

M2001B

Análisis de Materiales y Manufactura



JOHN DEERE



Proyecto. *Moldboard Tack*

(*Design and manufacturing*)

Equipo #6

Profesores:

Dr. Alan Osiris Sustaita Narváez

Dr. Alan Mauricio Guajardo Treviño

Integrante
Jimena María García Martínez A01177725
Ricardo López Cantú A01284902
Javier Eugenio Villarreal Montoya A01721652
Jonatan David De La Rosa Patlán A01735993
Saúl Eduardo Flores Tamez A01285060
Jorge Treviño Gómez A01722087

Fecha: 4 de mayo de 2023



Tecnológico de Monterrey
Escuela de Ingeniería y Ciencias

TABLA DE CONTENIDO

ANTECEDENTES	4
Etapa I.	4
Forma, función y desempeño esperado del <i>Moldboard Tack (Design and manufacturing)</i>	4
Requerimientos técnicos del <i>Moldboard Tack</i>	4
Tamaño de lote (periodo de un año)	4
Familias de materiales que la industria utiliza para fabricar el <i>Moldboard Tack</i>	4
Posibles cadenas (secuencia) de procesos	4
Etapa II.	5
Costo unitario de las familias de materiales	5
Restricciones de propiedades de las familias de materiales	5
Compatibilidad material-proceso de manufactura	6
Aspectos de sustentabilidad	6
Etapa III.	6
Resumen de Equipo y Herramentales	6
Resumen de Factores de Costo	7
DISEÑO	8
Etapa I.	8
Etapa II.	9
Etapa III.	17
PROCESOS DE MANUFACTURA	23
Etapa I.	23
Etapa II.	23
Etapa III.	24
METROLOGÍA	25
Etapa I.	25
Etapa II.	25
Etapa III.	26
RESULTADOS Y ANÁLISIS	27
Resultados (Diseño Dibujo).	27
Resultados (Prototipo).	28
Impacto ambiental.	36
CONCLUSIONES	37
Aplicación.	37
Conclusiones.	37
Trabajo a futuro.	37
APÉNDICE 1. MINUTAS DE REUNIONES	38
1er minuta (semana 3)	38
2da minuta (semana 5)	38

3er minuta (semana 7)	38
4ta minuta (semana 9)	38
APÉNDICE 2. GUÍA DE MÉTODOS	39
Propiedades de los Materiales	39
Costos Unitarios de los Materiales	39
Compatibilidad Materiales-Procesos (Tamaño de Lote)	40
Modelación IDEF0 para Flujo de Materiales e Información	40

Antecedentes

Etapa I.

- Forma, función y desempeño esperado del *Moldboard Tack (Design and manufacturing)*)

El dispositivo tiene el propósito de crear una curvatura en una placa de metal sin generar una deformación en los extremos en la cual se sostiene, provocando una deformación en forma de semi-omega. El tipo de proceso que muestra el Socio Formador es de deformación volumétrica de tipo forjado con una mezcla de matriz abierta y cerrada.

El proceso de manufactura inicia por la etapa del ensamblaje de los componentes de moldeo en el accesorio Tack con el propósito de realizar una curvatura pronunciada a lo largo de la placa teniendo los márgenes correspondientes. Después de eso, se coloca la placa sobre los componentes de moldeo del accesorio Tack en conjunto de un accesorio robótico y comienza el proceso de prensado con la ayuda de las mordazas y prensas para darle la forma determinada a la placa. Finalmente, se realiza una soldadura a lo largo de los bordes de la placa uniéndolos con unas placas más delgadas y posteriormente se le realiza a toda la placa un proceso de prensado con una máquina “swebend” con el propósito de darle su forma final.

- Requerimientos técnicos del *Moldboard Tack*

La deformación que se busca obtener es una curvatura permanente en la lámina, por lo que es necesario que la fuerza aplicada sobrepase la zona elástica del material.

- Tamaño de lote (periodo de un año)

John Deere no publica el número de equipos vendidos en su reporte anual. Sin embargo, el número está en los miles, debido a que, varios de sus productos más vendidos las ocupan.

- Familias de materiales que la industria utiliza para fabricar el *Moldboard Tack*

Se suelen utilizar materiales altamente resistentes como el acero, el hierro fundido, el bronce y el aluminio.

- Posibles cadenas (secuencia) de procesos

Se transporta la materia prima (lámina) a las instalaciones de John Deere. Después es trasladada al área de manufactura donde se llevará a cabo el proceso de deformación. Se inserta la lámina en el Moldboard Tack y se agrega la programación del proceso. Consiguientemente, se inicia el proceso de deformación, aquí es donde los clamps juegan el papel importante de girar con el esfuerzo de deformación. Al terminar se retira la lámina modificada y queda lista para ser utilizada en la producción de otros productos como tractores y cargadores.

Etapa II.

- Costo unitario de las familias de materiales

	PLA	Aluminio 6061	Acero 1045	Acero 4140	Titanio Puro
Costo	1.14 - 1.46 USD/lb	1.61 - 1.71 USD/lb	0.317 - 0.333 USD/lb	1.50 -1.75 USD/lb	6.8 - 7.62 USD/lb

Fuente: Ansys Granta Edupack

- Restricciones de propiedades de las familias de materiales

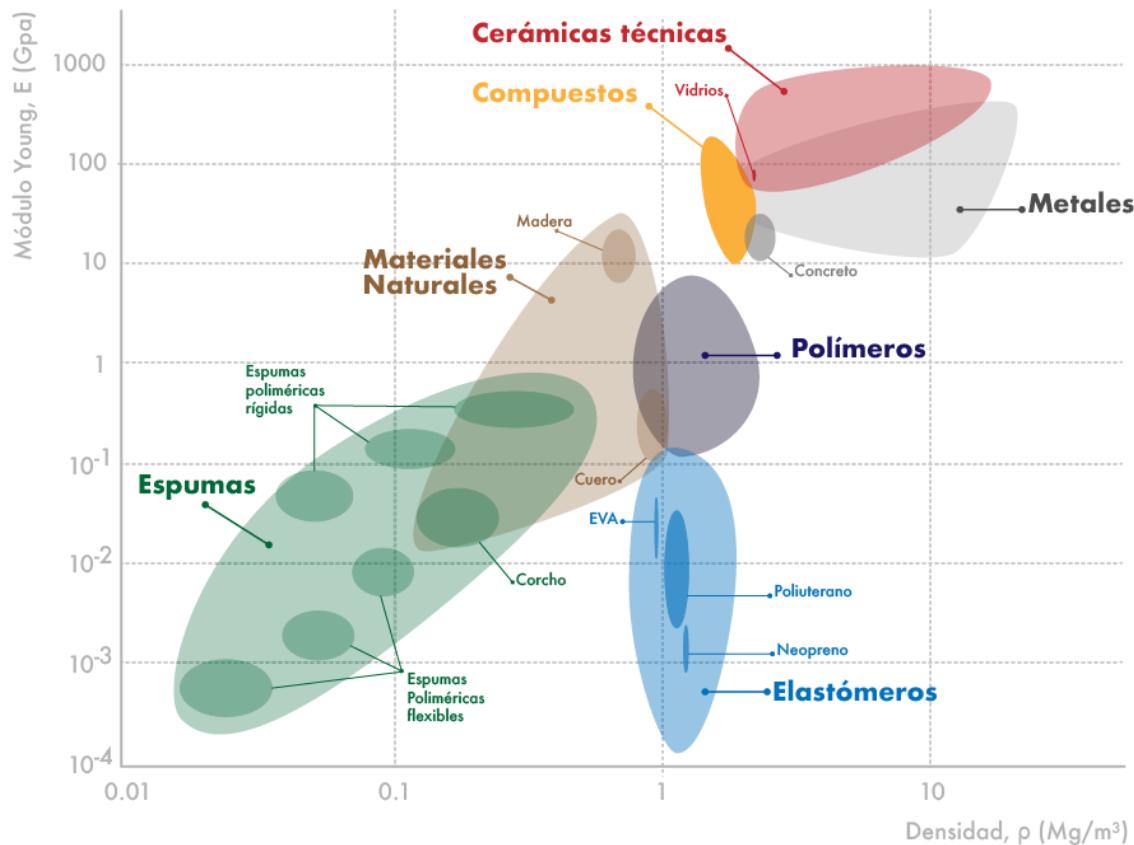


Figura 1. Gráfica densidad vs. módulo de Young de los materiales.

Como podemos ver en la gráfica los metales se ubican en la parte alta en cuanto a su densidad. Esta suele ser una característica general de los metales y el acero 4140 no es la excepción. Con una densidad entre $0,284$ y $0,285 \text{ lb/in}^3$ este material hace que las piezas que lo utilizan sean muy pesados. Al ocupar mucho material igual se incrementan los precios finales.

- Compatibilidad material-proceso de manufactura

No contamos con un tamaño de lote definido, sin embargo, se puede inferir que son en miles. Por parte de las tolerancias dimensionales, John Deere las maneja desde el Nivel A hasta el Nivel G. El orden es de A a G, donde las inspecciones se hacen más detalladas y más precisas, debido a que, el proveedor es el responsable de dar esa información. Por ende la compatibilidad material-proceso de manufactura depende del proveedor y de su proceso de atención al inspeccionar el producto.

- Aspectos de sustentabilidad

De acuerdo con el diario DE, la industria siderúrgica es responsable de entre el 7 y 9 por ciento de la contaminación por gases de efecto invernadero, que atrapan la luz solar, calientan el planeta, intensifican las olas de calor y favorecen los ciclones tropicales. El principal material de esta industria es el acero.

Etapa III.

- Resumen de Equipo y Herramentales

Lo ideal sería adquirir placas gruesas de acero 4140. Esta presentación se acopla a los procesos de fabricación que buscamos implementar, debido a que es muy versátil. Nuestro diseño se compone de dos piezas principales. Se utilizará un CNC para manufacturar ambas piezas del diseño en Solidworks. Después se haría un ensamblado de las piezas. Por último, se aplicaría un proceso de lijado para eliminar restos y dejar un buen acabado.

- Resumen de Factores de Costo

Tomando en cuenta todas las piezas que conforman el Moldboard Tack que diseñamos, con ayuda de una de las herramientas de SolidWorks que permite generar mediciones de las propiedades físicas de los diseños fuimos capaces de calcular los volúmenes de todas las piezas que conforman el ensamblaje. En base a la fórmula de $masa = densidad \cdot volumen$ y tomando en cuenta que la densidad del Acero 4140 es de 0.284 lb/in^3 obtuvimos la masa total del ensamblaje. Tomando un precio aproximado de 1.625 USD por libra de acero 4140 calculamos los costos.

Pieza	Cantidad	Volumen in^3	Masa lb	Precio USD
Clamp	2	4170.84	1184.51	1924.84
Base	2	6680.03	1897.13	3082.83
Empujadores de arriba	2	165.28	46.94	76.27
Prensa	1	5978.99	1698.03	2759.30
Tubos de fijador	2	431.35	122.50	199.06
Base completa	1	76564.08	21744.2	35334.32

Costo total aproximado del material que conforma el Moldboard Tack: **43376.66**

Diseño

Etapa I.

Para poder pensar en posibles alternativas para el diseño del sistema, fue necesario inicialmente comprender y visualizar el diseño actual para después hacer algunas modificaciones. En la Figura 1 se muestran algunas de las primeras propuestas conceptuales que elaboramos para el diseño y funcionamiento del dispositivo:

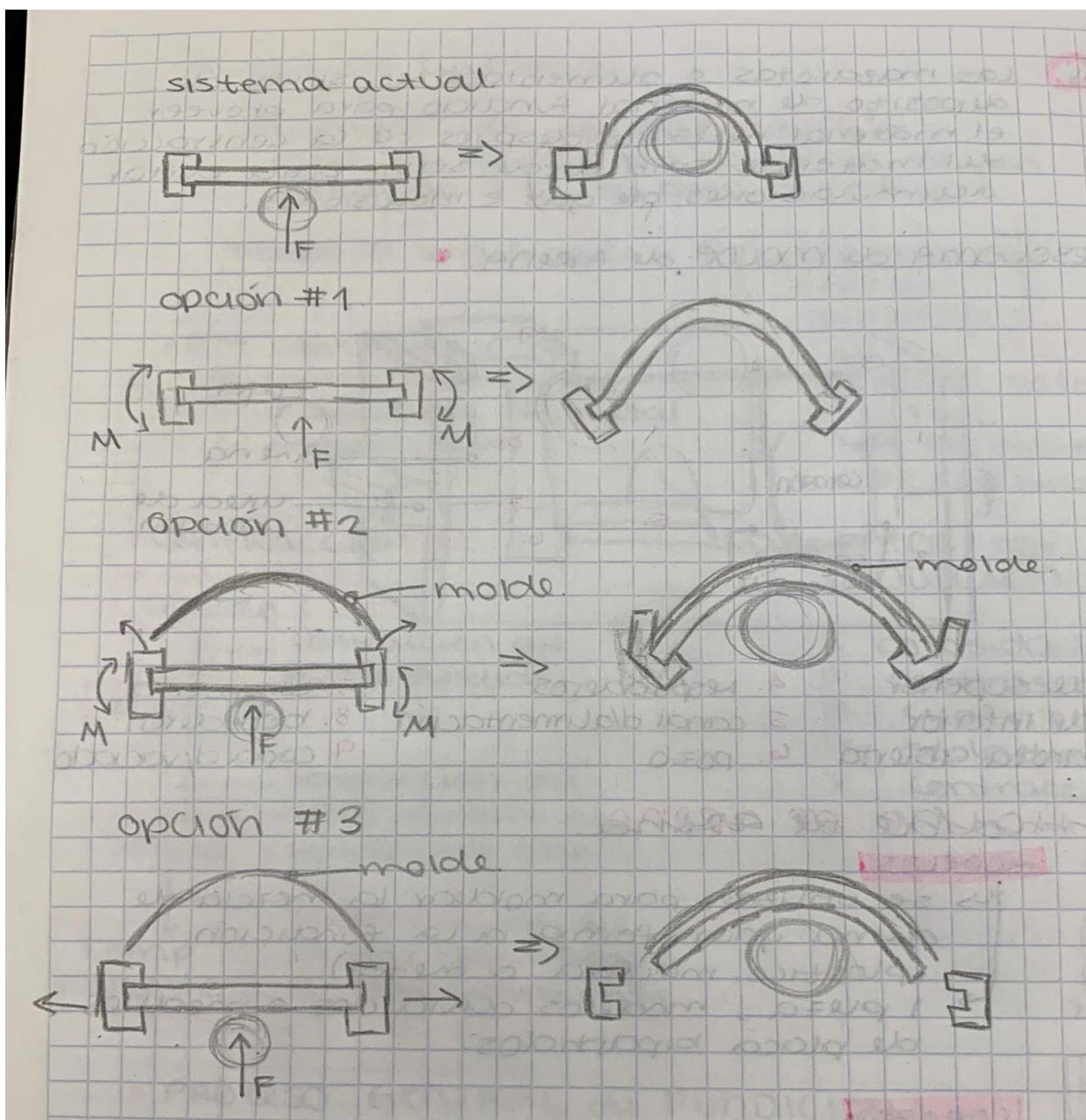


Figura 2. Bocetos iniciales.

