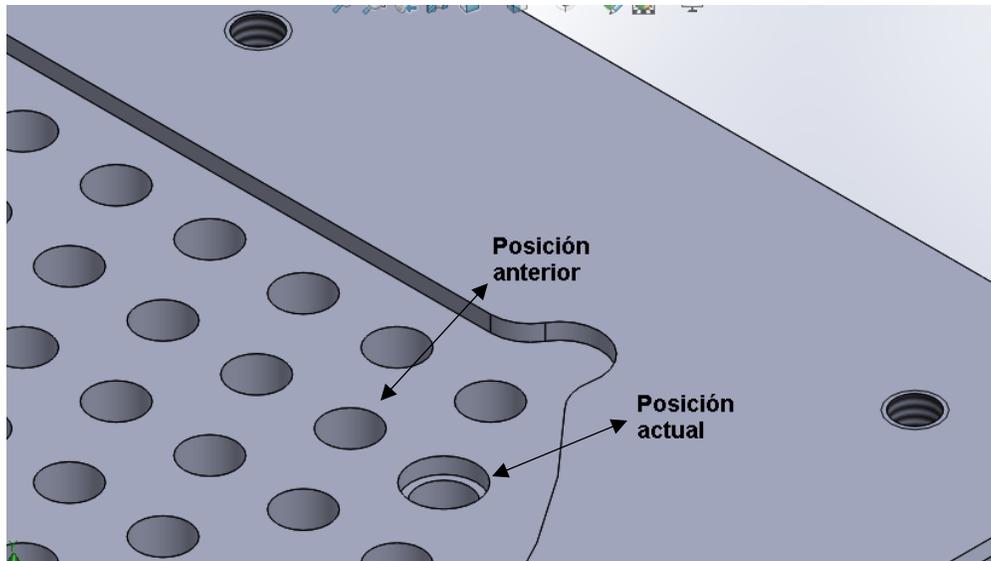


Imagen 2.45 Vista isométrica con las nuevas posiciones.

Base Go-NoGo

La base conserva su diseño, sin embargo, con la modificación de los pernos, cambié los estampados que la base tiene ya.

De un lado están las medidas “Go 0.311” y por el lado posterior “No Go 0.315”, agregué un estampado en la parte frontal y posterior con la leyenda “Datum C” esto, para identificación del pin cónico y lo que significa (Imagen 2.46).

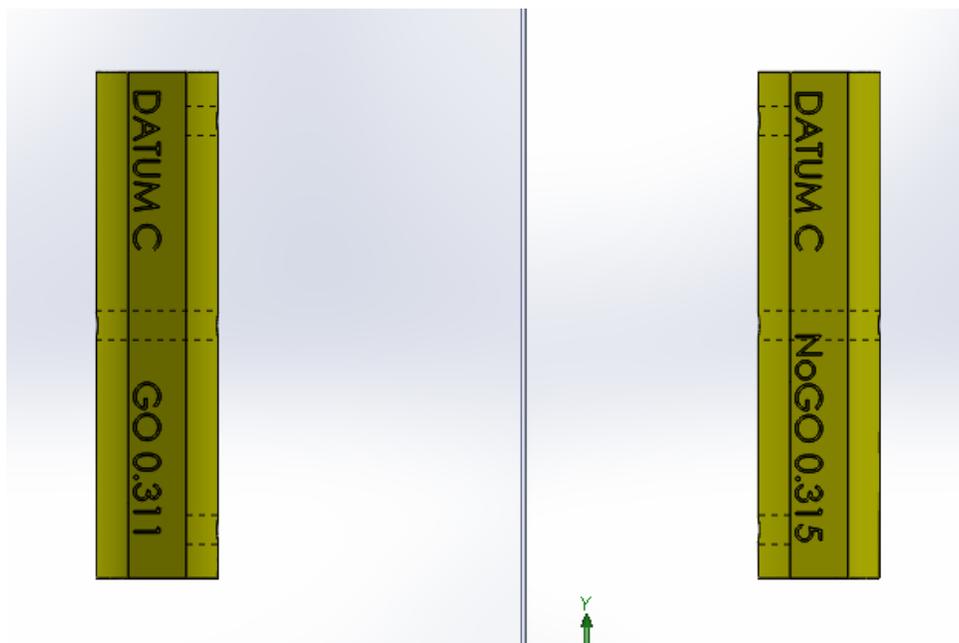


Imagen 2.46 Estampados parte frontal y posterior.

El ensamble del dispositivo *Go-NoGo* quedó de esta manera (imagen 2.47):

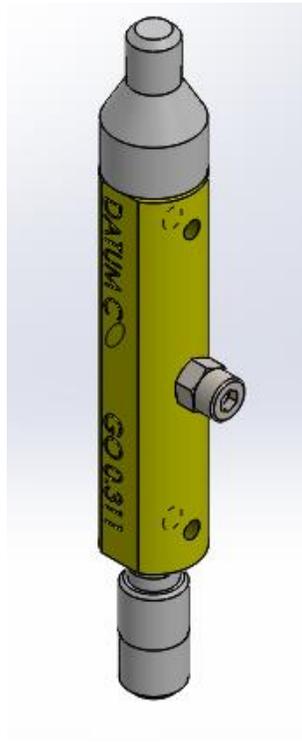


Imagen 2.47 Ensamble del dispositivo.

Con las modificaciones realizadas a todos los componentes, se debe verificar si el diseño es funcional, y si el pin cónico, cumple con el centrado de la pieza.

Para comprobar la funcionalidad del dispositivo ensamblé los componentes (*fixture* y dispositivo *Go-NoGo*) y, posteriormente, el modelo sólido de las aletas proporcionado por el cliente (Imagen 2.48).

Colocados los elementos, simulé colocar el producto como lo haría el operador a la hora de verificar la pieza, y realicé un corte de sección en el centro del barreno marcado como datum C, el programa *SolidWorks* me permitió ver como se ve el ensamble al realizar

Para comprobar la funcionalidad del dispositivo ensamblé los componentes (*fixture* y dispositivo *Go-NoGo*) y, posteriormente, el modelo sólido del fin proporcionado por el cliente (Imagen 2.48).

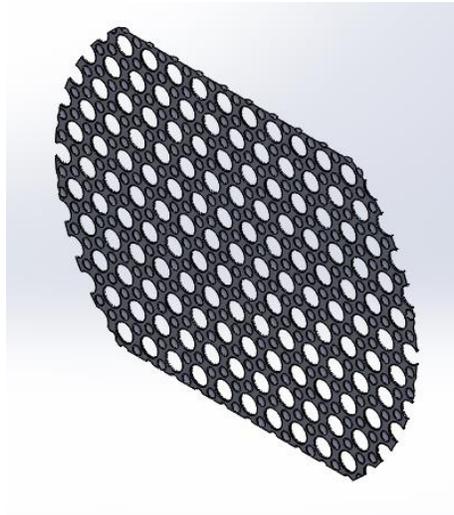


Imagen 2.48 Modelo sólido proporcionado por el cliente.

Colocados los elementos, simulé colocar el producto como lo haría el operador a la hora de verificar la pieza (imagen 2.49), y realicé un corte de sección en el centro del barreno marcado como datum C (imagen 2.50), el programa *SolidWorks* me permitió ver como se ve el ensamble al realizar el corte de sección y así verificar la distancia de contacto, que es la distancia que habrá entre la sufridera y la base del pin.

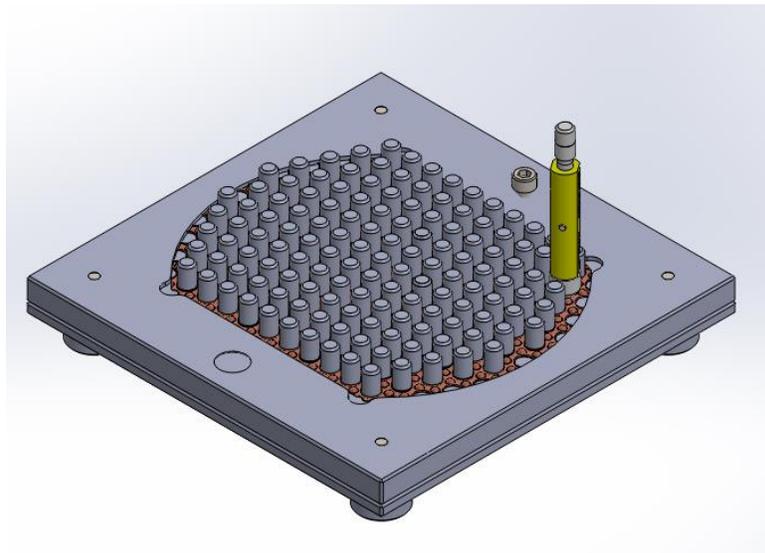


Imagen 2.49 Ensamble completo.

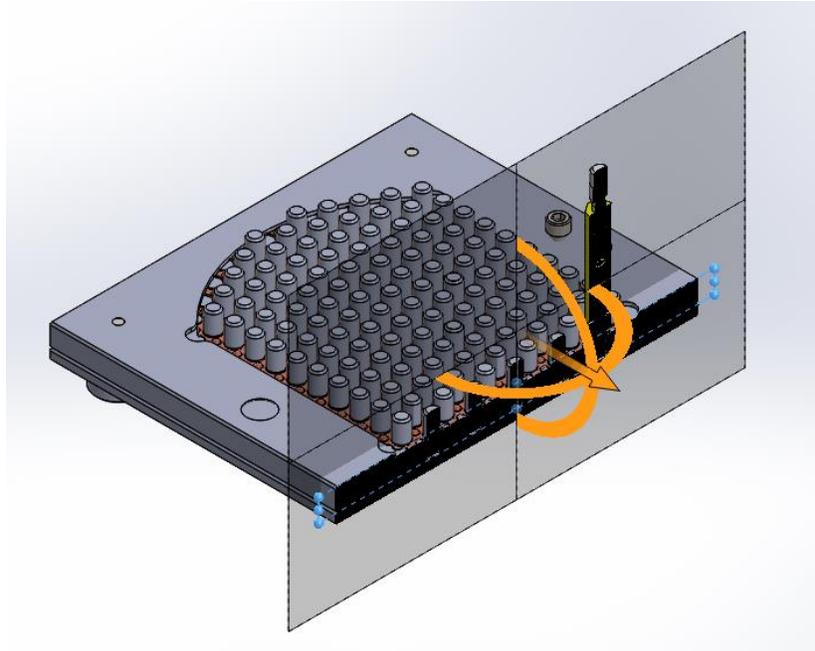


Imagen 2.50 Corte de sección al centro del datum C.

