

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE TERMOFORMADORA DE
PLASTICOS**

ANDRES ALBERTO RESTREPO

LUIS ALBERTO MORENO GIRALDO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

TECNOLOGÍA EN MECANICA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2017

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE TERMOFORMADORA DE
PLASTICOS**

ANDRES ALBERTO RESTREPO

LUIS ALBERTO MORENO GIRALDO

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
MECANICA INDUSTRIAL**

ASESOR

SAUL EMILIO RIVERO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

TECNOLOGÍA EN MECANICA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2017

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	7
1. Planteamiento Del Problema.....	8
2. Justificación	9
3. Objetivos.....	11
3.1. Objetivo General	11
3.1.1. Objetivos Específicos	11
4. Marco Teórico	12
4.1. Definiciones Básicas	12
4.1.1. Definición De Termoformado.....	12
4.1.2. Sistema De Control	12
4.1.3. Variable De Entrada.....	12
4.1.4. Variable De Salida.	12
4.1.5. Control De Temperatura.....	12
4.1.6. Sistema De Potencia.....	13
4.1.7. Resistencias De Calentamiento.....	13
4.1.8. Cable Eléctrico.....	14
4.1.9. Pulsador.....	15
4.1.10. Bomba De Vacío.....	15
4.1.11. Molde.....	16
4.1.12. Calor.....	16
4.1.13. Presión.....	17
4.1.14. Temperatura	17
4.1.15. El Acero.....	17

4.1.16.	Moldeo En Negativo.....	17
4.1.17.	Moldeo En Positivo	18
4.1.19.	Orificios De Vacío.....	18
4.1.20.	Superficie Del Molde	18
4.1.21.	Temperatura Del Molde.....	18
4.1.22.	Termocupla	18
5.	Metodología	20
6.	Resultados Del Proyecto.....	21
6.1.	Características de termo formadoras que se encuentra en el mercado	21
6.1.1.	Marca Multivac (termoformadora R 081)	21
6.1.2.	Marca Ulma	21
6.1.3.	Especificaciones Técnicas De La Máquina Termo formadora De Plástico ..	22
6.2.	Caracterización De La Máquina.....	24
6.2.1.	Diseño De La Maquina	24
6.2.2.	Sistema Mecánico	25
6.2.3.	Sistema eléctrico	26
6.2.4.	Diseño Del Sistema De Control	26
6.2.5.	Diseño Térmico.....	27
6.2.6.	Caracterización de sistema de control.....	27
7.	Conclusiones	29
8.	Bibliografía.....	30
9.	Anexos	33

Lista De Figuras

Figura. 1. Controladores De Temperatura. Expo Eléctrica México 2016.	13
Figura. 2. Resistencias eléctricas	14
Figura. 3. Pulsador	15
Figura. 4. Bomba de vacío	16
Figura. 5. Diagrama termoformadora.....	25
Figura. 6. Plano eléctrico de la temo formadora.....	27

Lista de Tablas

Tabla 1 Parámetros de las pruebas de producción	28
---	----

INTRODUCCIÓN

El termo formado de plásticos es el proceso mediante el cual se da forma a una lámina plástica mediante calor y vacío, para ello se utiliza un molde o matriz de madera, resina ó aluminio. Es decir, la lámina plástica toma la forma del molde con la acción de presión y temperatura elevada.

A grandes rasgos, las etapas del proceso de termoformado son: preparación de la lámina, precalentamiento, soplado de la lámina, penetración del molde, definición de la forma con acción del vacío, enfriado, desmoldeo y acabado.

La temperatura y presión son los dos factores más importantes, si no están controlados se pueden obtener resultados no deseados como piezas defectuosas o incluso la fundición de la lámina de la cual se forman las piezas. Entre otros se conocen los siguientes tipos de termoformado de plásticos: a presión, al vacío, a presión y vacío y con contra molde.

De otro lado, entre las ventajas que tiene este proceso, se tienen: mínimo costo por maquinaria y tecnología, es rentable en altas y bajas producciones, permite utilizar diversos materiales, puede sustituir la técnica de inyección para cierto tipo de piezas, los moldes son económicos, los tiempos de producción son cortos y es un proceso adecuado para la fabricación de prototipos.

Las aplicaciones de los productos termoformados se pueden enlistar de la siguiente manera: envase y embalaje para envases para alimentos y bebidas; industria automotriz, para piezas externas no estructurales de vehículos, componentes electrónicos, para ventiladores y recubrimientos de electrodomésticos, industria de la construcción, para la fabricación de domos y tinas para baño, y en el sector publicidad, para elaborar señalizaciones y letreros, piezas de impresión, piezas publicitarias.