Seleccionamos como material el acero 4140 para nuestra propuesta, debido a que, presenta un límite elástico muy alto y nos ayudaría a que la pieza resista los procesos de manufactura, además de que tiene una disponibilidad aceptable. Lo ideal sería adquirir placas gruesas de acero 4140, porque esta presentación se acopla a los procesos de fabricación que buscamos implementar debido a su versatilidad. No obstante, se encuentra la inconveniencia de que comúnmente este material es provisionado en cilindros, pero consideramos que es un hecho que puede ser sencillamente manejado al fundir el material y laminado en el grosor adecuado para la manufactura de las piezas.

Etapas II.

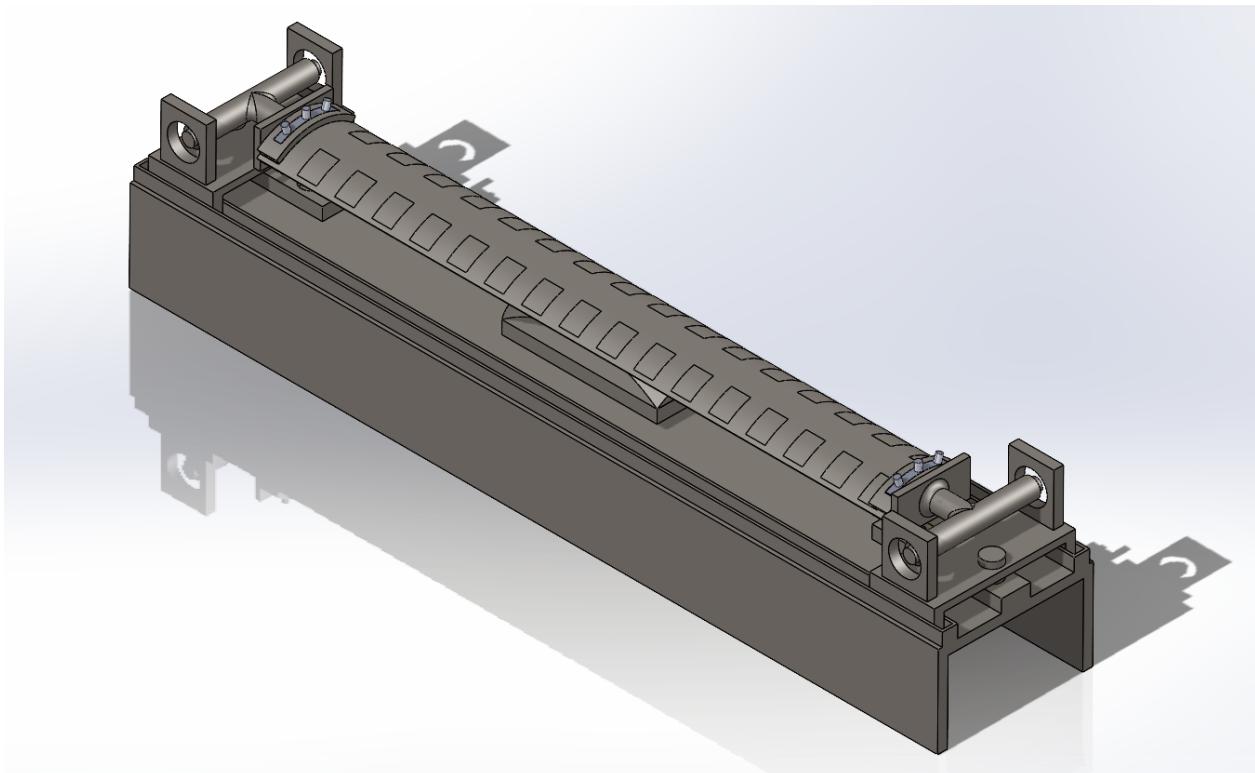


Figura 3. Moldboard Tack. Vista isométrica.

En la Figura 3 se puede apreciar una vista isométrica del fixture completo de la Moldboard Tack en Solidworks. Este es el modelo final, con sus modificaciones pertinentes.

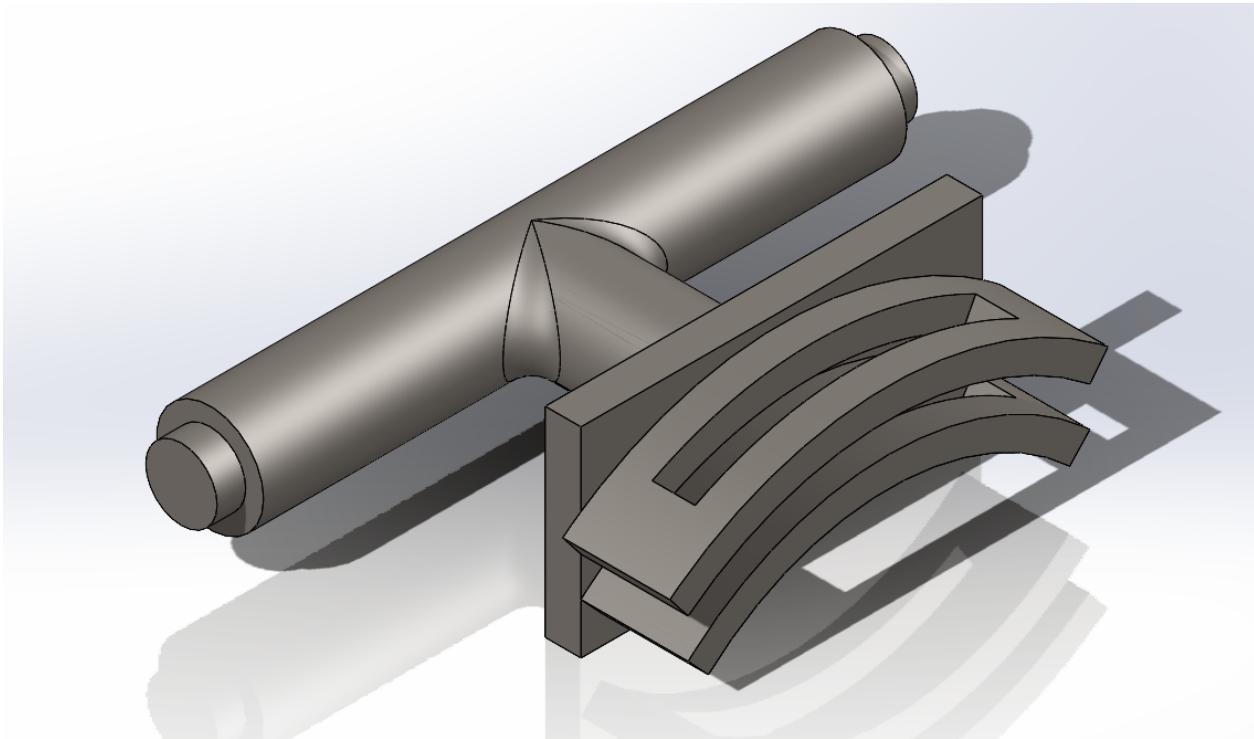


Figura 4. Clamp. Vista isométrica.

Este es el modelo de un clamp o abrazadera en el diseño, como se muestra en la Figura 4. Esta fue la principal modificación que fue hecha al diseño original y es el responsable de que se pueda lograr la deformación sin que se presente la forma de semi-omega ya que consta de un diseño que se conectara a un balero para que pueda ser rotativo en sus ejes circulares

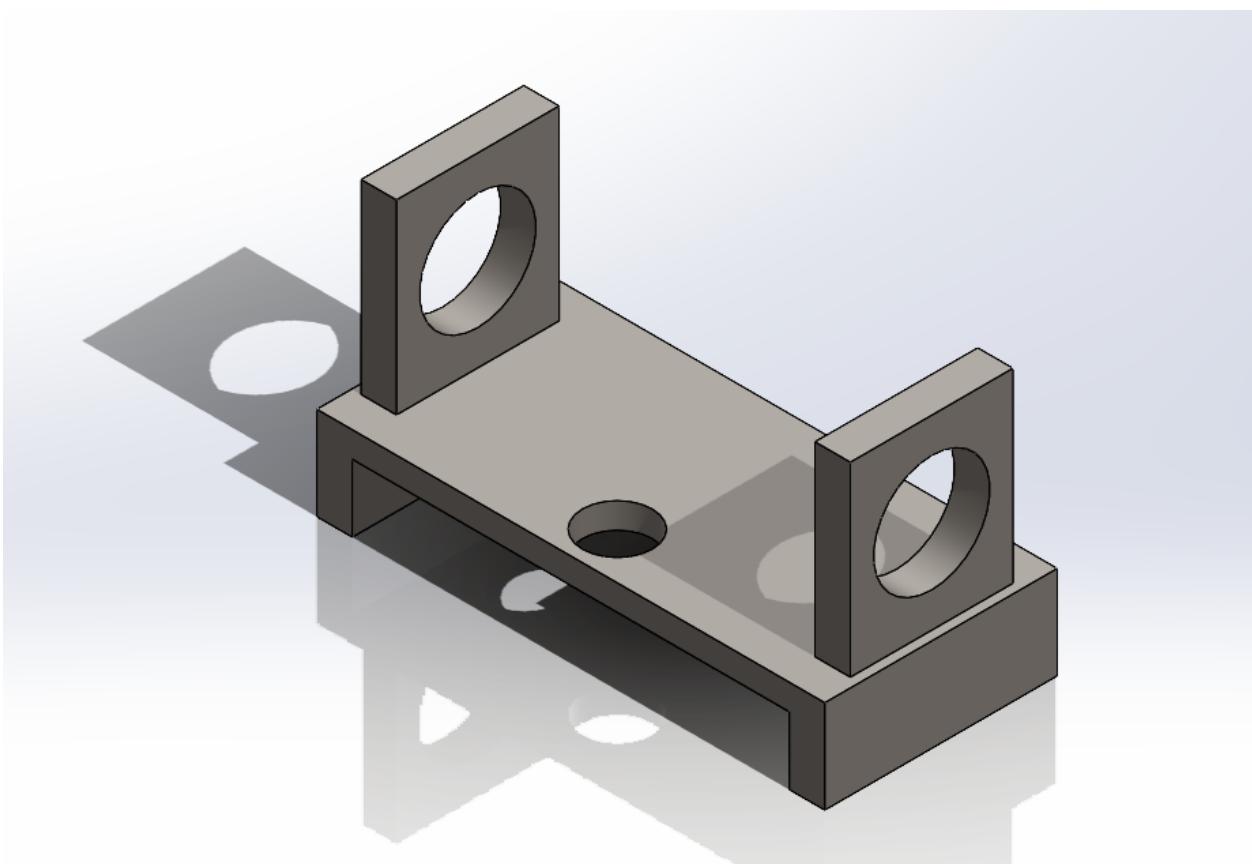


Figura 5. Base de Clamp. Vista isométrica.

En la Figura 5, se observa el sujetador o base del clamp. Su principal función es retener el clamp en su lugar y permitir que rote con el movimiento de la placa, en el se tienen dos orificios circulares de los cuales se colocaran los ejes de los clamps con un balero que le permitirá rotar en función a la fuerza aplicada

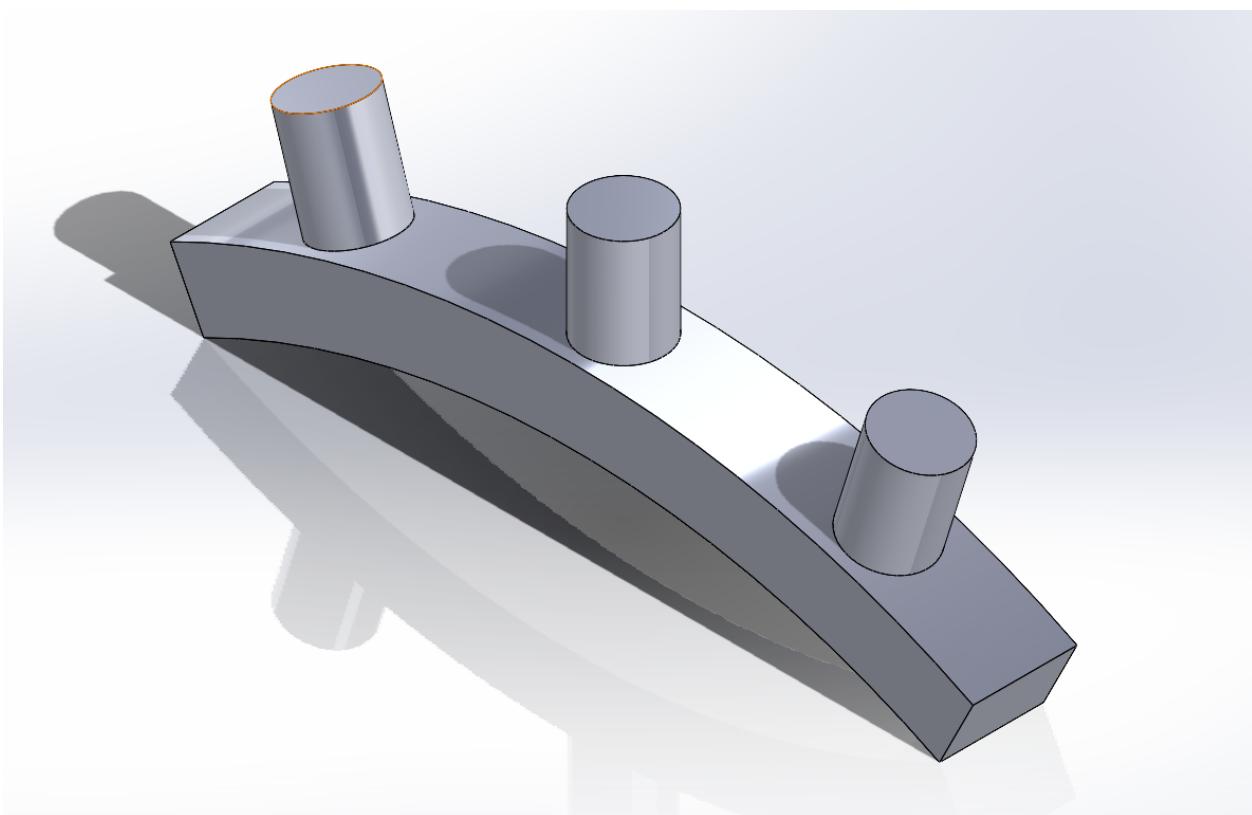


Figura 6. Pieza de cohesión hidráulica. Vista isométrica.