Al realizar el corte de sección, hice un acercamiento al perno cónico para ver cómo se ven los componentes en esa posición (imagen 2.51).

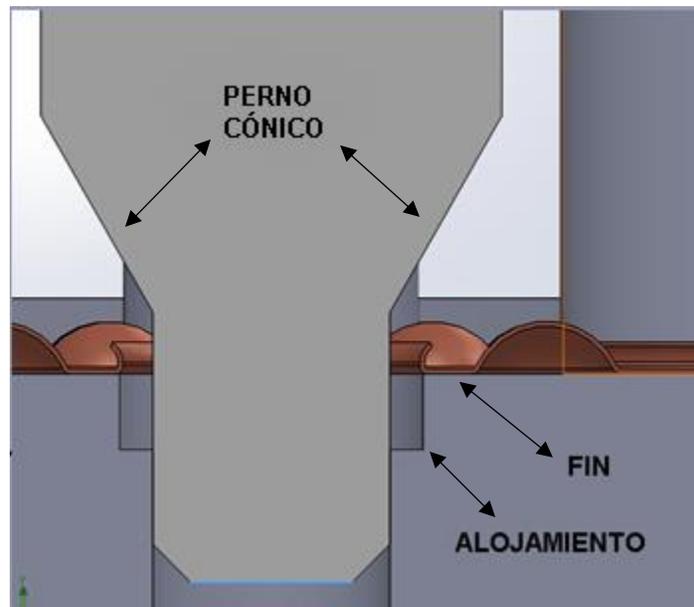


Imagen 2.51 Componentes ensamblados.

Con el acercamiento de los componentes, verifiqué la distancia adecuada de contacto para ver si el diseño es funcional. Después de hacer varios intentos, con distancias de 2 mm, 3 mm, 4 mm y 5 mm, encontré que el punto de contacto del perno y el fin está ubicado en una distancia de entre 2 mm y 3 mm. (Imagen 2.52 y 2.53).

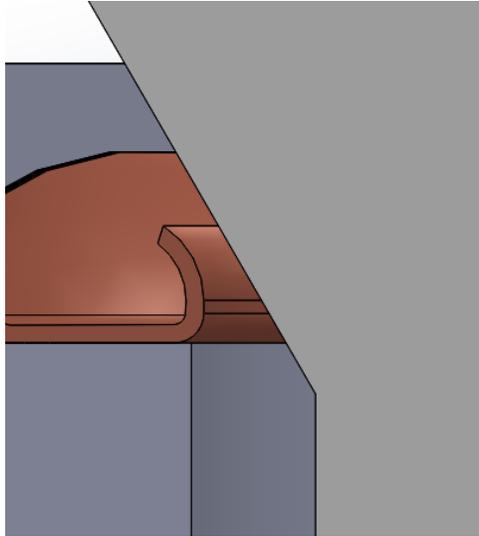


Imagen 2.52 Aproximación 3mm.

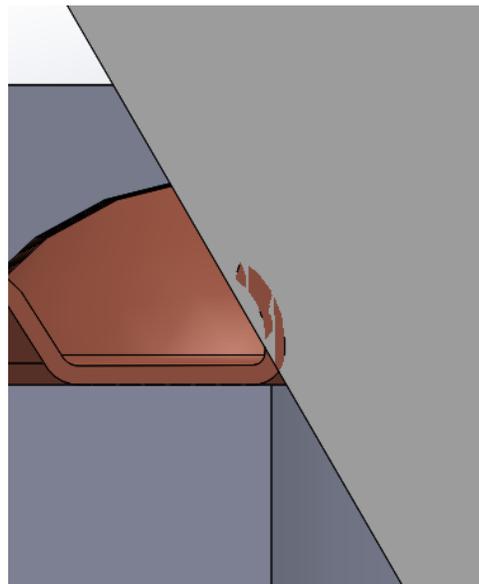


Imagen 2.53 Aproximación 2mm.

En el modo de ensamblaje de *SolidWorks* existe un comando llamado “Detección de interferencias” este comando permite conocer la distancia que existe entre dos elementos, de esta manera, podremos conocer la distancia “teórica” de contacto entre el perno de localización y el fin y saber si el diseño es funcional.

Al agregar las relaciones posición que van a tener los elementos, y, conociendo la distancia donde se ve que los elementos comienzan a hacer interferencia, pude ver cómo es que se iba comportando el modelo, hasta que encontré una distancia de 2.453 mm (imagen 2.54) al tener esa distancia definida, procedí a utilizar la detección de interferencias, el cual, me pidió marcar las superficies de las que quisiera medir, al haber seleccionado el producto y el perno, *SolidWorks* calculó una

interferencia de 0.0014 mm^3 (Imagen 2.55). Al analizar esa distancia, decidí despreciar este valor debido a que es muy pequeño.

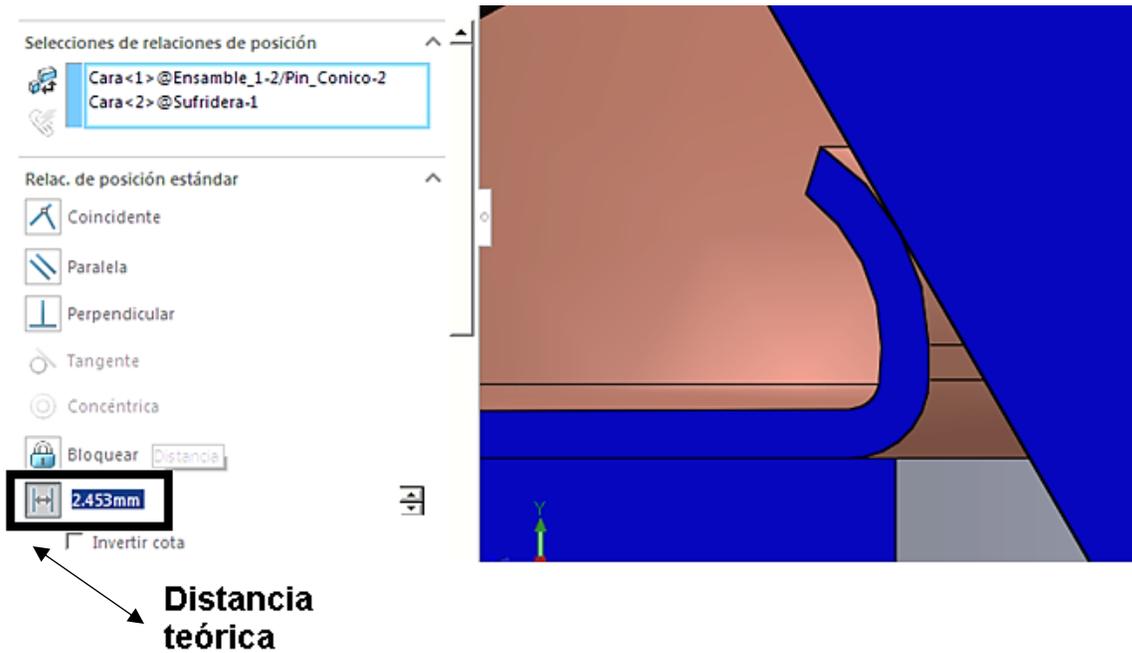


Imagen 2.54 distancia teórica de intersección.

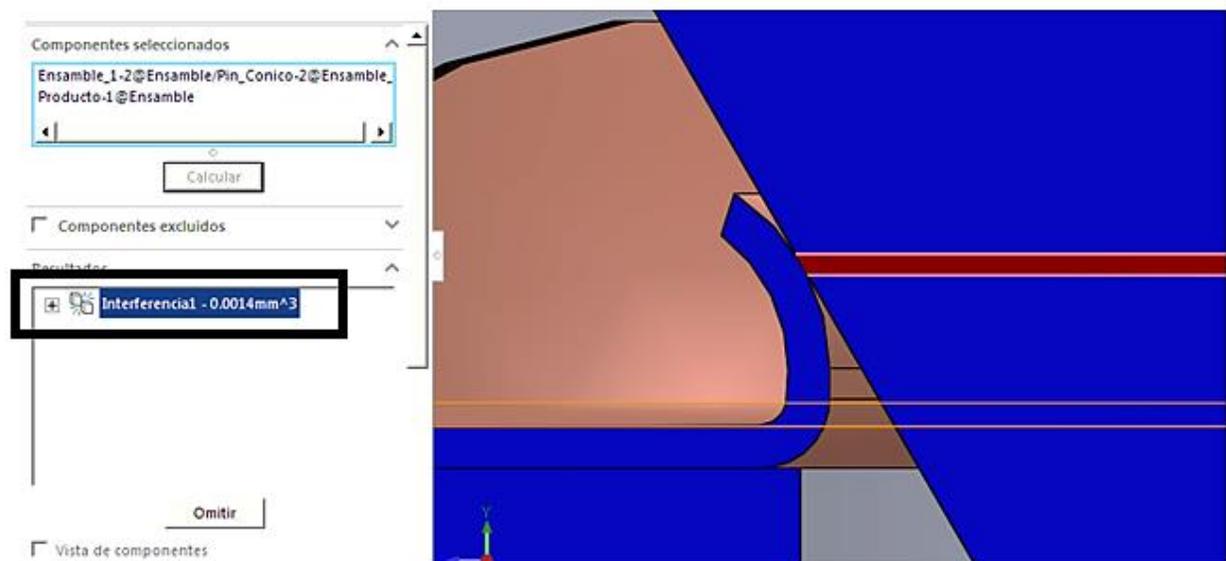


Imagen 2.55 distancia de interferencia.