En la Fig. 6 se representa la pieza de cohesión hidráulica. Se coloca en el orificio de los clamps generando una sujeción a la lámina para que esta no se mueva, este pieza se planea que este conectada a un pistón el cual generará una fuerza

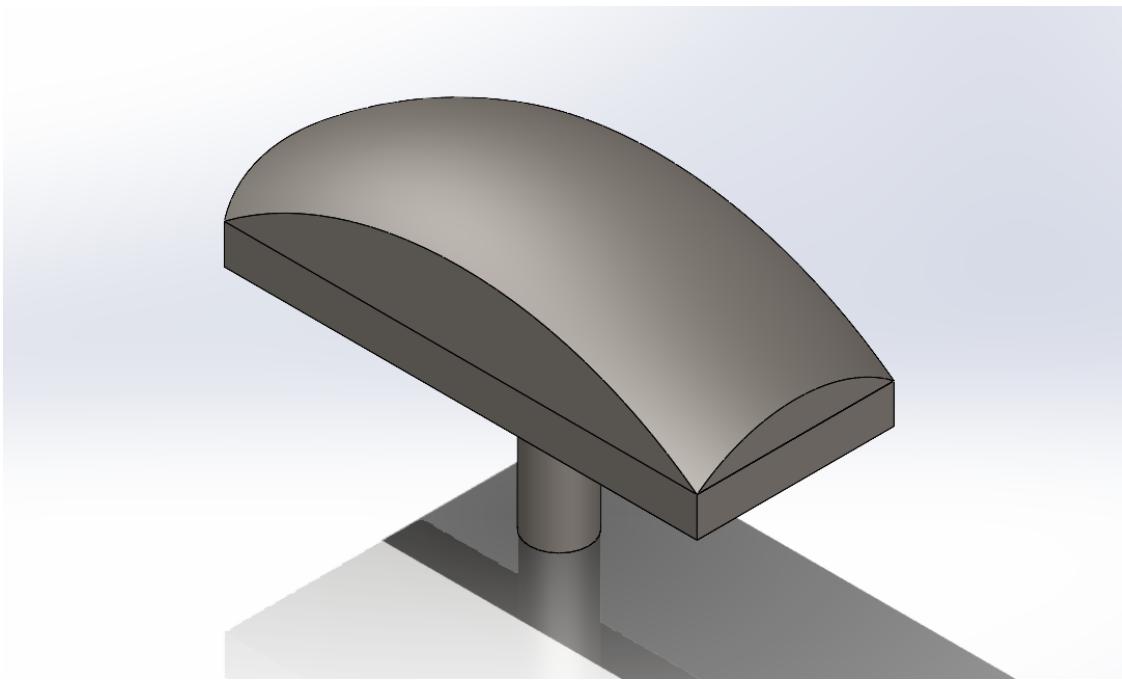


Figura 7. Representación del modelo de la prensa.

La función de la pieza de la Fig. 7 es ejercer un esfuerzo de deformación sobre la placa con la forma en la que se desea su deformación, en este caso es parabólico por lo que la prensa cuenta con este diseño, a esta técnica se le conoce como “Stretch Forming”. Esta prensa está diseñada de forma que tiene dos curvaturas. Una de las curvas es la curvatura transversal la cual está dada por la curvatura de la placa. También tiene una curvatura longitudinal la cual está dada por la forma la cual se quiere tener. En realidad, la curvatura deseada no se puede colocar debido a que el radio de deformación es demasiado pequeño para el largo de la placa. El valor del radio que se seleccionó fue obtenido con base en simulaciones.

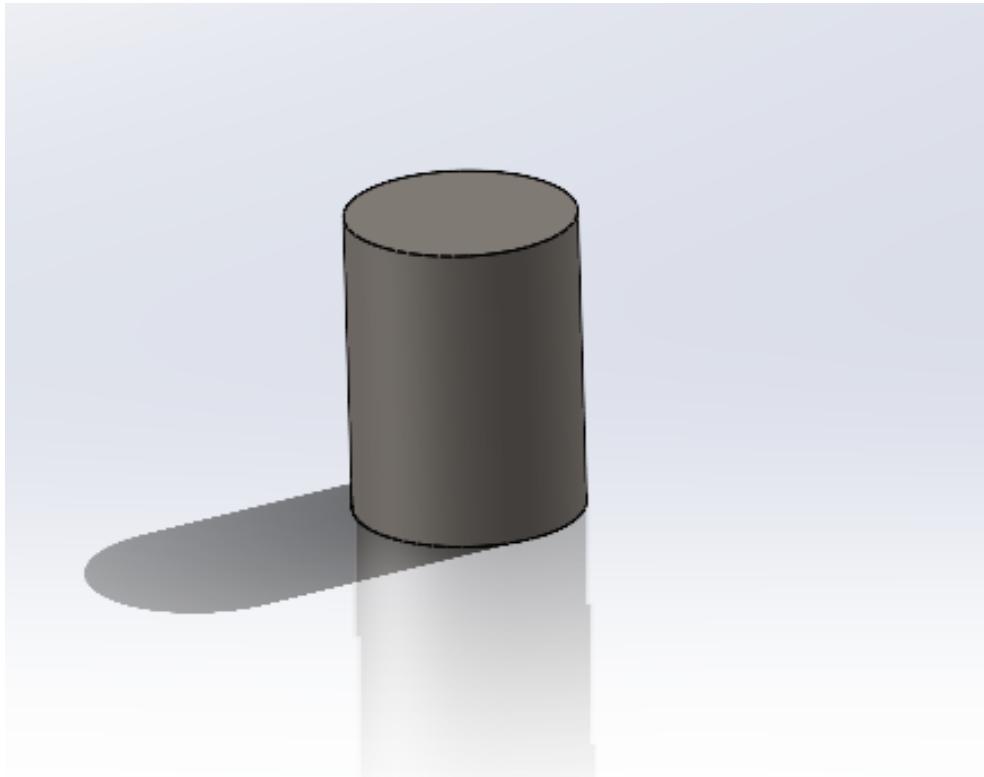


Figura 8. Sujetador de la base del Moldboard.

Fig 8. Esta pieza su principal función es la sujeción de sujetador (Fig 5.) a la base del MoldBoard.

Como se mencionó en la descripción de la pieza de la figura 7, se utiliza el método de stretch forming. Este método es muy utilizado en la industria automotriz o aeronáutica en donde las piezas que se realizan requieren tener una curvatura o son complejas de hacer. Este método funciona a base de estirar la pieza y aplicar una fuerza axial. El estiramiento de la pieza es hecho por la rotación de las agarraderas. Estas, al girar, generan una fuerza de estiramiento sobre la placa la cual está sometida a una fuerza axial ejercida por la prensa.

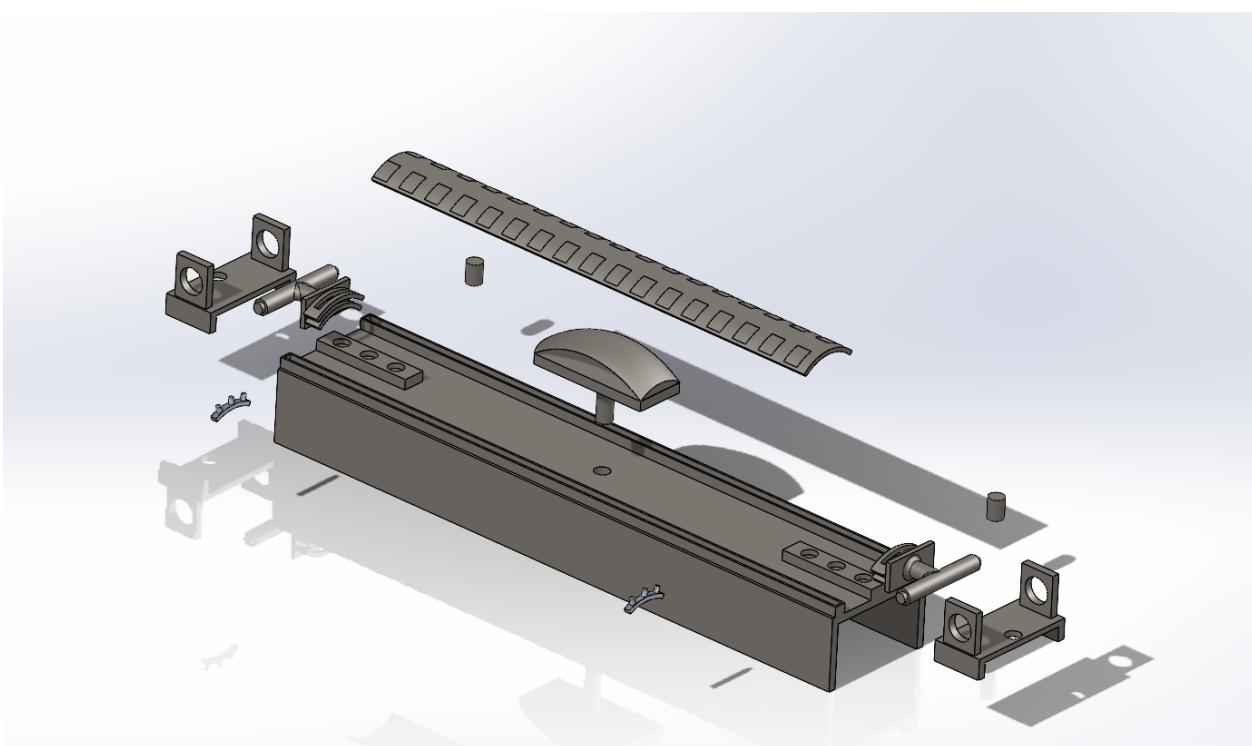


Figura 9: Ensamble extruido

	PLA	Aluminio 6061	Acero 1045	Acero 4140	Titanio Puro
Límite Elástico	7.25 - 7.98 ksi	35 - 75.6 ksi	54.5 - 135 ksi	193-207 ksi	40 - 52.2 ksi
Dureza	17 - 22 HV	85.4 - 168 HV	183 - 415 HV	197-229 HV	155 - 165 HV
Tenacidad	3.04 - 4.36 ksi.in ^{0.5}	23.4 - 37.3 ksi.in ^{0.5}	29.1 - 65.4 ksi.in ^{0.5}	15 -35 ksi.in ^{0.5}	50.1 - 54.6 ksi.in ^{0.5}
Punto de fusión	293 - 347 °F	935 - 1200 °F	2580 - 2740 °F	2571°F a 2660°F	3030 °F
Conductividad	Buen Aislante	Buen Conducto	Buen Conducto	Conductor Promedio	Mal Conducto
Densidad	0.0448 - 0.0459 lb/in ³	0.0965 - 0.103 lb/in ³	0.282 lb/in ³	0,284 a 0,285 lb/in ³ .	0.163 lb/in ³
Disponibilidad	Muy Común	Común	Común	Común	Poco Común
Costo	1.14 - 1.46 USD/lb	1.61 - 1.71 USD/lb	0.317 - 0.333 USD/lb	1.50 -1.75 USD/lb	6.8 - 7.62 USD/lb

Fuente: Ansys Granta Edupack

Hicimos un análisis de los posibles materiales que podríamos seleccionar para nuestro proyecto, y anotamos características de las propiedades de cada material que consideramos importantes saber para los propósitos que tenemos planeado usarlo. Las propiedades analizadas fueron el límite elástico, dureza, tenacidad, punto de fusión, conductividad, densidad, disponibilidad y costo.

Por ejemplo, el PLA es ideal para hacer el prototipo en 3D ya que las impresoras de este tipo se basan en este material para sus modelos, sin embargo, no serviría como nuestra selección final. Y en cuanto a la manufactura de las piezas, el material ideal sería el titanio puro porque nos ofrece propiedades mecánicas muy favorables como alta rigidez y tenacidad. Sin embargo, el titanio puro es caro y relativamente difícil de conseguir por lo que ha sido descartado.

Por lo que, escogimos el acero 4140 porque cuenta con varias propiedades que buscamos en un material como alto límite elástico, buena dureza y tenacidad así como ser un material común y económico.

Etapa III.

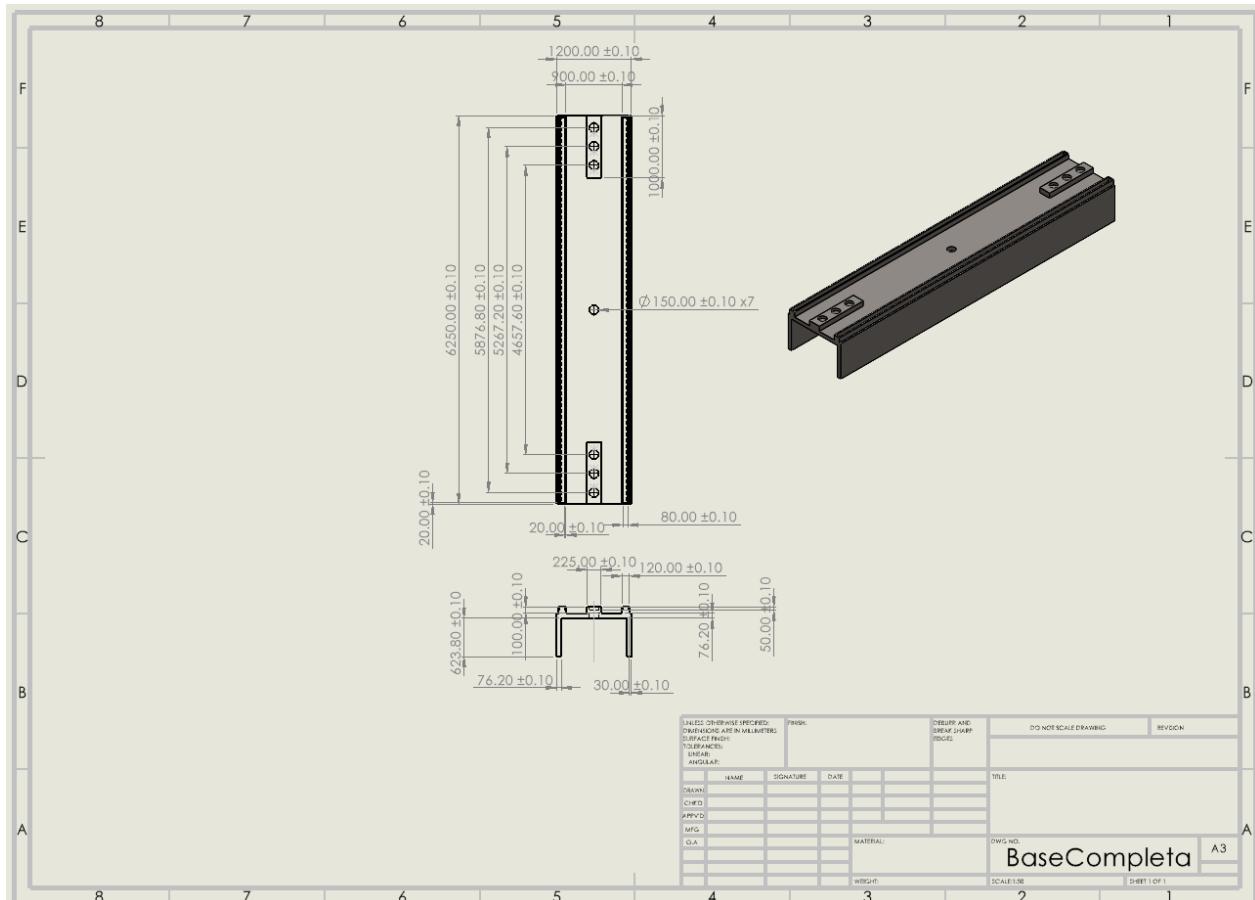


Figura 10. Plano ingenieril de la Base Completa.

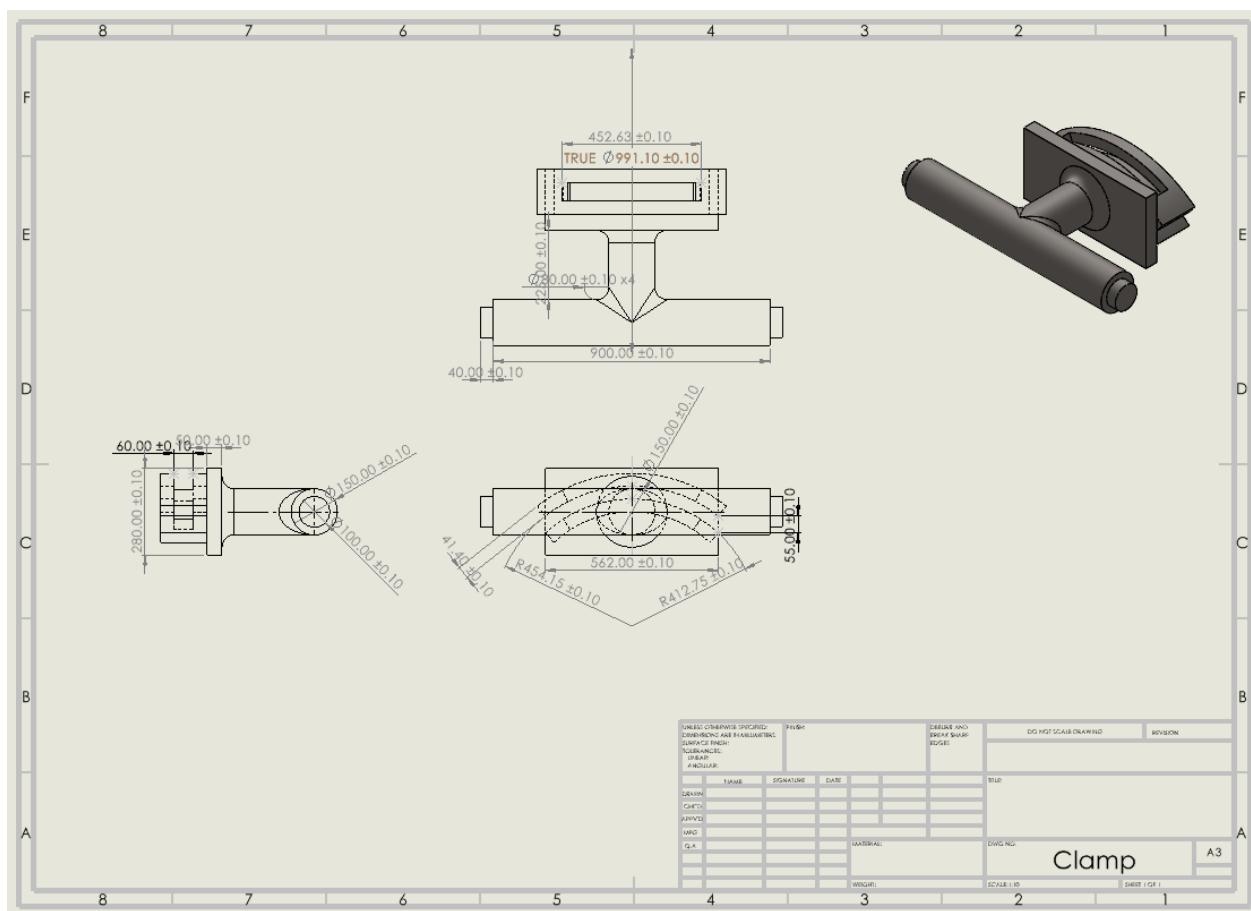


Figura 11. Plano ingenieril de los Clamps.

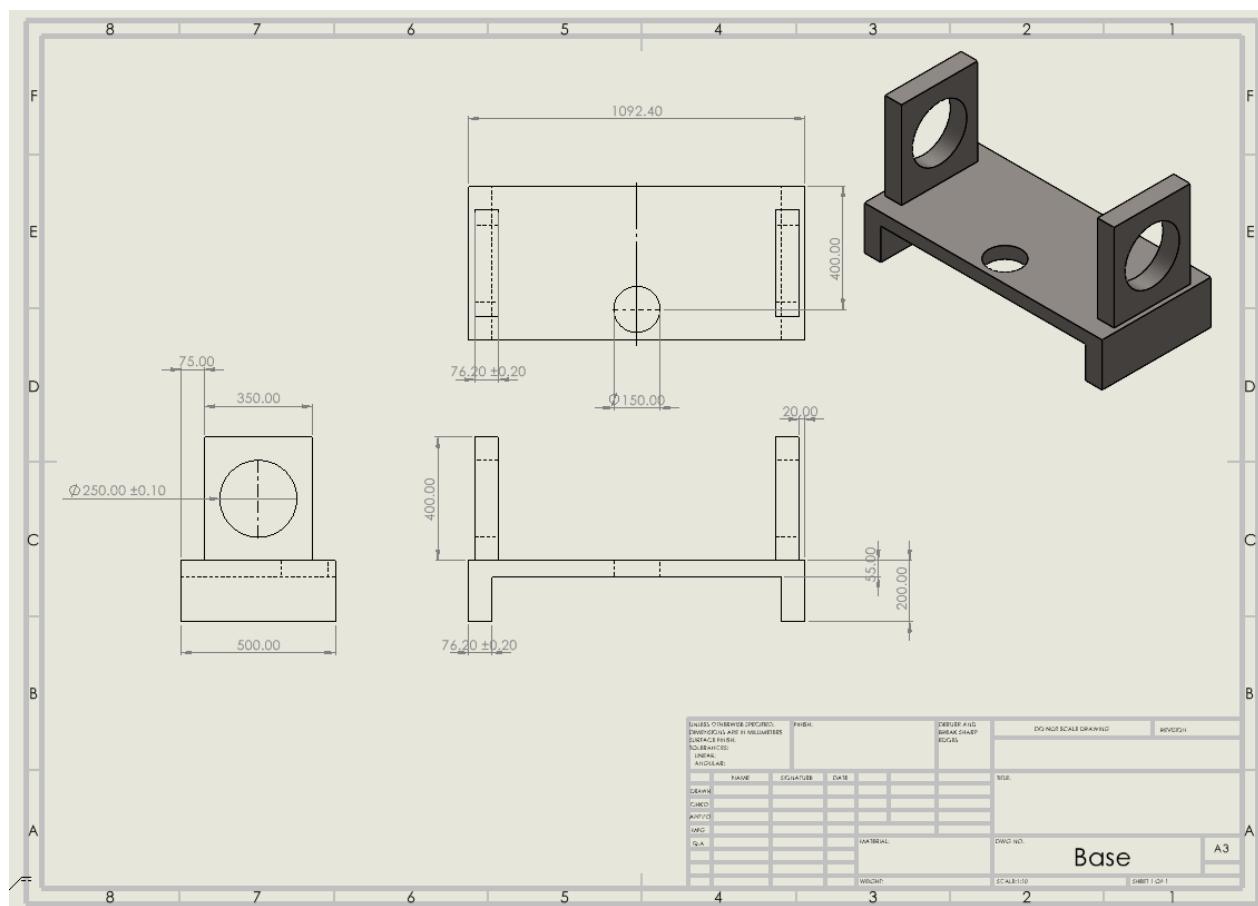


Figura 12. Plano ingenieril de la Base para los Clamps.

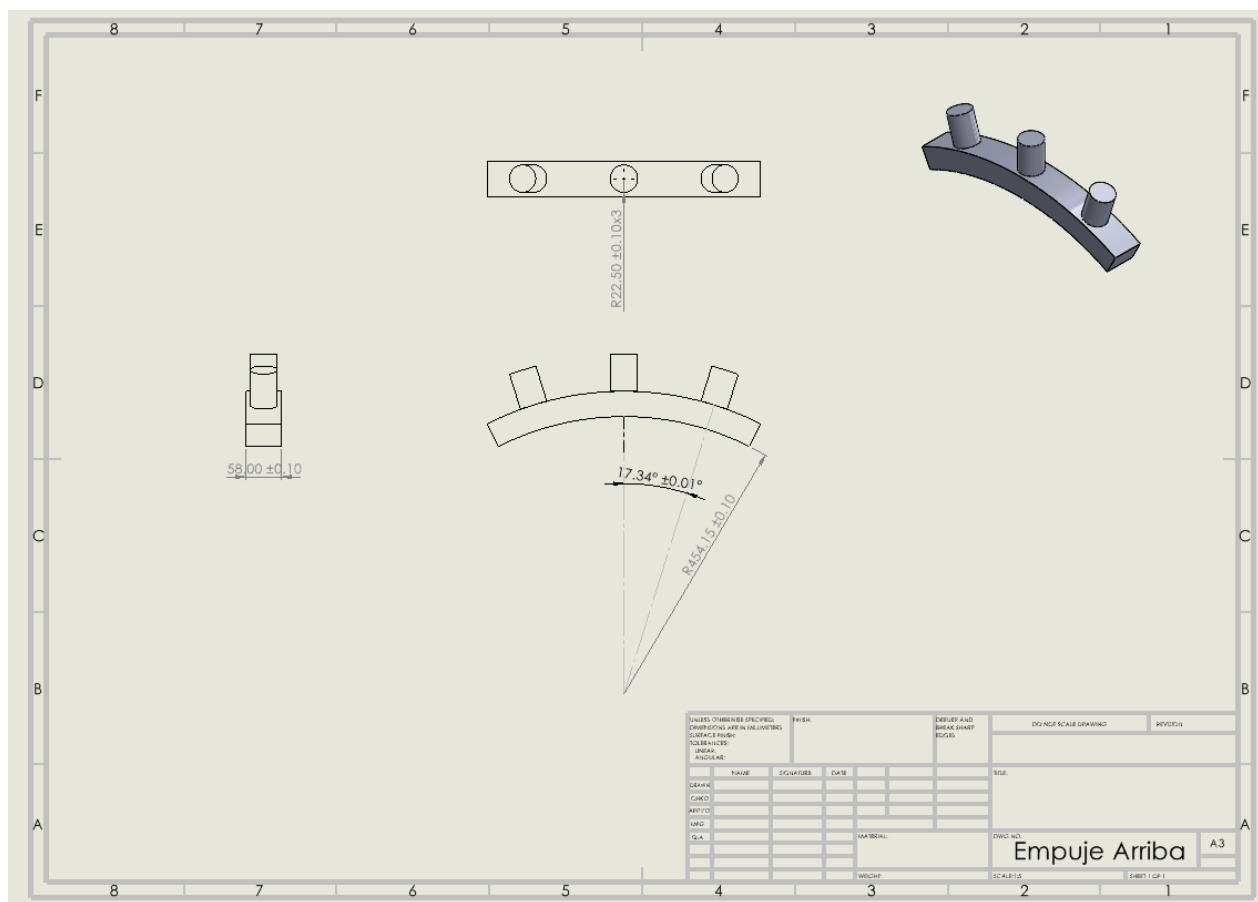


Figura 13. Plano ingenieril de la pieza de cohesión hidráulica.

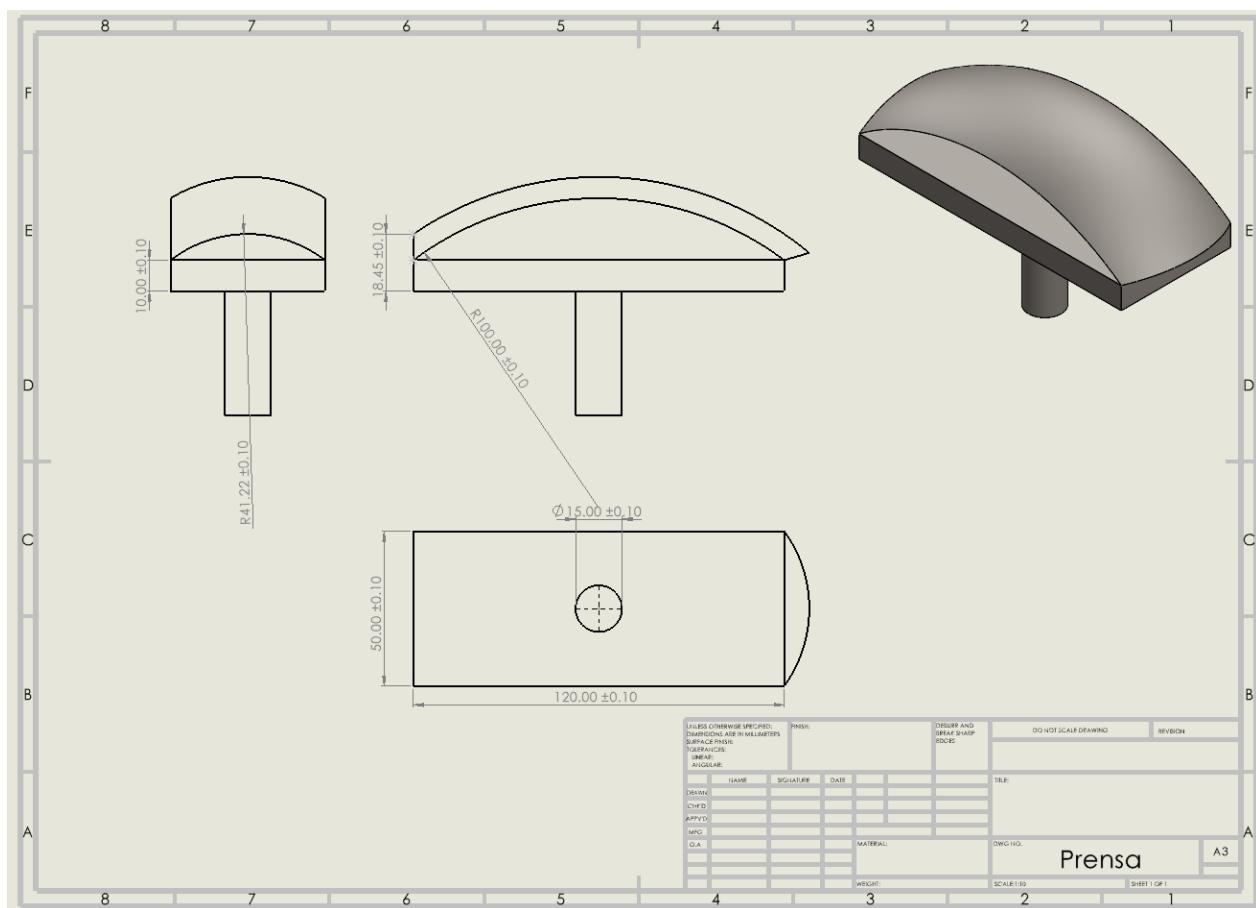


Figura 14. Plano ingenieril de la representación del modelo de la prensa.