CAPITULO 3

RESULTADOS

- Se diseñó un *fixture* que se compone de: base superior, pernos de localización, sufridera y apoyos.
- Se eligió el datum B y el datum C como las referencias importantes del producto.
- Se decidió localizar la pieza mediante un perno cónico para el datum C y un alojamiento con el diámetro máximo de la pieza para el datum B.
- Se diseñó un dispositivo *Go-NoGo* que tiene en uno de sus extremos el perno cónico y en el lado opuesto la medida *Go* y *NoGo* de los orificios del producto.
- Se diseñaron pernos de localización con base en la tolerancia de posición marcada en el dibujo.
- Las posiciones de los orificios del producto, se exportan a la base superior.
- Se conserva el mismo sistema de referencia del producto.
- El perno cónico se diseña con base en el análisis de interacción entre el producto y un ángulo de 30° propuesto para el perno.
- Se eligen “orejas de ratón” para que el operador pueda colocar y retirar el producto sin que este sufra alguna deformación.

CONCLUSIONES

Se diseñó un *fixture* el cual cumplió con las características que el cliente requería, también satisfizo lo que el proveedor (DyM) necesitaba para inspeccionar y validar la producción de este ensamble.

El prototipo actualmente está en vía de cotización, para posteriormente enviarlo a fabricación, después pasará a un proceso de validación con un proveedor externo, el cual certificará que el dispositivo está dentro de tolerancia y cumple con los requisitos de diseño.

En el proceso de diseño se presentaron ciertos obstáculos, los cuales fueron los persistentes cambios de las propuestas que realizaba, por una parte, el cliente, que no tenía definido un dibujo autorizado del *fin*, retrasando el diseño de un prototipo acorde al dibujo del cliente.

La construcción y modelado del *fixture* llevó consigo el estudio de conceptos que el cliente maneja en su dibujo, tales como el concepto de MMC, LMC y el concepto de tolerancia de posición.

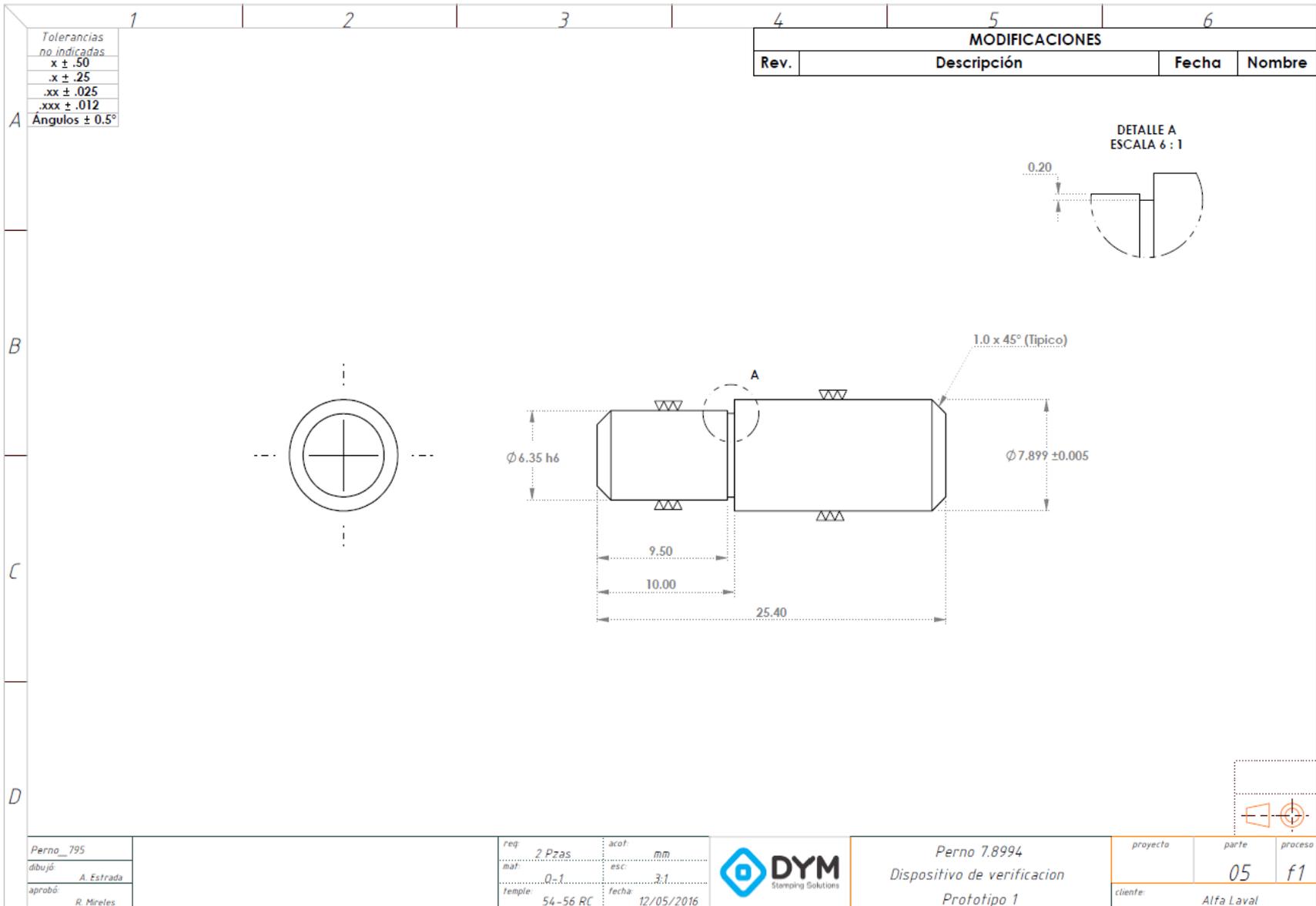
Los conocimientos adquiridos durante el desarrollo y la elaboración del dispositivo fue el conocer y aplicar las tolerancias de maquinado de cada componente, además del proceso de fabricación correcto de cada elemento, esto, con la finalidad de cumplir con las características y con las tolerancias requeridas para el ensamble.

La Facultad me dio la capacidad de realizar la abstracción del problema, comprender y analizar lo que el cliente estaba solicitando, delimitando los recursos con los que se cuenta y no perder los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Aunado a eso, los conocimientos técnicos para el desarrollo del proyecto, tales como la correcta interpretación de planos, el manejo de tolerancias geométricas y el uso de un software de diseño fueron primordiales para llevar a cabo este proyecto.