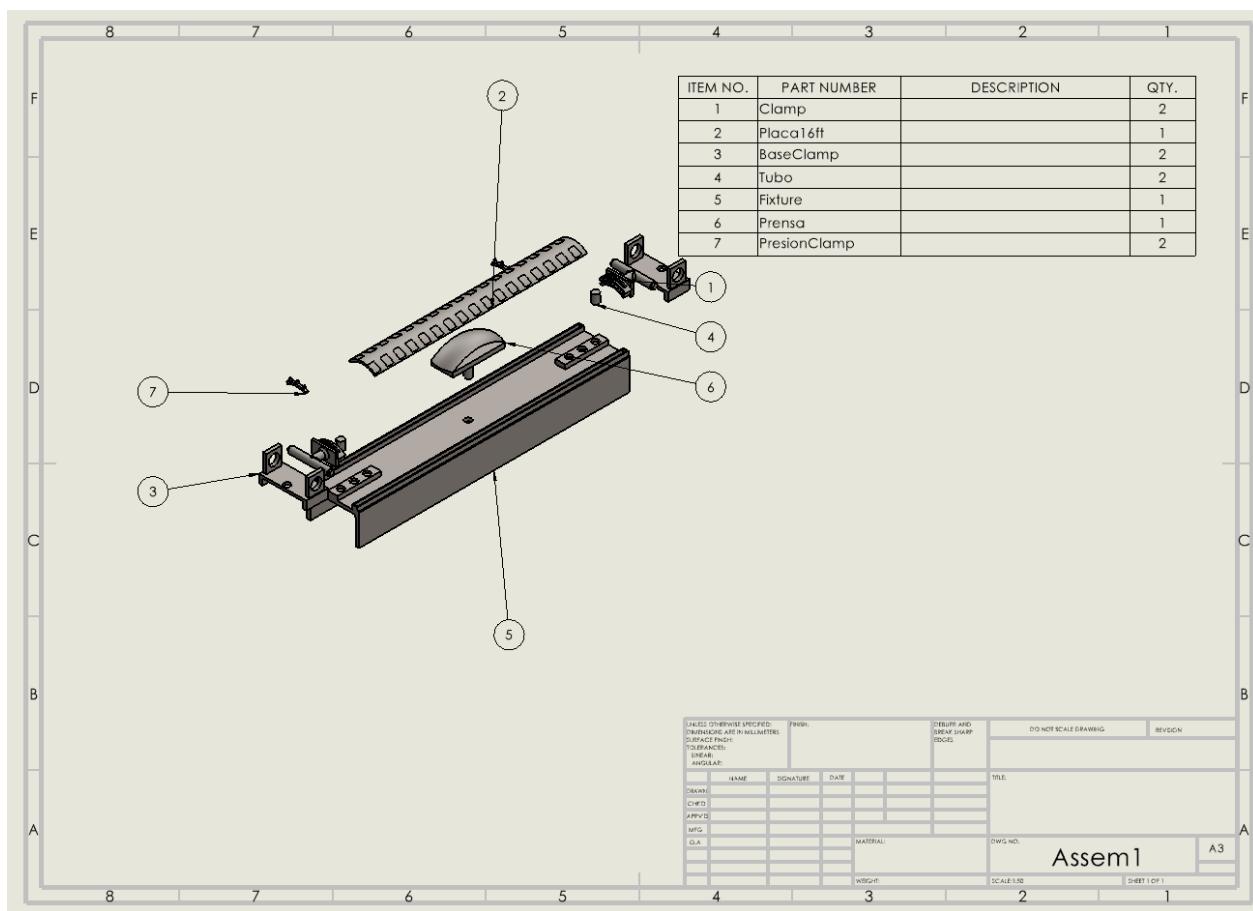


Figura 15: Plano Ingenieril Extruido con BOM

Procesos de Manufactura

Etapa I.

Las operaciones de manufactura que se estarán utilizando serán:

- Torno: Para las operaciones de piezas cilíndricas.
- Moldes Permanentes: Los moldes serán utilizados para las abrazaderas debido a su forma compleja.
- Laminado: Para desarrollar las placas alargadas del fixture.
- Fundición: Este método se utilizará de la mano a los moldes para insertar el material.
- CNC: Para hacer cortes en las piezas.

Todas estas operaciones serán ensambladas vía una soldadura de arco eléctrico. Se escogió este método debido a que es uno el cual es muy fácil de hacer para cualquier operario y se puede automatizar de una manera poco compleja.

El material escogido es un material que es muy utilizado en la industria. Debido a que es muy común su uso, este material es compatible con los procesos de manufactura mencionados anteriormente. Uno de sus problemas es su punto de fusión. Si se opta por algún tipo de manufactura vía fundición se requiere llegar a los 1416 grados centígrados lo cual puede aumentar mucho el costo.

Etapa II.

Para la pieza de la agarradera, se optará por el uso del torno. La pieza, recién llegada del proveedor llegará con las medidas de diámetro deseadas. La pieza se cortará a la distancia deseada y luego se hará un cilindrado a la pieza, para que pueda tener los dos diámetros deseados. La siguiente pieza se usará sacabocados el cual nos habilita de ensamblar estas dos piezas de forma sencilla. Para la siguiente pieza de la agarradera si se consigue un proveedor que nos otorgue el material de forma extruida se utilizará este para así poder crear el soporte para los agarradores. Estos serán creados vía un molde permanente debido a que como se mencionó anteriormente tienen una forma compleja.

Para la base de las agarraderas se utilizarán las láminas que serán otorgadas. Las láminas extruidas que se soldaron a la base, se requiere que tengan un orificio para insertar el balero que sujetel agarrador. Este orificio se puede realizar con una fresadora CNC debido a que no es una pieza de gran tamaño. Después de haberlas procesado y cortado vía CNC se sueldan y se prueba a que su estructura y los baleros sean los apropiados para recibir y mover la carga.

Para el fixture completo se soldaron las láminas en la forma prevista por el dibujo. Para las piezas superficiales se tienen que realizar por separado y luego soldarse. Al igual que la base

de las agarraderas, las hoyos de estas piezas se harán en CNC debido a que las dimensiones de la pieza lo permite.

Etapa III.

Para el torno se coloca la pieza en el cabezal para después hacer girar la pieza y al momento de acercar las herramientas al hacer contacto dependiendo de la herramienta que se utilice será el corte que se hará. En este caso, se busca un cilindrado.

Por otro lado, la fresadora CNC es controlada por un ordenador, el cual lleva a cabo el proceso de fresado permitiendo obtener la pieza final que se desea. Igualmente, se puede llevar a cabo mediante dos tipos de fresadoras: horizontal o vertical, cuya diferencia es la posición en la que se encuentra el eje.

Metroología

Etapa I.

- Dimensiones:

Las dimensiones a resaltar más grandes son los clamps y este lo podemos dividir por el sujetador y el clamp

- El sujetador cuenta con dimensiones de largo 1092.4mm por 500 mm y una altura de 420 mm
- El clamp al ser una pieza más compleja tiene medidas que se enfocan más en curvaturas pero tiene un largo de aproximadamente 900 mm del eje
- Resistencia de tracción: Esta característica se debe tomar en cuenta ya que tanto las láminas que se quieren deformar como los clamps son de materiales los cuales se van a someter a una prueba de tracción y se requiere que resista.

El material que se requiere deformar es una lámina de acero 1045 el cual tiene una resistencia de 650 MPa +-20 MPa y las deformaciones que estamos haciendo no pasan de 44 Mpa por lo que podemos cambiar materiales con menores resistencias a la tracción y hacerlo más barato como mejora a futuro

Etapa II.

Para las mediciones tenemos que tomar en cuenta diferentes factores como las medidas de los clamp, sujetadores, entre otros por lo que podemos llegar a la conclusión de que algunas piezas o parte de otras se pueden medir con algunas herramientas que nos dan menos rango de medición. A continuación enseñamos la lista de equipos de medición y herramientas necesarias:

- Calibre Venier
- Micrometro
- Cinta metrica
- Escuadra de carpintero

Etapa III.

Herramienta	Descripcion
Calibre Venier	Es una herramienta con una precisión de hasta 0.01mm y nos ayuda a medir con precisión mediciones internas que existen de los clamps.
Micrometro	Esta herramienta no es útil para medir espesores de diámetros de nuestro clamp ya que este cuenta con ejes redondos.
Cintra Metrica	Esta herramienta es simple con una medición mínima de 1mm que aunque su precisión no es tanta como los otros nos ayuda a medir grandes longitudes que herramientas con más precisión no pueden.
Escuadra de carpintero	Herramienta de gran ayuda para medir ángulos y asegurarnos que la pieza sujetada esté correctamente.

Resultados y Análisis

Resultados (Diseño Dibujo).

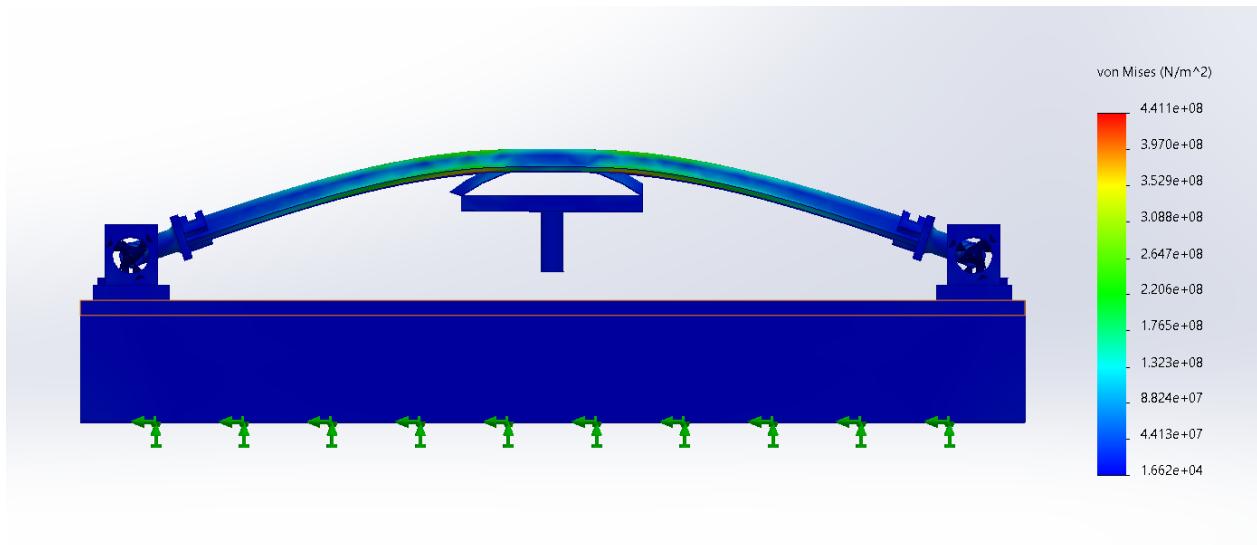


Figura 16: Resultados estres

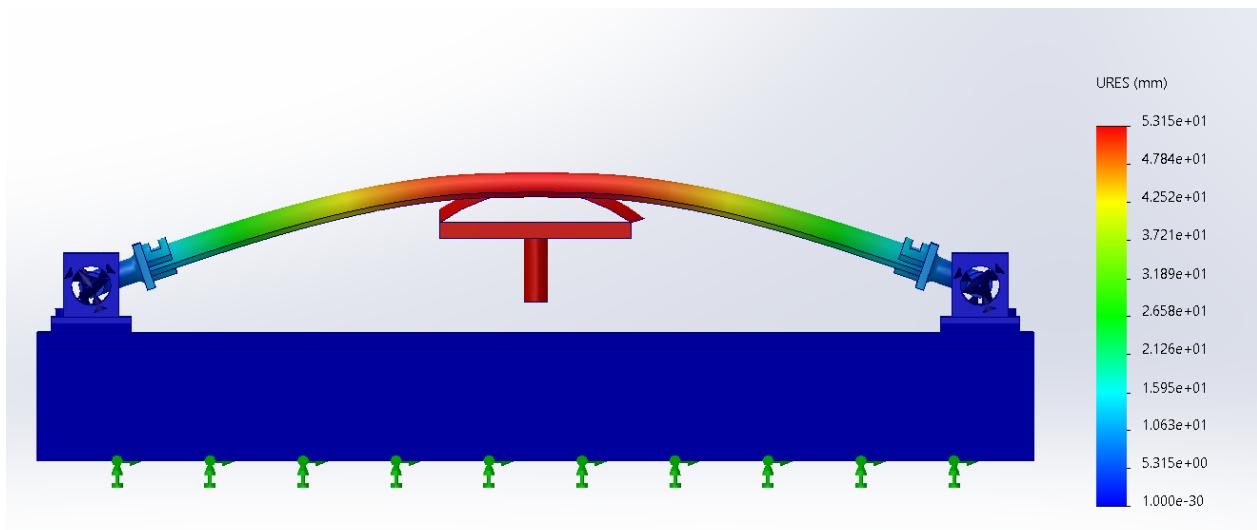


Figura 17: Resultados deformación

Como se puede observar en la figura 16 se mantuvo el nivel de estrés durante toda la placa en valores bajos. Este valor es importante que sobrepase el punto de cedencia del material debido a que si no lo hace, la placa se regresará a su estado original. Como se observa en la parte derecha de la misma figura, hay valores que sobrepasan los 310 MPa lo cual nos indica de la deformación plástica en la placa.

En la figura 17 se puede observar que la placa se deforma un total de 5.3 cm lo cual es mayor a lo requerido por nuestro socio formador. Se decidió utilizar esta deformación debido a que al momento de la deformación se regresa un porcentaje. Es por eso que no se diseñó para que la deformación sea exactamente igual a 4 cm. La fuerza aplicada para esta deformación es de 150 KN

En ambas figuras se puede notar claramente que se evitó la deformación de forma semi-omega a lo largo de la placa. Este nuevo fixture nos asegurará de obtener la placa con su deformación a lo largo de manera convexa lo cual al momento de la soldadura este error que se tenía para que la placa quedase plana se arregla y se asegura que el siguiente procesos de manufactura de la placa deseada se cumpla en su totalidad. La

Resultados (Prototipo).

Al prototipo se le hicieron unos cambios en relación al modelo original. Se tuvo que ajustar el modelo a una placa plana con un espesor de 1/16 de pulgada. Al momento de realizar los cambios, además de escalar el modelo original, se tuvo en cuenta que el material con el cual se iba a realizar dicho prototipo era de PLA en una impresora 3D. El Fixture está hecho y fue pensado desde el principio de MDF el cual es muy sencillo de manufacturar.

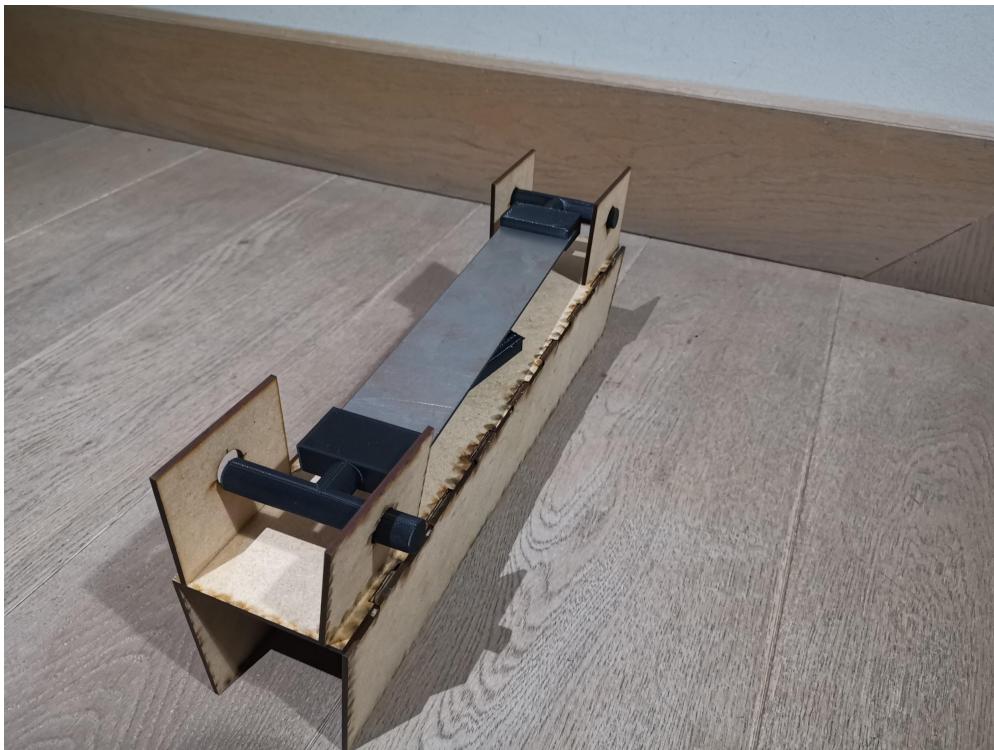


Figura 18: Prototipo físico

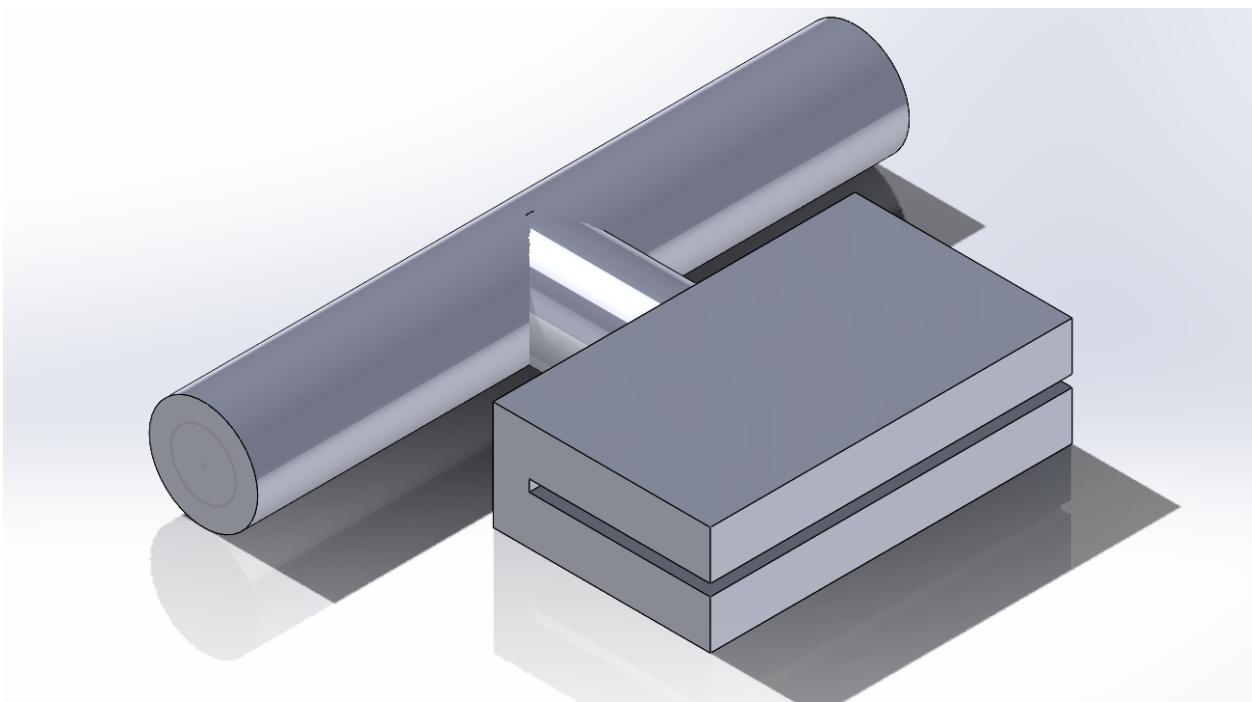


Figura 19: Agarradera Prototipo

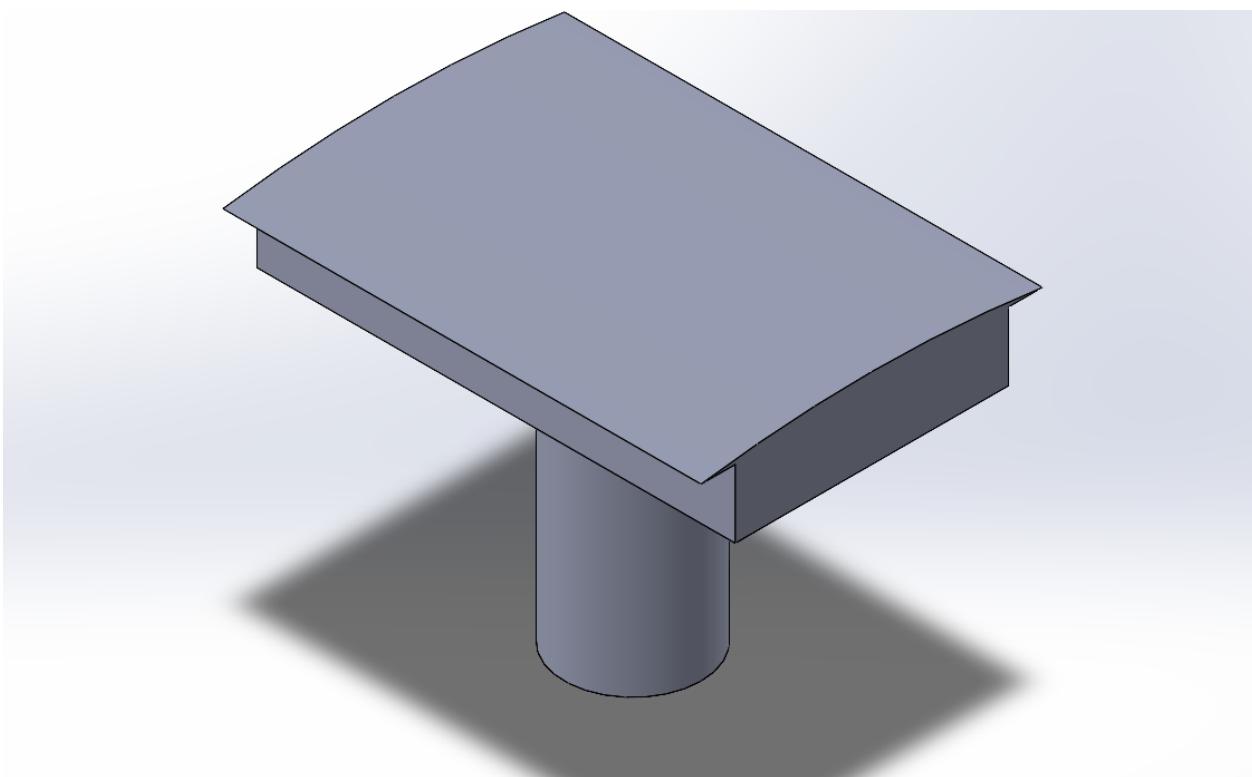


Figura 20: Prensa Prototipo

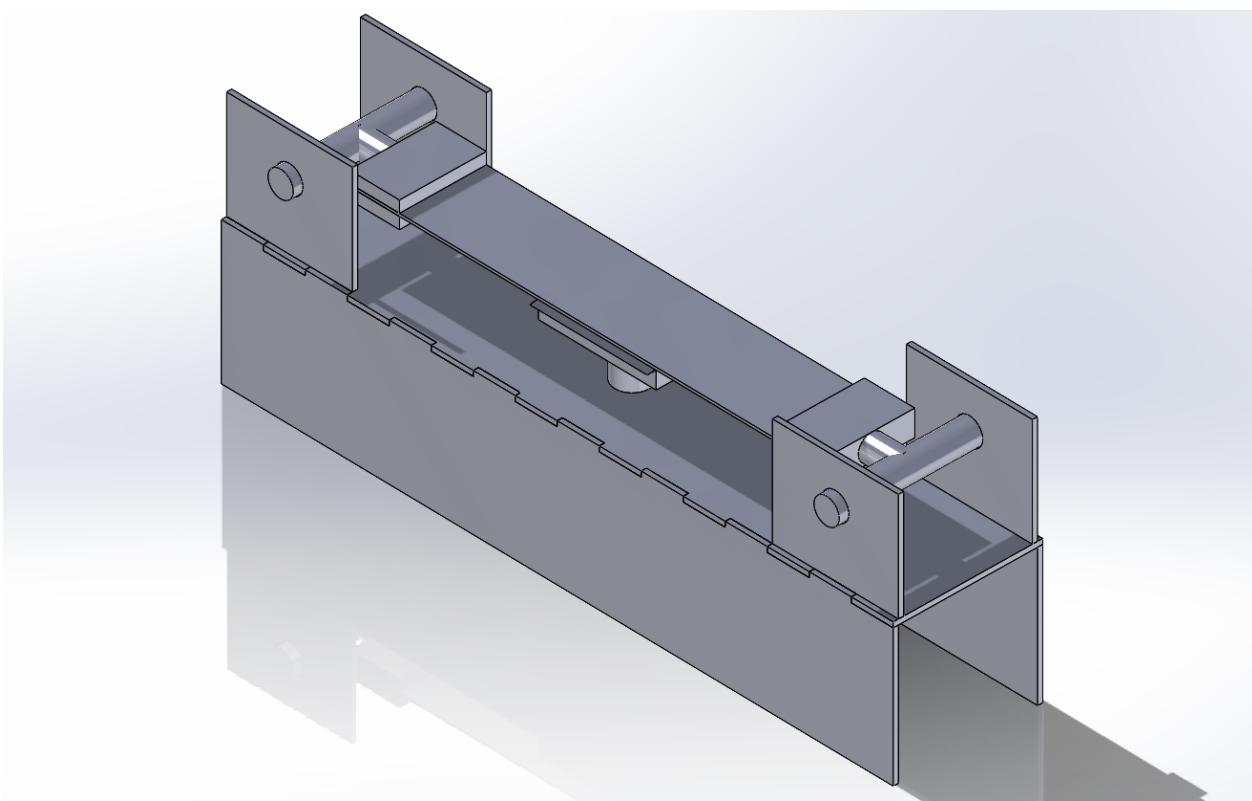


Figura 21: Ensamble Prototipo

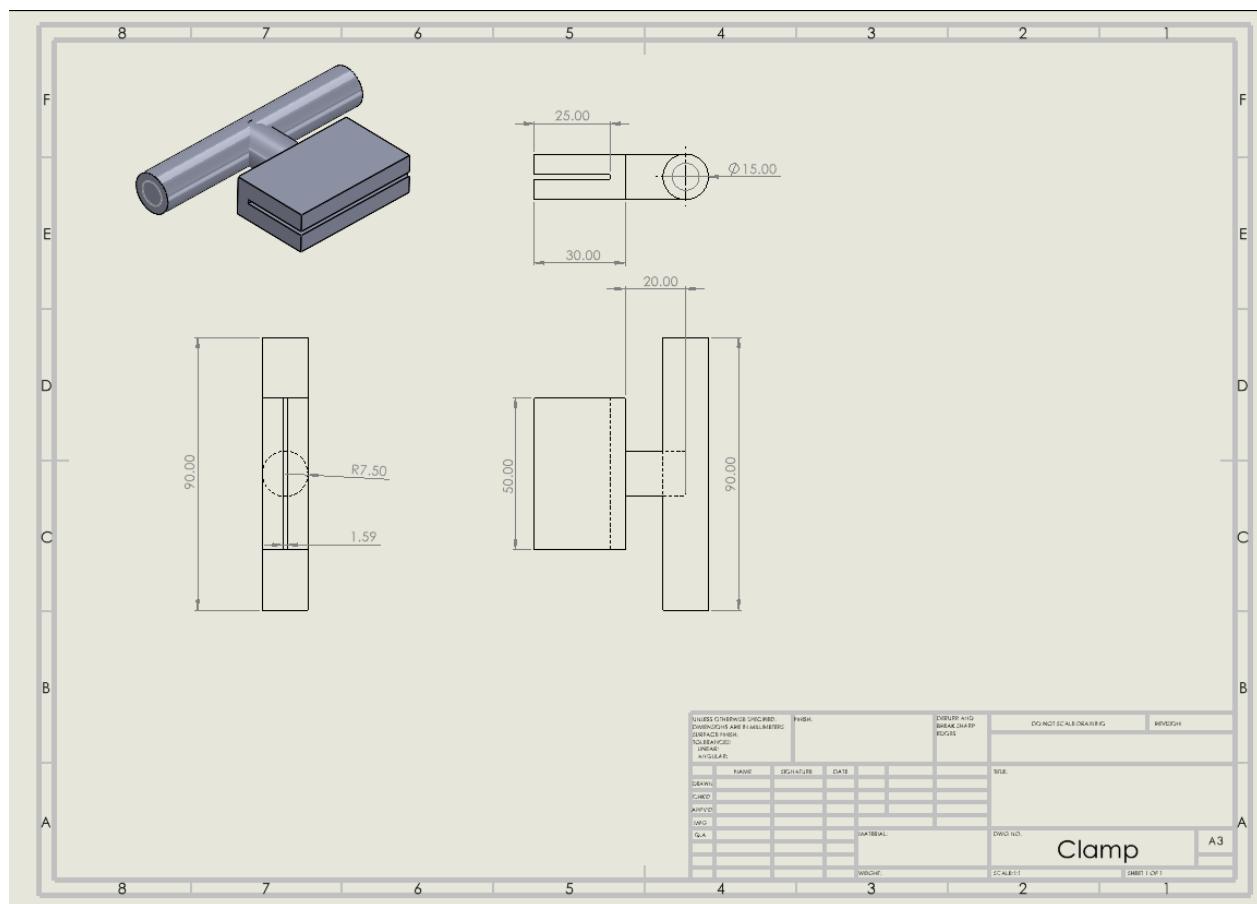


Figura 22: Plano Ingenieril Clamp Prototipo

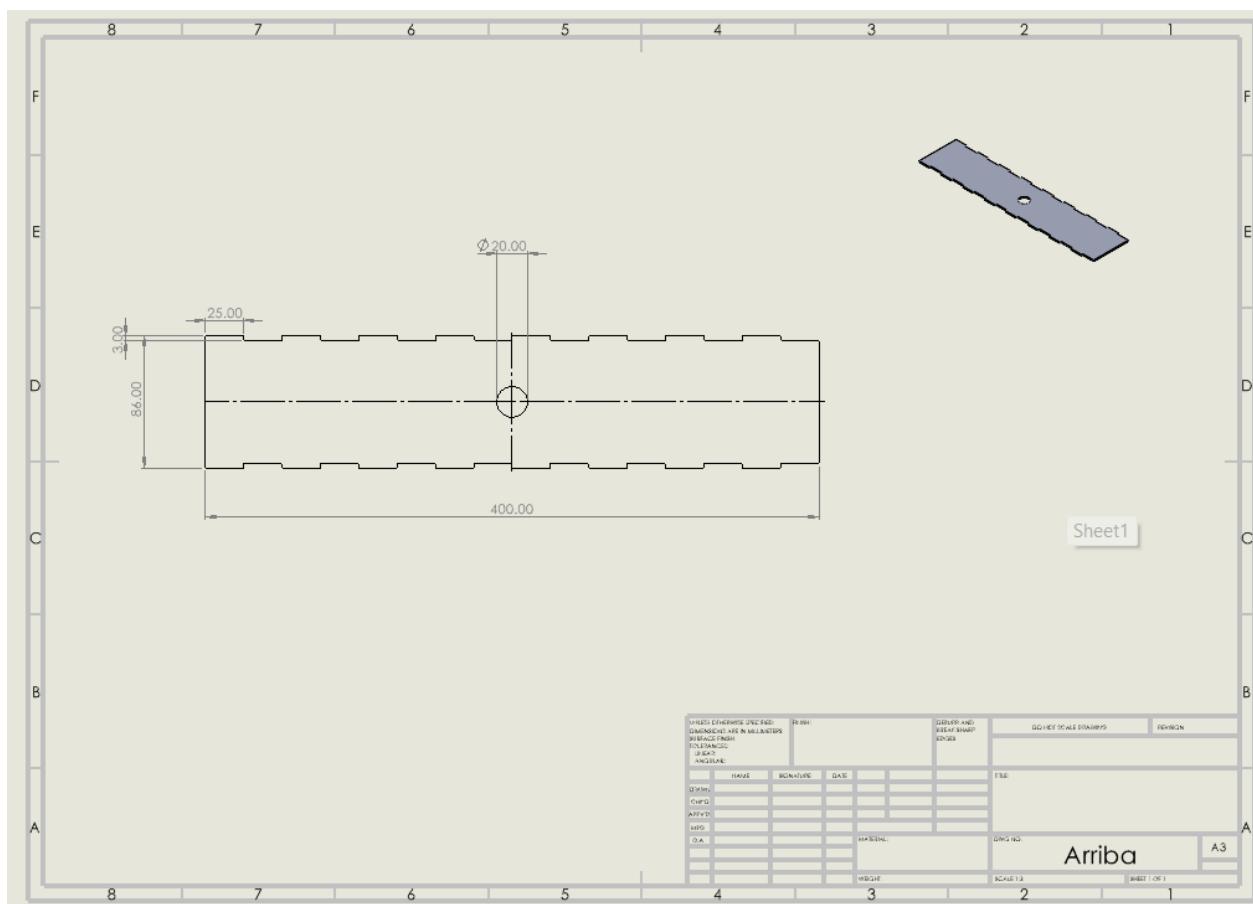


Figura 23: Plano Ingenieril Soporte Arriba

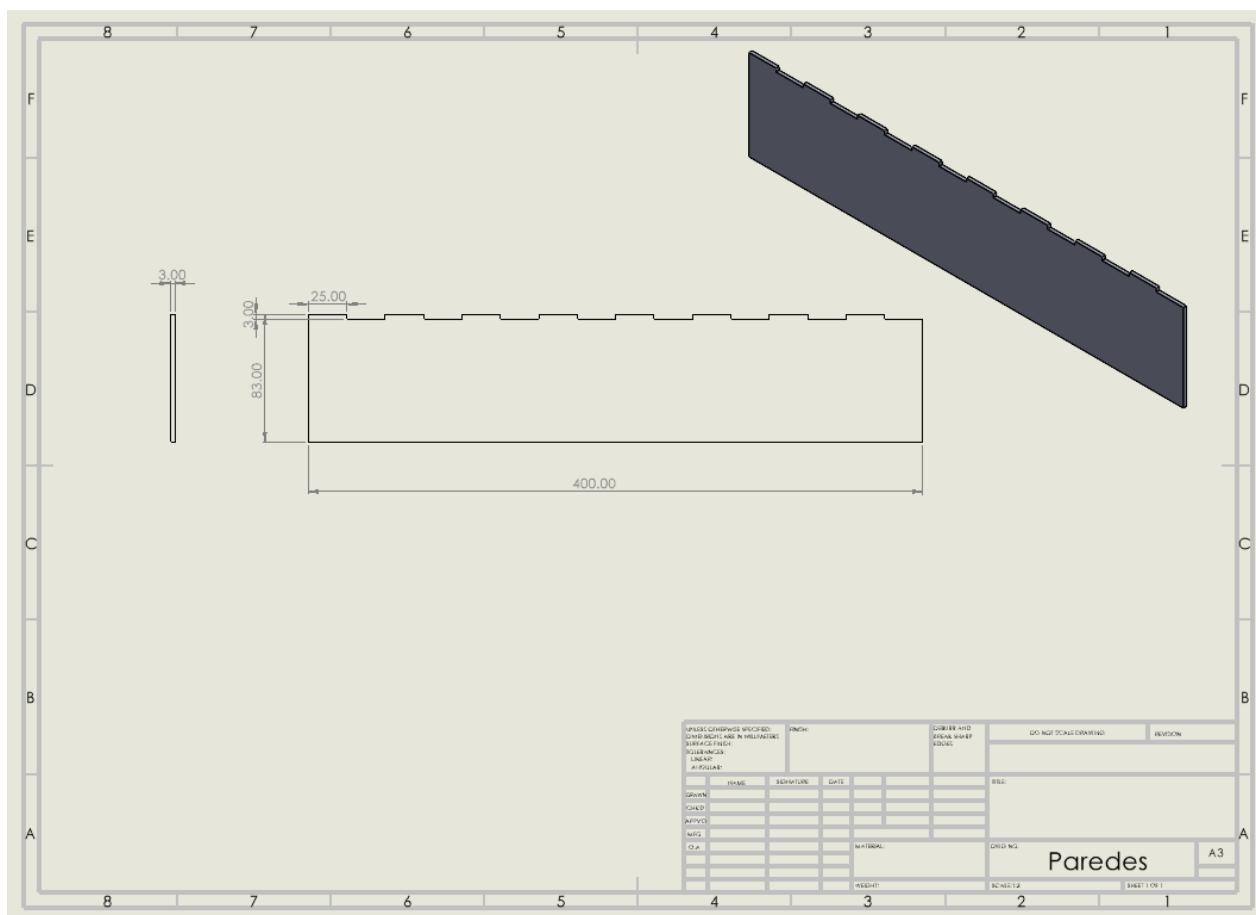


Figura 24: Plano Ingenieril Paredes Prototipo

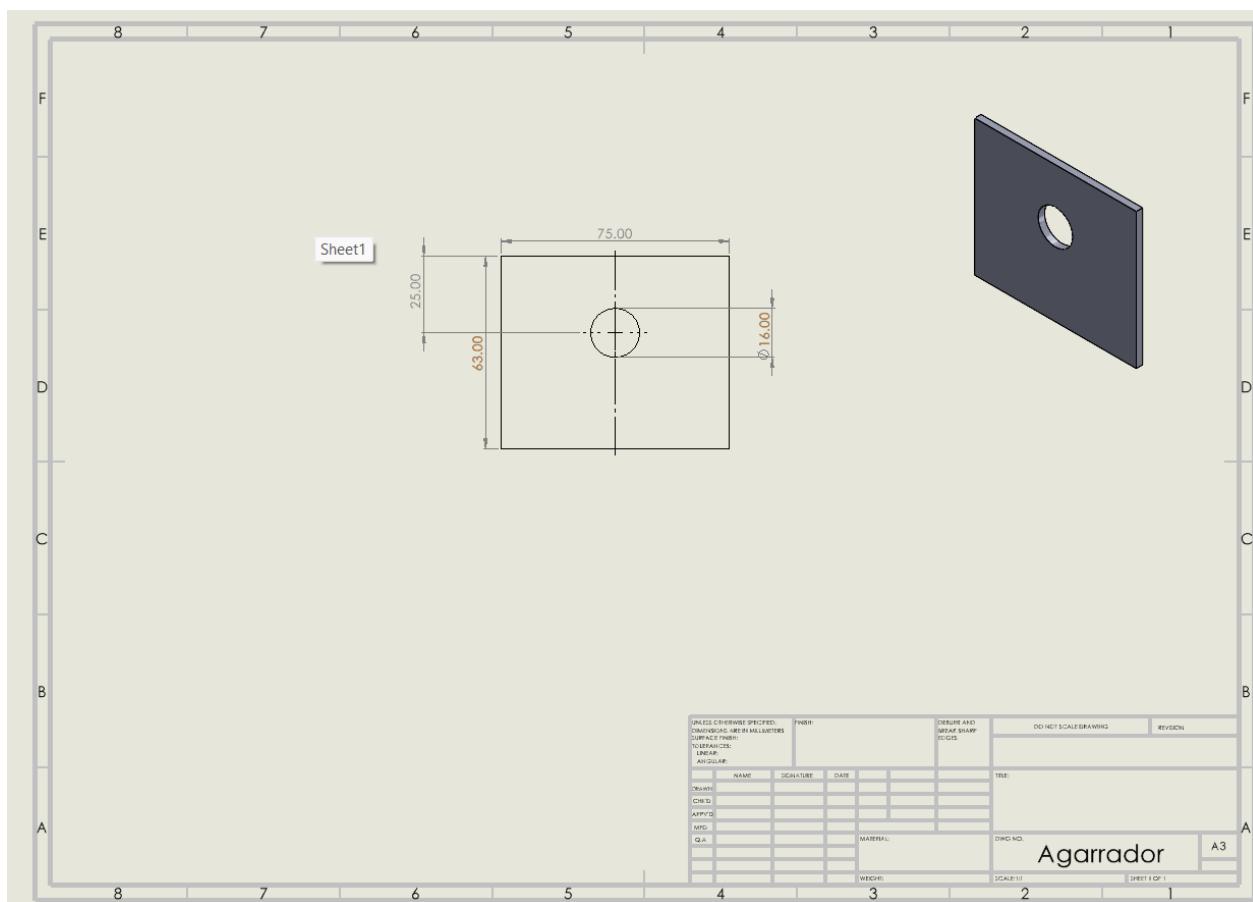


Figura 25: Plano Ingenieril Agarrador Prototipo

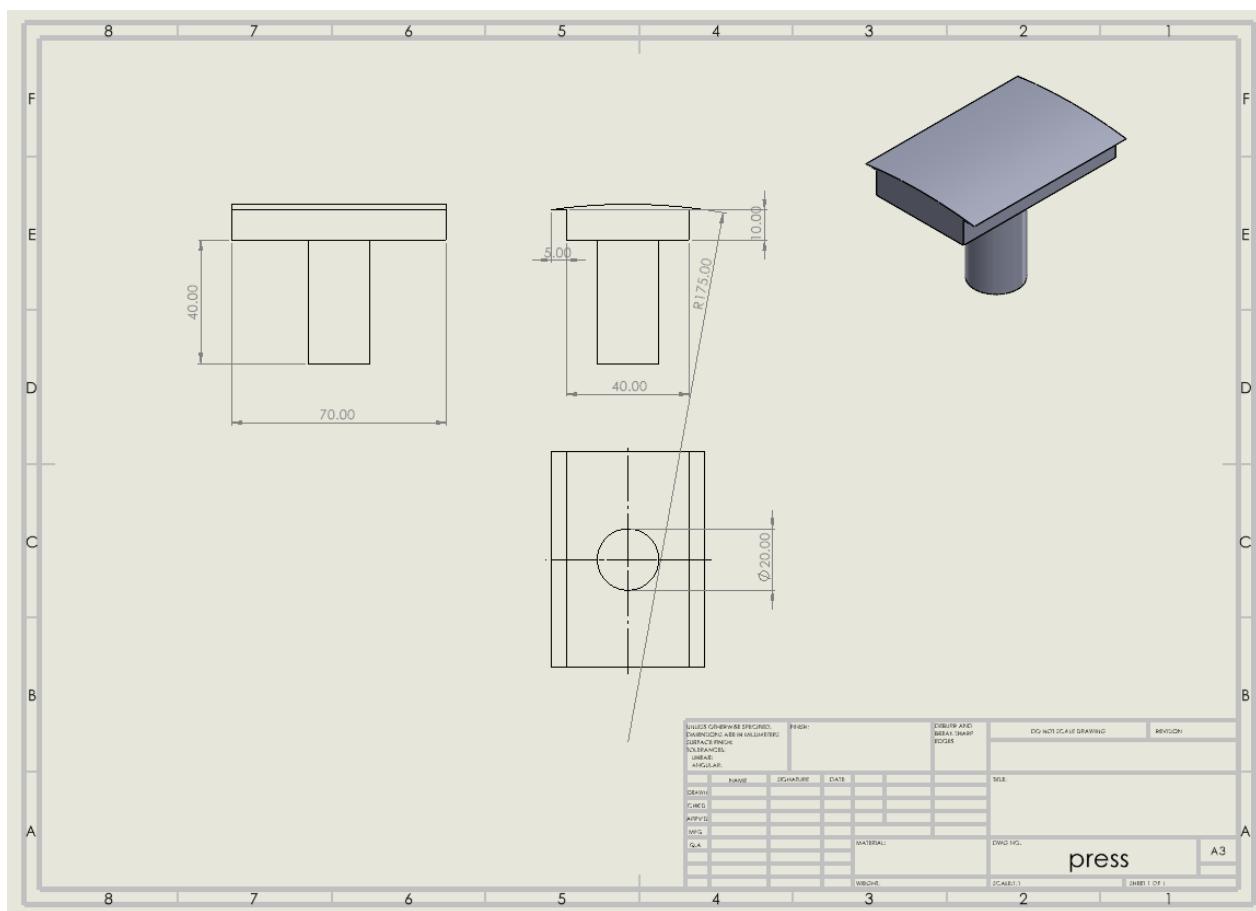


Figura 26: Plano Ingenieril Prensa prototipo

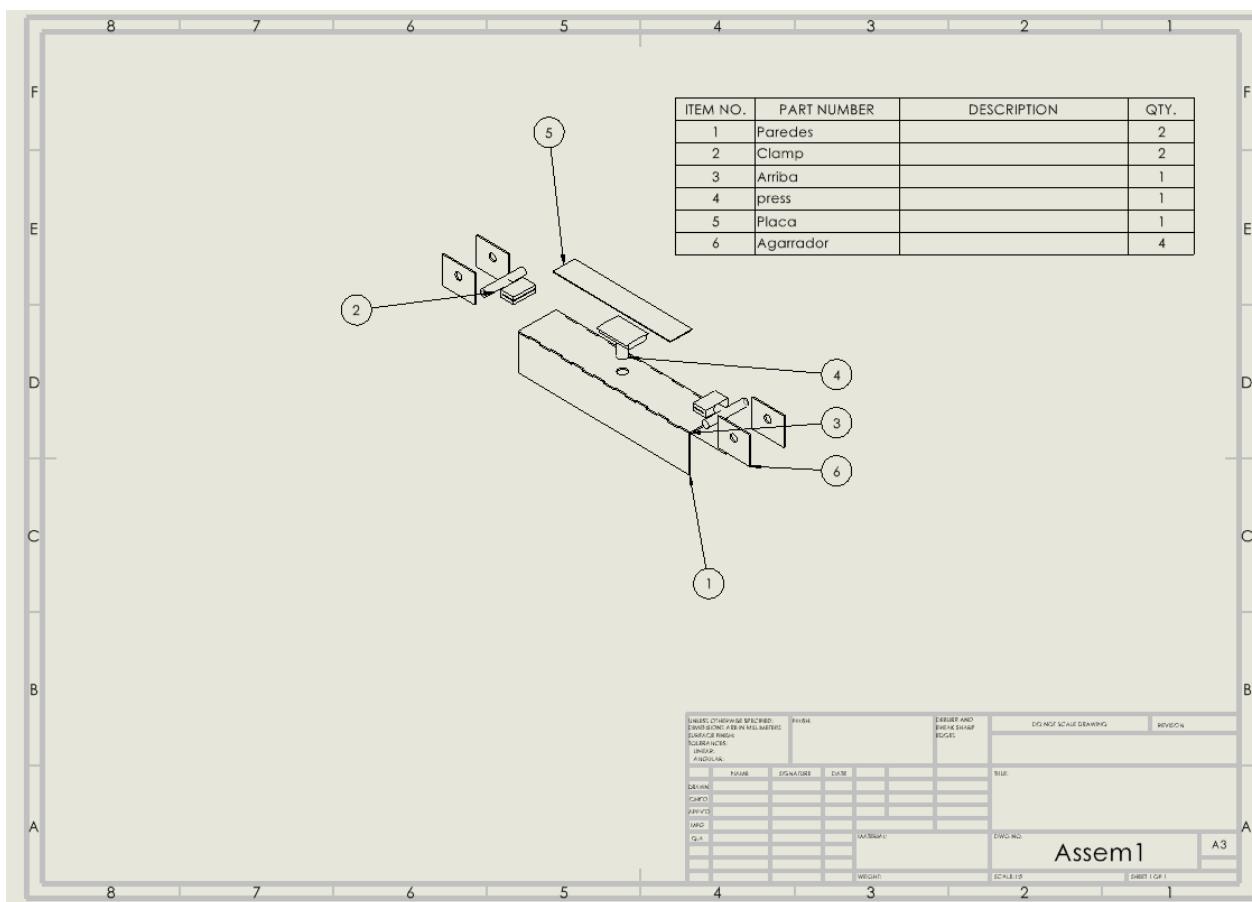


Figura 27: Plano Ingenieril Ensamble extruido

Este modelo no se simuló debido a que el modelo original dio los resultados esperados se esperó lo mismo de este. Nuestra hipótesis se cumplió debido a que al aplicar una fuerza manualmente, la placa se deformaba en forma convexa y sin ningún tipo de semi-omega.

Impacto ambiental.

El proceso de manufactura de nuestra propuesta es apta para operar en las condiciones cotidianas de la planta de John Deere. No requiere de un ambiente controlado.

Conclusiones

Aplicación.

Podemos asegurar que nuestra propuesta tendrá un gran impacto positivo tanto en la empresa de John Deere como en toda su amplia gama de clientes principalmente por el hecho de qué se presentará una enorme reducción de desgaste por fatiga en la pieza que lo estaba presentando, por lo tanto se puede afirmar que hay un buen incremento en los niveles de calidad en sus respectivas máquinas. En otras palabras, por la parte de los clientes, presentarán menos problemáticas y máquinas más resistentes. Por la parte de la empresa, habrá una gran reducción de costos en el proceso de manufactura de la pieza por la disminución de procesos y además se presentarán más ventas y popularidad.

Recomendamos realizar una serie de pruebas mecánicas a la pieza además de inspecciones para observar su comportamiento después de una cantidad determinada de tiempo de uso y analizar su nueva y mejorada resistencia a la fatiga con el propósito de detectar nuevas áreas de mejora.

Conclusiones.

En conclusión, podemos afirmar que logramos la obtención de los resultados esperados principalmente por haber conseguido la eliminación completa de la forma semi-omega que tenía la placa originalmente después de su proceso de doblado anterior, además de qué que mantuvimos un costo muy aceptable con un aproximado de 43,000 dólares en el material.

Trabajo a futuro.

Como área de oportunidad, aunque nosotros decidimos utilizar el Acero 4140 para todas las piezas por seguridad debido a su alto nivel de dureza y ductilidad, se podría tomar en consideración cambiar el material de algunas piezas que no experimenten tanto esfuerzo al realizar el procedimiento para reducir los costos sustancialmente. Así mismo, recomendamos estar abiertos a la posibilidad de implementar en un futuro nuevas tecnologías más precisas en el proceso de manufactura como lo son las impresoras 3D de metal industriales las cuales funcionan a base de láseres que derriten polvos metálicos en capas generando estructuras sólidas, resistentes y aptas para la industria.