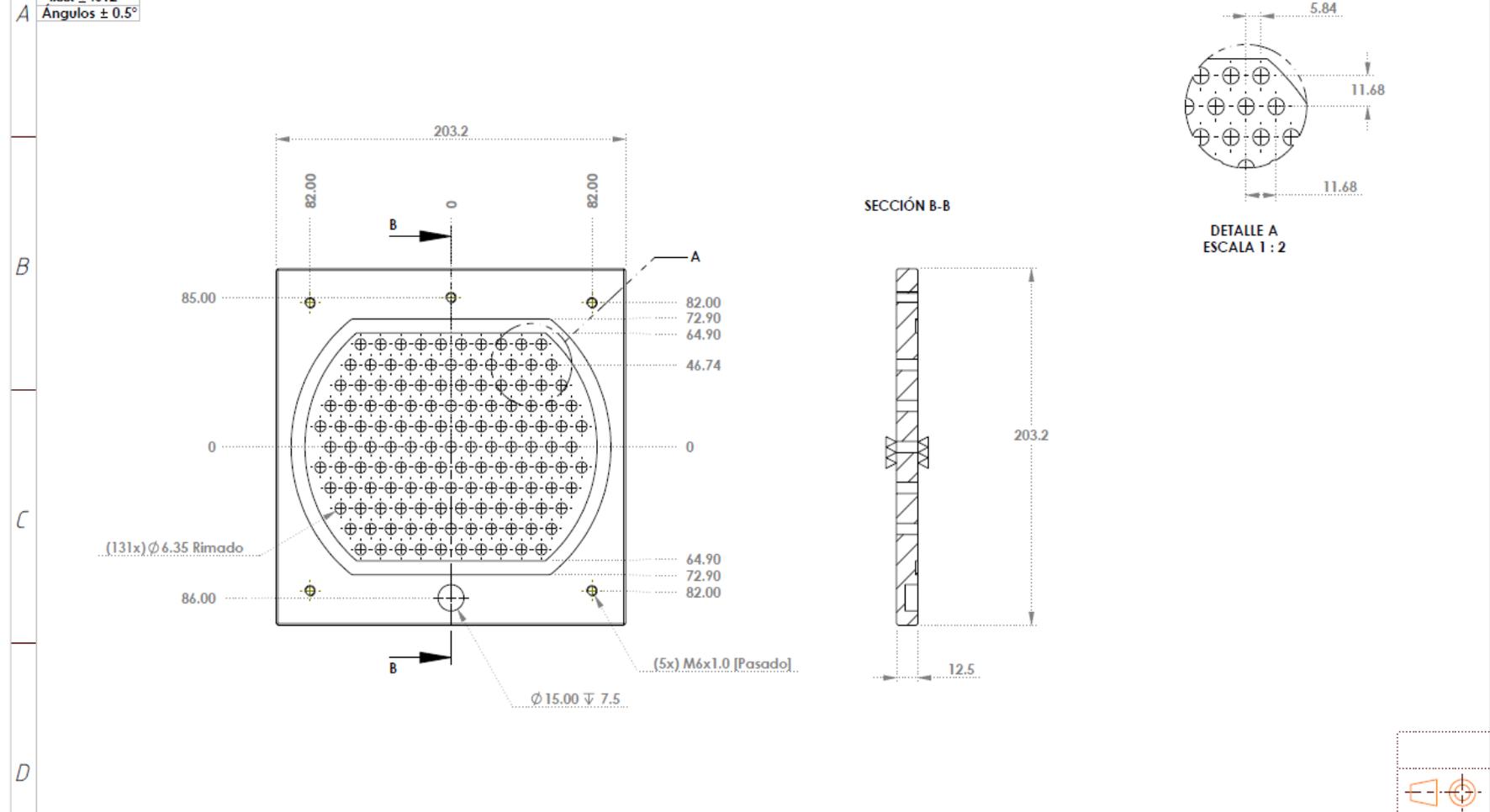
APÉNDICE

A



Tolerancias
no indicadas
x ± .50
.x ± .25
.xx ± .025
.xxx ± .012
Ángulos ± 0.5°

MODIFICACIONES			
Rev.	Descripción	Fecha	Nombre



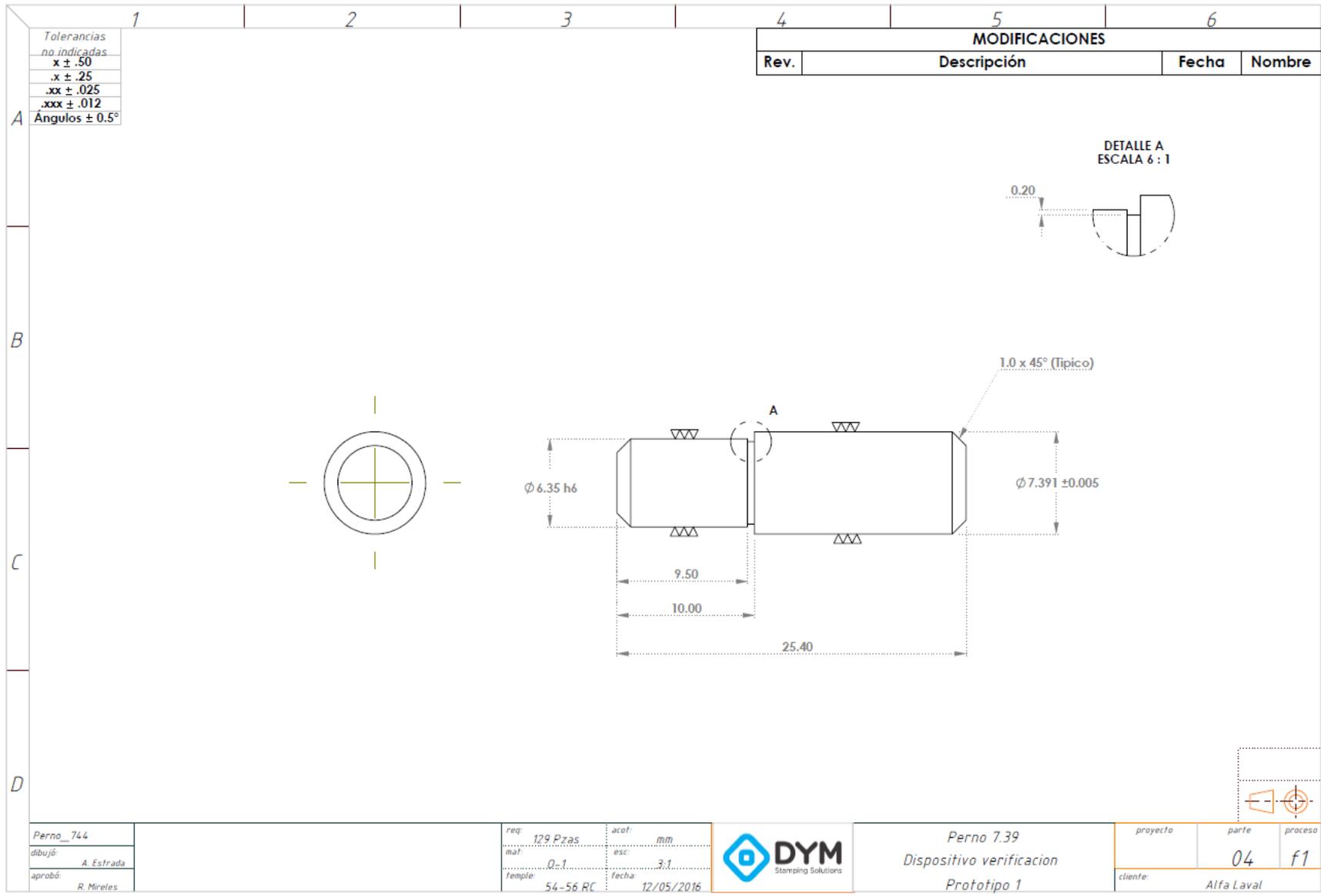
Base_Superior
dibujó: A.Estrada
aprobó: R.Mireles

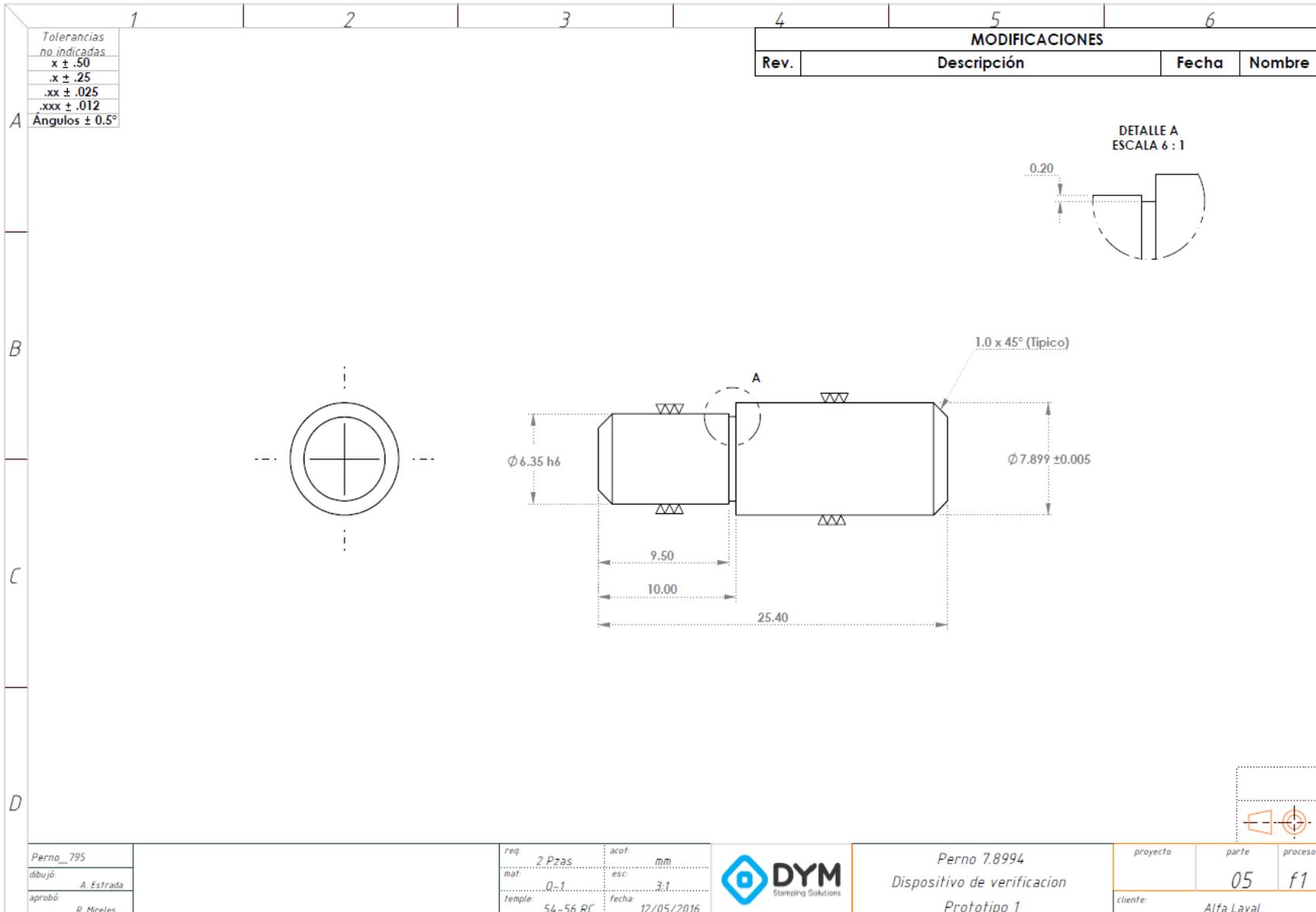
req: 1 Pza
mat: 984.0.T
temple: n/a
acol: mm
esc: 1:1
fecha: 27/04/2016



Base Superior
Dispositivo de verificación
Prototipo 1

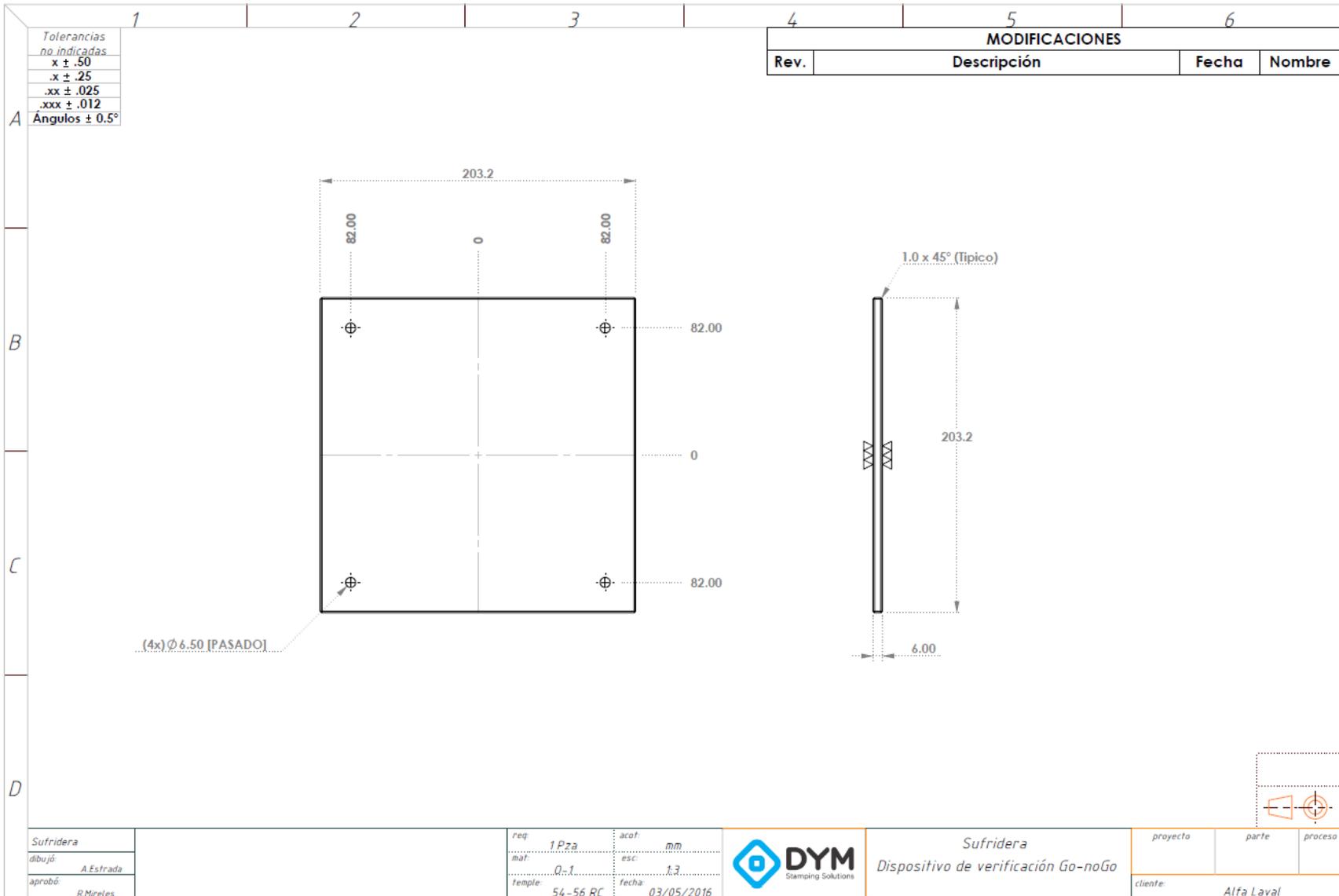
proyecto	parte	proceso
	03	f1
cliente:	Alfa Laval	