Apéndice 1. Minutas de Reuniones

1er minuta (semana 3)

Durante esta semana fue cuando empezamos la planificación de nuestro proyecto, comenzando con hacer investigaciones que nos informen lo suficiente en cuanto los temas que abarca el desarrollo del proyecto, y tener un conocimiento general sobre el Socio Formador, “John Deere”, y sus antecedentes. Posteriormente, elaboramos bocetos detallados para generar nuestras primeras propuestas, donde desarrollamos una explicación de la funcionalidad de cada aspecto de la propuesta.

Jorge: En esta etapa aporte a la parte de la ideación de varios sistemas que sean capaces de resolver el problema a abordar.

Jonatan: Junto con mis compañeros realizamos ideaciones de soluciones de la semiomega realizando sketch a mano alzado de posibles modificaciones a los clamps actuales para quitar ese problema.

2da minuta (semana 5)

Llegando a la mitad de nuestro curso, elaboramos el diseño en CAD de nuestra primera propuesta seleccionada donde todavía nos faltaba realizar algunas pruebas para verificar que fuera eficiente. El diseño consistía en modificar los clamps para que tuvieran una forma curva y que al sujetar la placa, la deformación que recibiría por la parte sujetada obtendría la forma curva del clamps. Esta propuesta fue aprobada y se realizaron algunas simulaciones.

Jorge: Diseñe y ensamble el primer modelo que se propuso para empezar a realizar pruebas de simulaciones estáticas en las siguientes semanas.

Jonatan : Se Diseñó el segundo modelo de clamp posible para la solución al final descartando y quedándonos con el primer modelo

3er minuta (semana 7)

En esta semana hicimos un cambio de propuesta, donde modificamos por completo el concepto de cómo funcionará el dispositivo, cambiando la forma de los clamps y agregando un molde que aplicaría una fuerza en el centro de la placa. Este diseño demostró ser mucho más efectivo realizando los resultados esperados.

Jorge: Volví a realizar el modelo 3D de la nueva agarradera y lo simulé. Estas simulaciones me ayudaron a ir iterando el diseño hasta llegar al diseño propuesto que fue el que nos otorgó los mejores resultados en términos de doblez y estrés en la placa. A su vez, empecé a investigar y pensar en todos los procesos de manufactura que se tienen que llevar a cabo para construir las piezas propuestas.

Jonatan:

4ta minuta (semana 9)

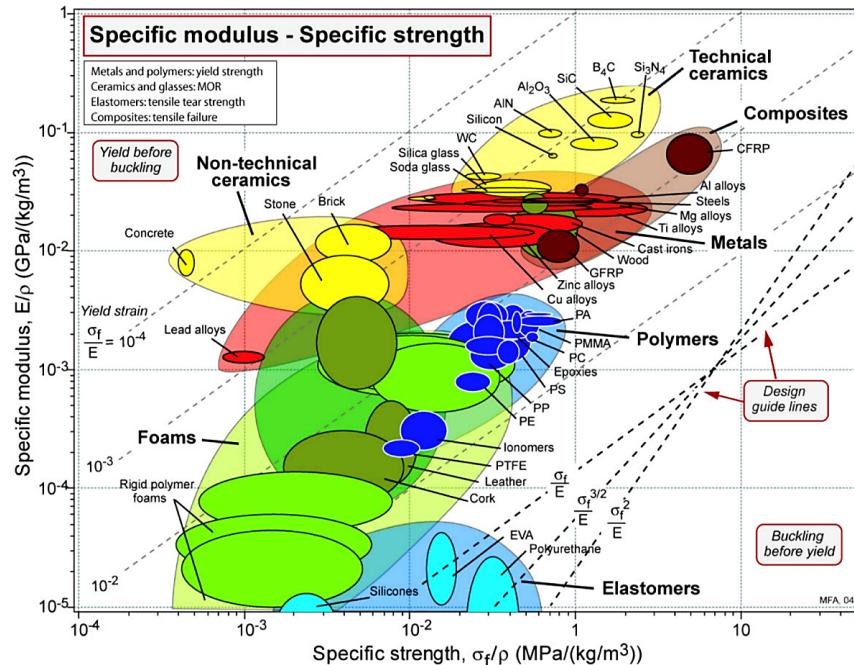
En esta última semana, nos enfocamos en realizar el prototipo y su presentación. Sin embargo, continuamos desarrollando algunos acabados del proyecto, esto para asegurar que la simulación, animación y grabación se realicen correctamente. Una vez terminado esto, solo fue cuestión de realizar y preparar nuestra presentación final de nuestra propuesta.