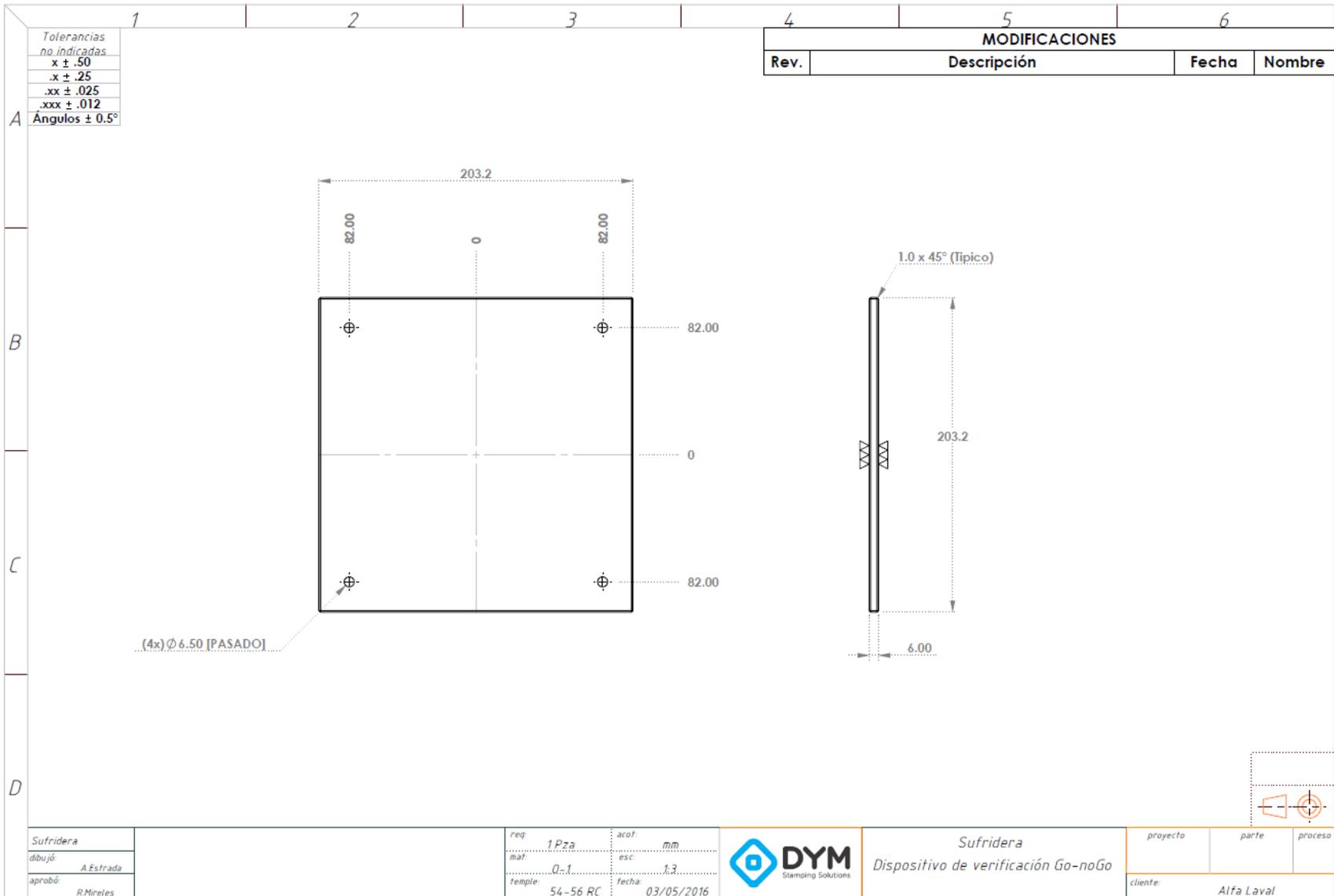


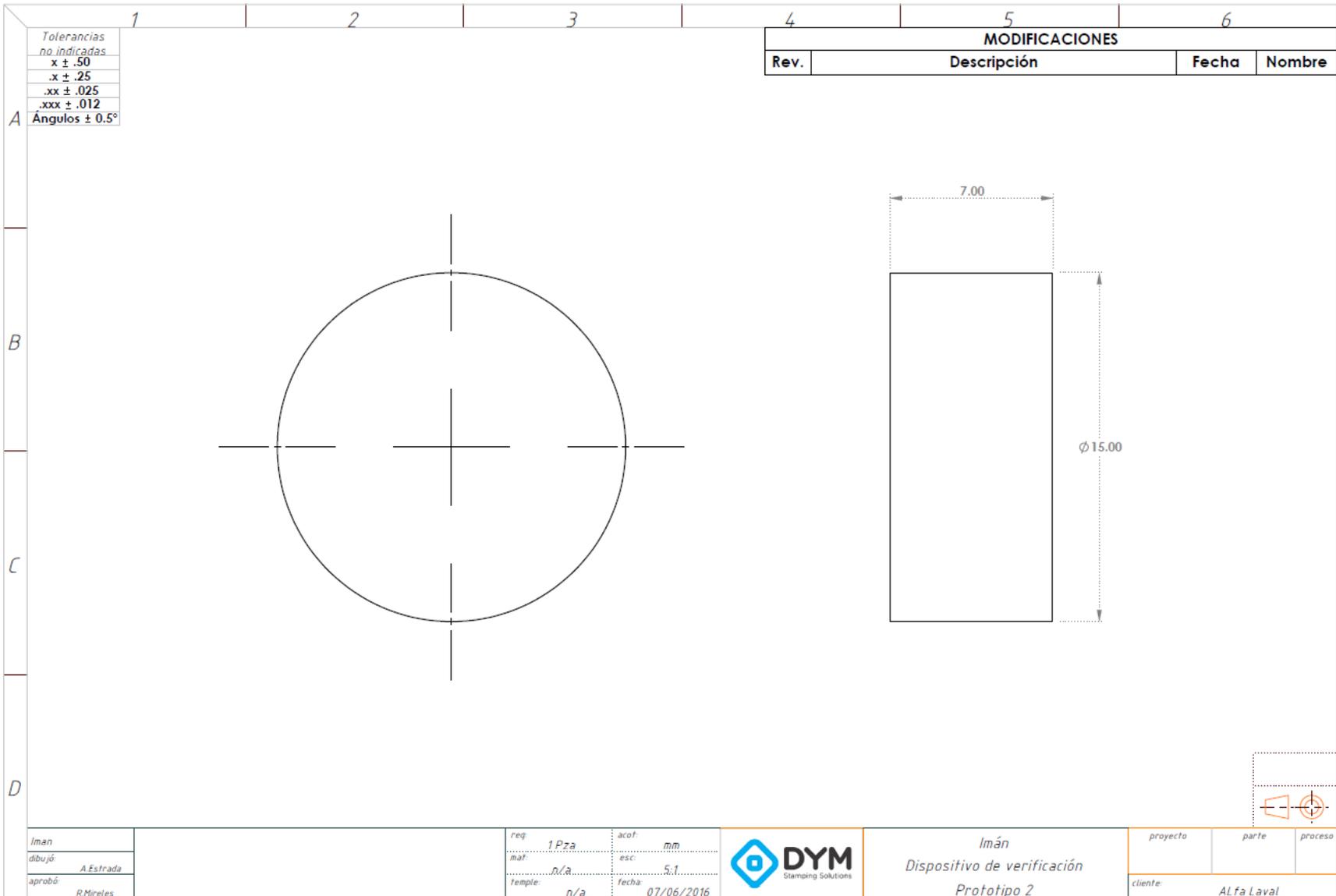


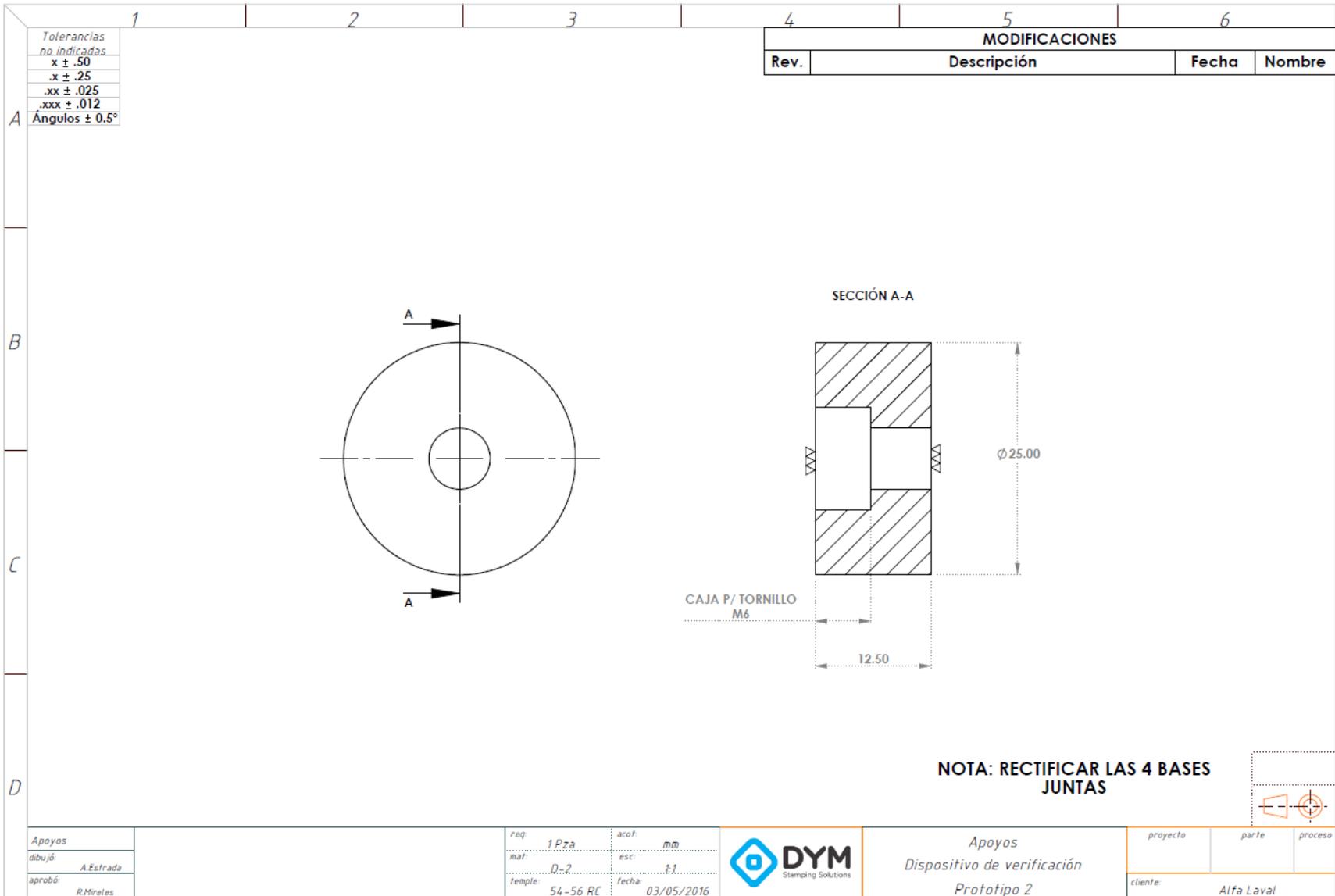
APÉNDICE

B



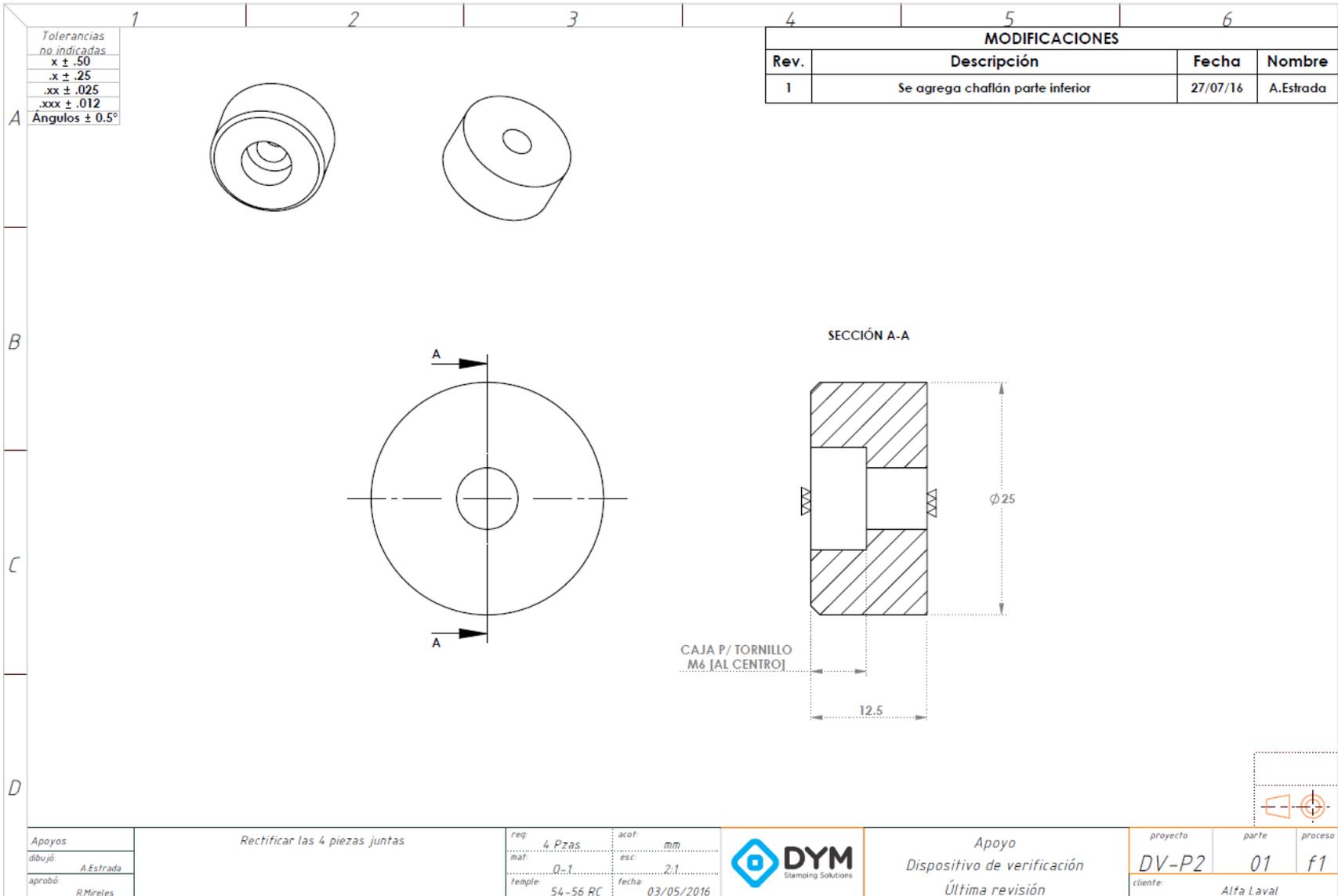






APÉNDICE

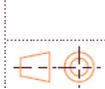
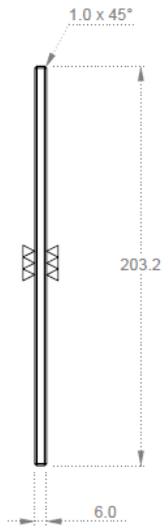
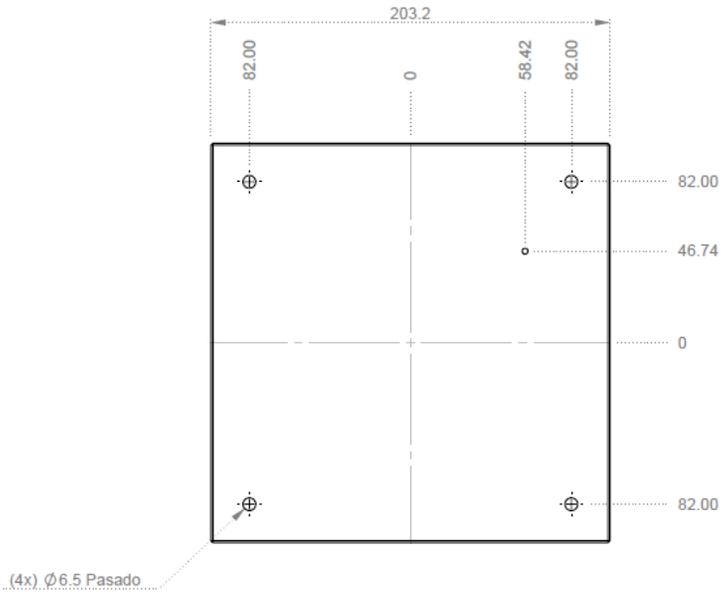
C



Tolerancias no indicadas
x ± .50
.x ± .25
.xx ± .025
.xxx ± .012
Ángulos ± 0.5°

MODIFICACIONES			
Rev.	Descripción	Fecha	Nombre
1	Se agrega barreno	27/07/16	A.Estrada