Jorge: En esta semana adapte el diseño previamente propuesto para manufacturar vía impresión 3D y corte de láser. A su vez, fui el que se encargó de imprimir y cortar las piezas para así poder ensamblar el prototipo. También seguí trabajando en las simulaciones, específicamente en que se viera una animación de todo el proceso del doblez de la placa.

Jonatan: En esta semana me enfoque en algunas partes del documento y la presentación, generando antecedentes que teníamos contra el diseño que al final propusimos como solución al igual que en el documento ayude en la investigación de la metrología

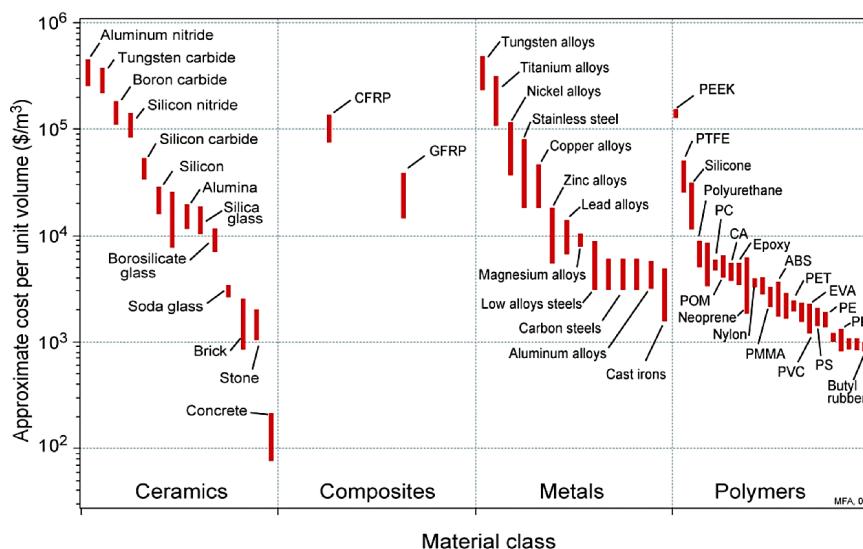
Apéndice 2. Guía de Métodos

Propiedades de los Materiales



Fuente: cartas Ashby en CANVAS // Recursos de Apoyo

Costos Unitarios de los Materiales



Fuente: cartas Ashby en CANVAS // Recursos de Apoyo

Compatibilidad Materiales-Procesos (Tamaño de Lote)

Matriz PRIMA Para Selección Procesos Manufactura

Haz clic en cada celda para resaltar los procesos disponibles para cada combinación de material/cantidad.

MATERIAL \ CANTIDAD	Hierro Fundido	Acaro al Carbón	Acaro de hierro/aluminio	Acaro Indoxidable	Aleaciones de Cobre	Aleaciones de Aluminio	Aleaciones de Magnesio	Aleaciones de Zinc	Aleaciones de Estadio	Aleaciones de Plomo	Aleaciones de Niquel	Aleaciones de Titano	Polímeros Termoplásticos	Polímeros Termofijos	Polímeros Compuestos Reunidos con Fibras	Cerámicas	Metals Refractorios	Metals Preciosos
Muy baja 1 a 100	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Baja 100 a 1,000	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Baja a Mediana 1,000 a 10,000	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Mediana a Grande 10,000 a 100,000	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Grande > 100,000	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Cualquier Cantidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

PROCESOS DE FUNDICIÓN DE METALES	PROCESOS DE FORMADO DE METALES	PROCESOS DE PLÁSTICOS Y COMPOUESTOS	PROCESOS DE MAQUINADO	PROCESOS DE MAQUINADO NO TRADICIONAL
MOLDEO EN ARENA	FORJADO EN DADO CERRADO	MOLDEO POR INYECCIÓN	MAQUINADO AUTOMÁTICO	ELECTROEROSIÓN
MOLDEO EN CÁSCARA	ROLADO	MOLDEO POR INYECCIÓN DE REACCIÓN	MAQUINADO MANUAL	MAQUINADO ELECTROQUÍMICO
MOLDE PERMANENTE POR GRAVEDAD	TREFILADO	MOLDEO POR COMPRESIÓN		MAQUINADO CON HAZ DE ELECTRÓNESES
FUNDICIÓN CON DATOS (PRESIÓN)	FORMADO EN FRÍO	MOLDEO POR TRASFERENCIA		MAQUINADO CON HAZ LÁSER
FUNDICIÓN CENTRÍFUGA	RECALCADO EN FRÍO	TERMOFORMADO		MAQUINADO QUÍMICO
CERA PERDIDA / REVESTIMIENTO	FORJADO RADIAL	MOLDEO POR SOPLADO		MAQUINADO ULTRASÓNICO
MOLDE CERÁMICO	FORMADO SUPERPLÁSTICO	MOLDEO ROTACIONAL		MAQUINADO CON CHORRO DE AGUA
MOLDE DE YESO	CORTE / CIZALLADO DE LÁMINA	MOLDEO ABIERTO		
FUNDICIÓN POR DADO IMPRESOR	DOBLADO Y EMBUTIDO DE LÁMINA	PULTRUSIÓN		
	RECHAZADO	EXTRUSIÓN DE PLÁSTICOS		
	METALURGIA DE POLVOS			
	MOLDEO POR INYECCIÓN METÁLICA			
	EXTRUSIÓN DE METALES			

Fuente: matriz PRIMA en CANVAS // Recursos de Apoyo

Modelación IDEF0 para Flujo de Materiales e Información