A
B
C
D



Sufridera
dibujó: A.Estrada
aprobó: R.Mireles

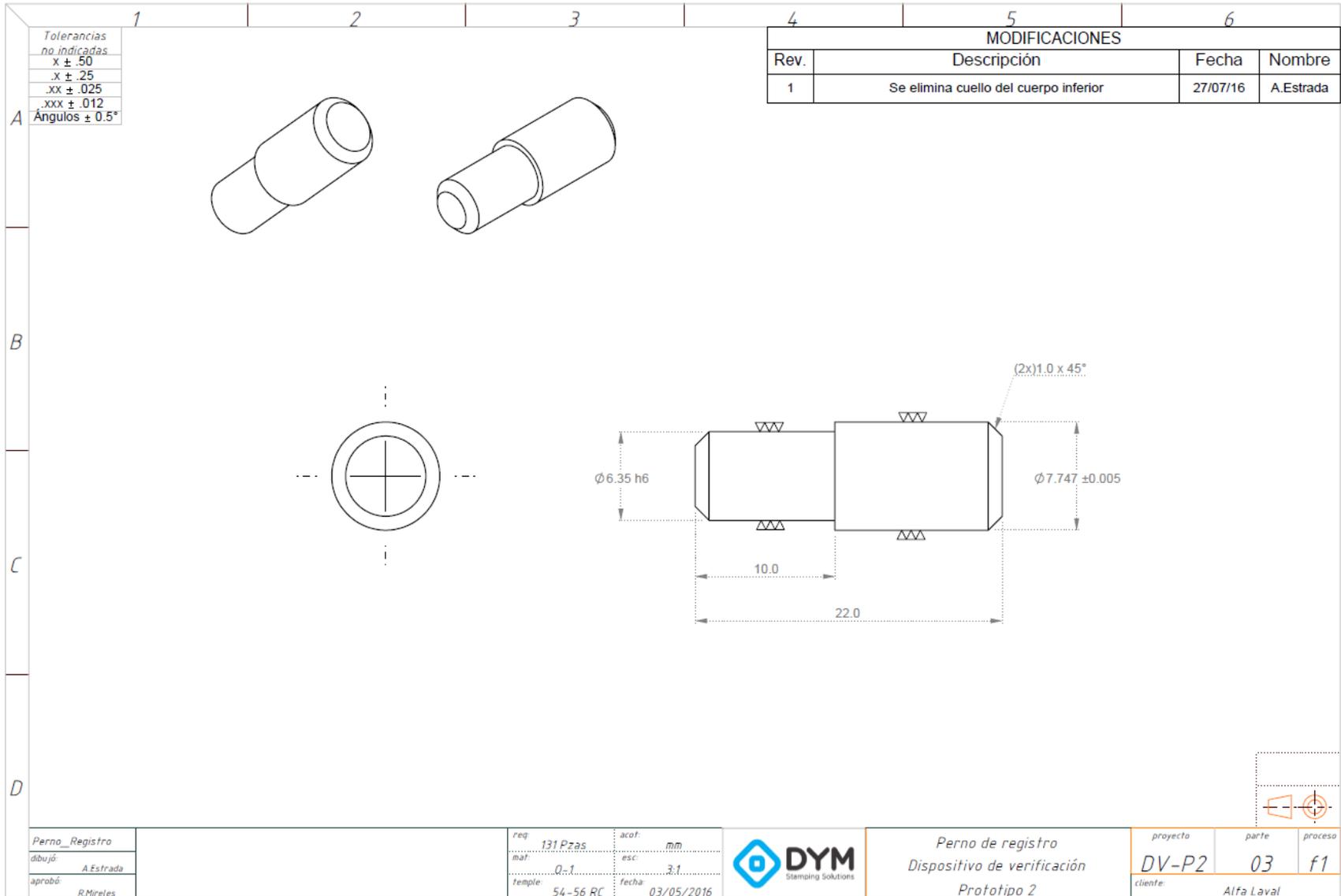
req: 1 Pza
mat: 0.1
temple: 54-56 RC

aco: mm
esc: 1:1
fecha: 13/06/2016



Sufridera
Dispositivo de verificación
Prototipo 2

proyecto	parte	proceso
DV-P2	02	f1
cliente:	Alfa Laval	



Perno_Registro
 dibujó: A.Estrada
 aprobó: R.Mireles

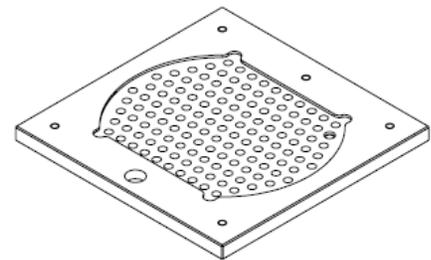
req: 131 Pzas
 mat: Q-1
 Temple: 54-56 RC
 acot: mm
 esc: 3:1
 fecha: 03/05/2016



Perno de registro
 Dispositivo de verificación
 Prototipo 2

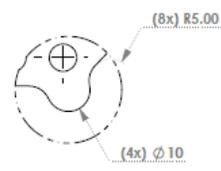
proyecto	parte	proceso
DV-P2	03	f1
cliente: Alfa Laval		

Tolerancias no indicadas
x ± .50
.xx ± .25
.xxx ± .025
.xxxx ± .012
Ángulos ± 0.5°

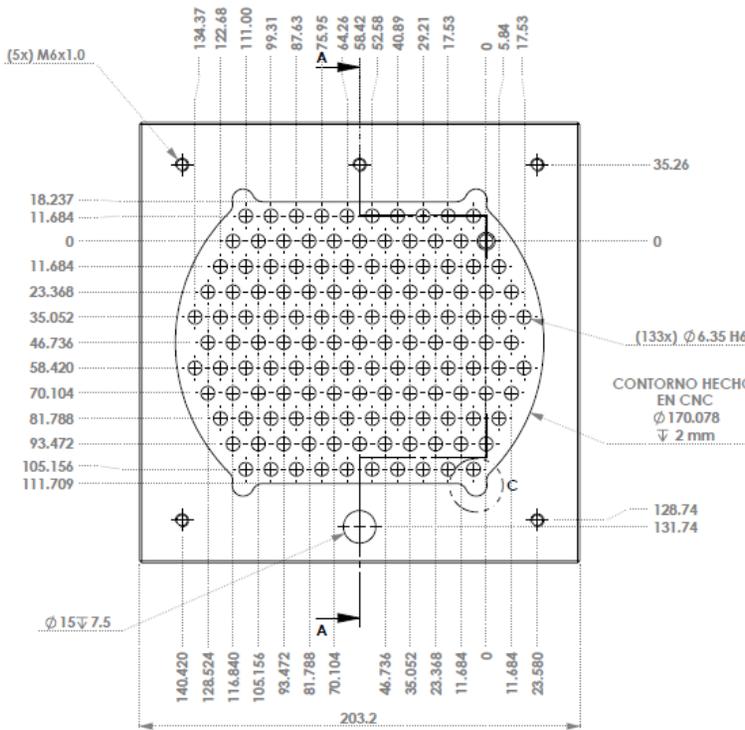
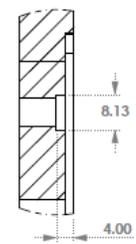


MODIFICACIONES			
Rev.	Descripción	Fecha	Nombre
1	Se agregan cotas y vistas al dibujo	29/07/16	A.Estrada

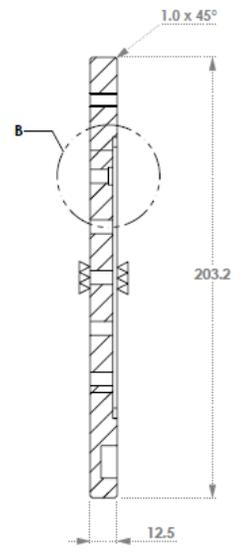
DETALLE C
ESCALA 1 : 1



DETALLE B
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN A-A



Base_Superior
elaboró: A.Estrada
aprobó: R.Mirales

mpq: 1P2a	acab: mm
mat: SB40T	esc: 1:2
temple: n/a	fecha: 03/05/2016

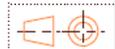
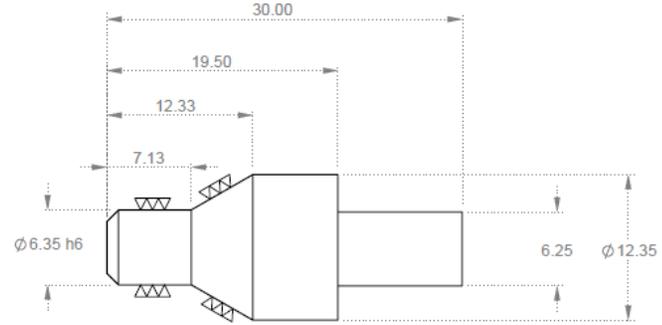
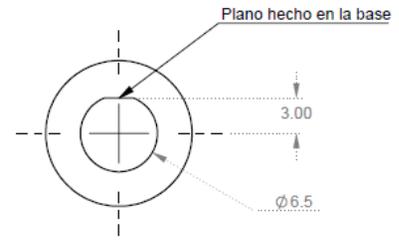


Base Superior
Dispositivo de verificación
Última revisión

proyecto: DV-P2	parte: 04	proceso: f1
cliente: Alfa Laval		

Tolerancias no indicadas
x ± .50
.x ± .25
.xx ± .025
.xxx ± .012
Ángulos ± 0.5°

MODIFICACIONES			
Rev.	Descripción	Fecha	Nombre
1	Se agregan y se cambian cotas	27/07/16	A.Estrada



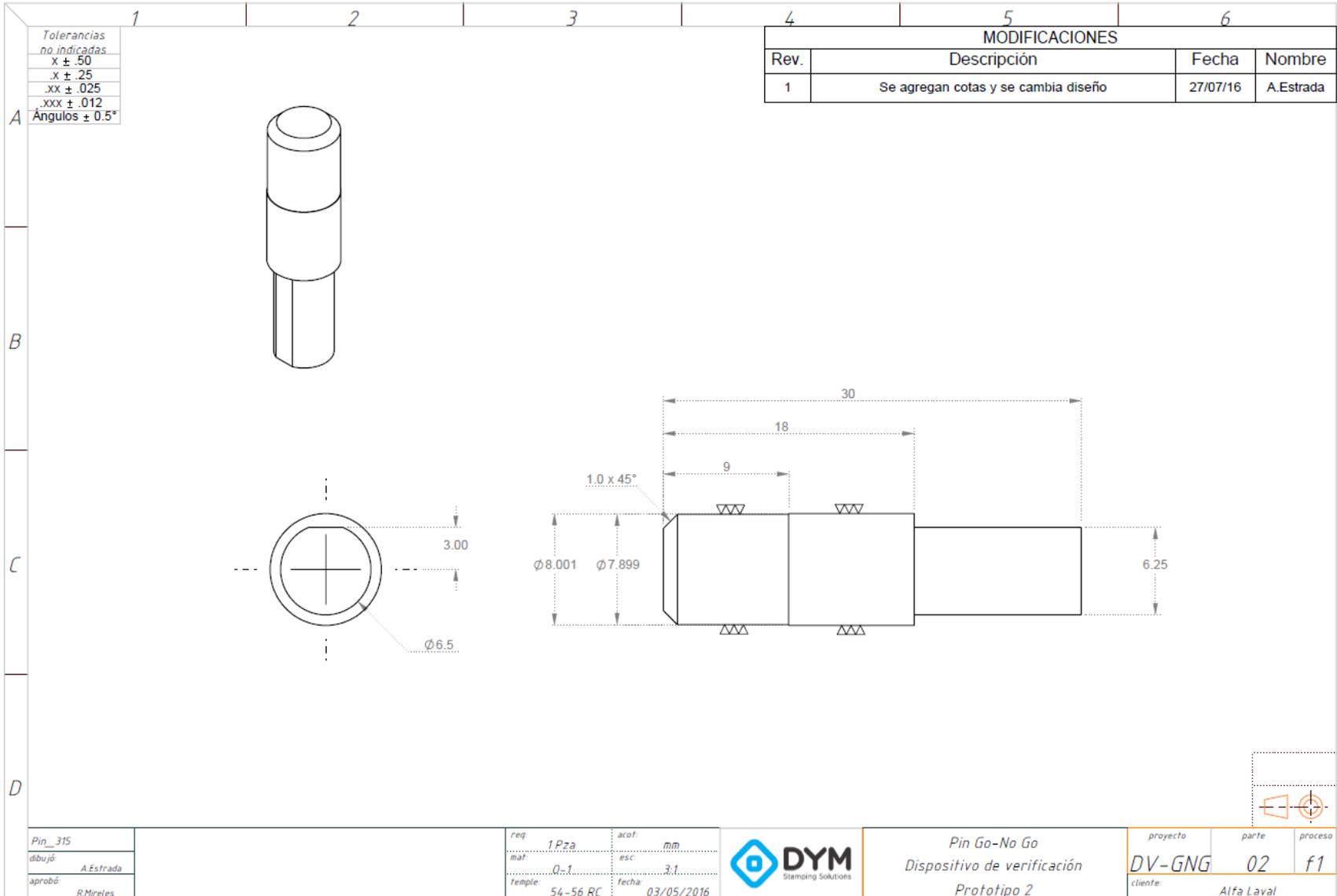
Pin_Cónico
 dibujó: A.Estrada
 aprobó: R.Mireles

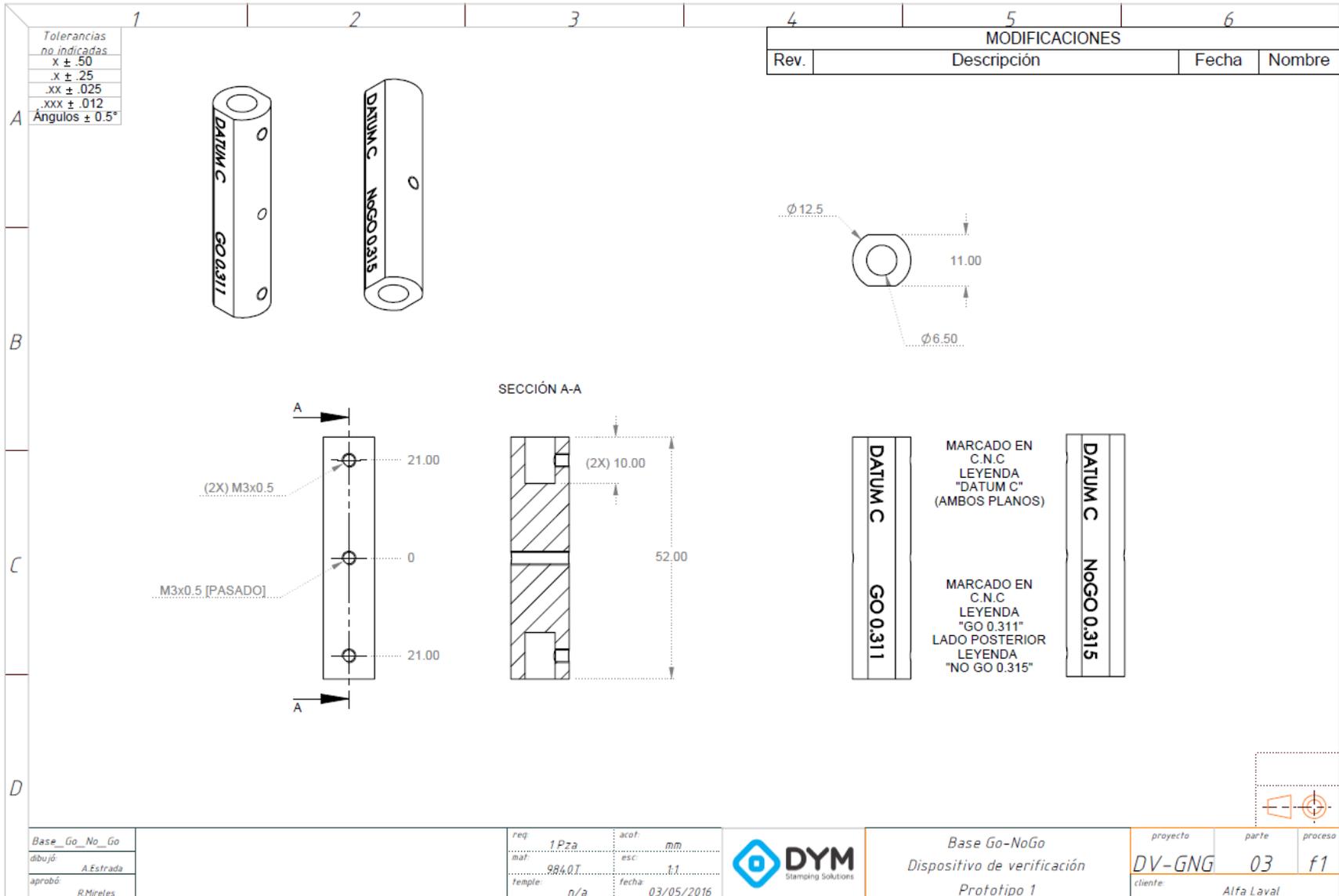
req: 1 Pza
 mat: 0-1
 Temp: 54-56 RC
 acot: mm
 esc: 2:1
 fecha: 10/07/2016



Pin cónico p/ localización
 Dispositivo de verificación
 Go-NoGo

proyecto	parte	proceso
DV-GNG	01	f1
cliente:	Alfa Laval	





	1	2	3	4	5	6
--	---	---	---	---	---	---

Tolerancias no indicadas

x ± .50

.x ± .25

.xx ± .025

.xxx ± .012

Ángulos ± 0.5°

LISTA DE COMPONENTES

# COMPONENTE	NOMBRE	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	BASE_GO_NO_GO	Base sujetadora	1
2	M3 X 16	Tomillo	1
3	RONDANA	Elemento de sujeción	1
4	PIN CÓNICO	Pin localización	1
5	PIN GO_NOGO	Pin max y min	1
6	OPRESOR M3 X 5	Elemento de sujeción	2

Ensamble_1

dibujó: A Estrada

aprobó: R Mireles

req: 1 Pza

mat: n/a

templ: n/a

acot: mm

esc: 1:1

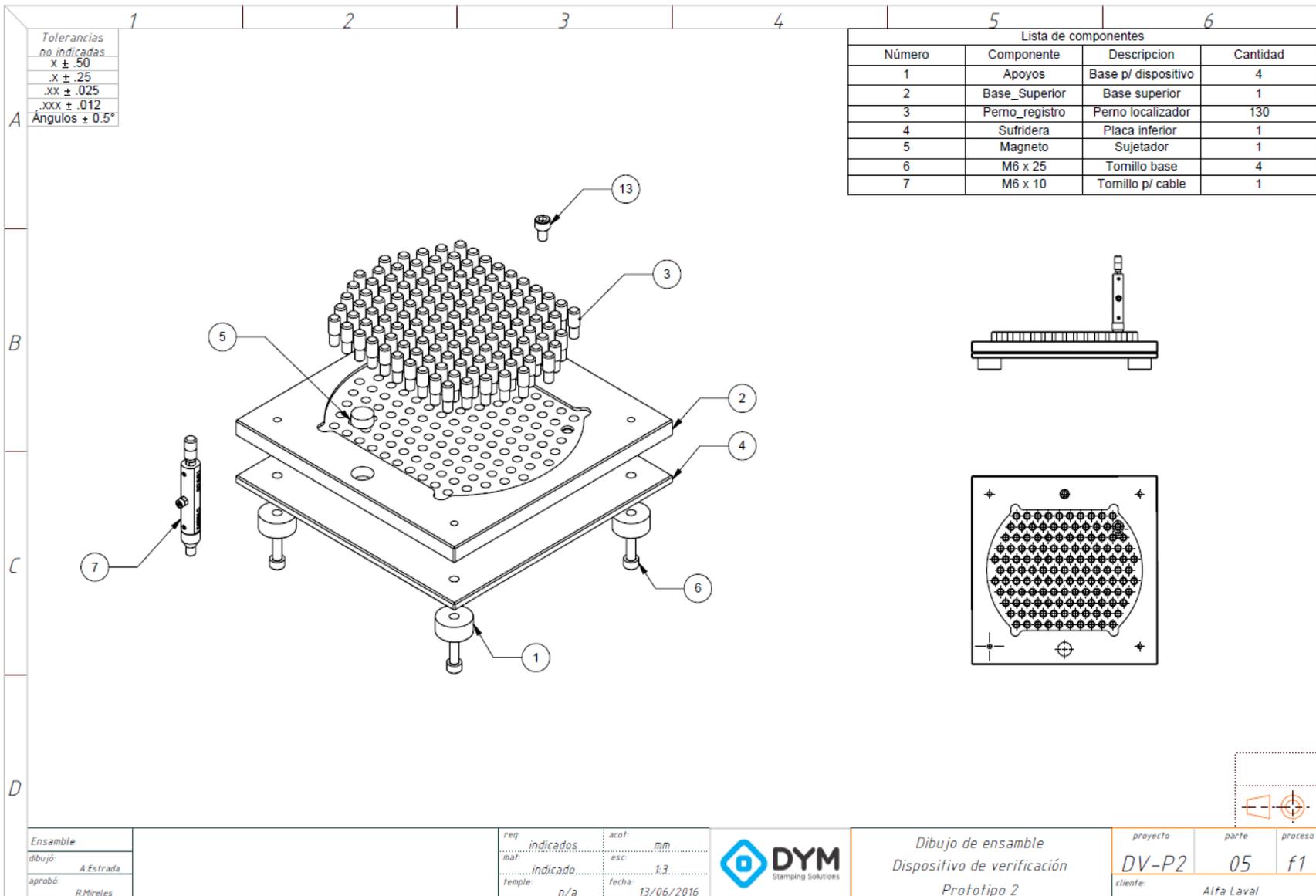
fecha: 14/06/2016

Dibujo de ensamble

Dispositivo de medición

Go-NoGo

proyecto	parte	proceso
DV-GNG	04	f1
cliente:	Alfa Laval	



Bibliografía:

1. Manual de calidad de Diseño y Metalmecánica, Revisión #2, Septiembre de 2014.