En este trabajo se realiza un estudio, en donde se muestra de forma practica el principio de funcionamiento y la construcción de una máquina de termoformado, buscando dejar unas bases importantes que sirvan para comprender más a fondo este proceso.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Institución Universitaria Pascual Bravo cuenta con diversos laboratorios y talleres para la investigación y la docencia, donde se encuentran instrumentos y maquinas las cuales complementan de forma práctica los conocimientos de los estudiantes.

Dentro del ejercicio profesional del Tecnólogo en Mecánica Industrial, es frecuente la interacción con los principales materiales de Ingeniería, como lo son: los metales, los cerámicos, los polímeros y los compuestos.

Los materiales poliméricos están presentes en un sin número de aplicaciones, y podemos apreciarlos en recipientes, en bolsas, en equipos electrónicos, entre otros.

El identificar las diferentes técnicas de procesamiento de polímeros es primordial para todo profesional que desee fabricar o construir productos a partir de esa familia de materiales.

De otro lado, en este momento la institución no posee con un laboratorio dotado de equipos para el estudio, desarrollo y moldeo de los plásticos. Por tanto, se ha visto la necesidad de contar con una máquina termoformadora, que sirva como un complemento necesario para el entendimiento del proceso de transformado de los plásticos, y de esta manera los estudiantes del departamento de mecánica puedan desarrollar habilidades en el hacer, las cuales son necesarias para el desempeño profesional futuro.

2. JUSTIFICACIÓN

Los plásticos o polímeros se encuentran entre los materiales industriales de mayor crecimiento en la industria moderna. La amplia variedad y sus propiedades los hacen los más adaptables de todos los materiales en términos de aplicación.

El termoconformado o termoformado es un proceso que consiste en calentar una plancha o lámina de termoplástico, de forma que al reblandecerse puede adaptarse a la forma de un molde por acción de presión vacío. Dentro de los productos que se pueden fabricar a través del termoformado están envases para alimentos y bebidas; empaque de cosméticos, vasos y plásticos desechables; piezas externas no estructurales de vehículos; piezas de impresión, piezas publicitarias, entre otras.

Como se puede apreciar, son muchos los productos de uso frecuente los que se pueden fabricar a través del termoformado.

En este momento la institución cuenta con una máquina de inyección de plástico, tornos y fresadora para el desarrollo de los moldes, pero no cuenta con una Termoformadora, que sería una máquina complementaria para entender el procesado de polímeros.

Por esta razón se desea fabricar un prototipo a escala de laboratorio de una Termoformadora de plástico, que será de mucho apoyo didáctico para la formación de los estudiantes del Departamento de Mecánica de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

De acuerdo a lo anterior, es necesario que en los programas del Departamento de Mecánica se estudien todos los procesos relacionados con la fabricación de piezas en plásticos, ya que como se mencionó anteriormente, son muchos los productos que se obtienen a partir de esta familia de materiales. Por consiguiente una buena formación para un estudiante del área de la Mecánica requiere el entender los procesos y técnicas de transformación de plásticos. Lo anterior le permitirá poseer habilidades que le permitirán ser competitivo en el campo laboral de nuestros días.

Finalmente, se evidencia que en la actualidad las máquinas termoformadoras de plástico han ganado espacio dentro del sector industrial, ya que utilizan una técnica útil para realizar procesos de producción de forma más ágil, eficiente y económica, para la fabricación de diferentes artículos.

Basándose en las necesidades requeridas para la buena formación de un Tecnólogo en Mecánica Industrial, se desea diseñar y construir una maquina Termoformadora de Plásticos, con el objeto de mejorar las competencias en el procesado de polímeros.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Construir un prototipo a escala de una termoformadora de plástico, la cual pueda ser usada como material didáctico para la formación académica de los estudiantes del Departamento de Mecánica de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

3.1.1. Objetivos Específicos

- Identificar especificaciones de la máquina
- Diseñar los diferentes subsistemas que componen la máquina
- Elaborar un protocolo de mantenimiento y uso de a máquina

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Definiciones Básicas

4.1.1. Definición De Termoformado. El termoformado es un proceso de transformación de plástico que involucra una lámina de plástico que es calentada y que toma la forma del molde sobre el que se coloca. El termoformado puede llevarse a cabo por medio de vacío, presión y temperatura (Quiminet, 2000).

4.1.2. Sistema De Control. Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados (Wikipedia, 2015).

4.1.3. Variable De Entrada. Es una variable del sistema tal que una modificación de su magnitud o condición puede alterar el estado del sistema (Academia, 2016).

4.1.4. Variable De Salida. Es una variable del sistema cuya magnitud o condición se mide (Academia, 2016).

4.1.5. Control De Temperatura. El controlador de temperatura es un dispositivo con el cual se establece la temperatura que se desea de un medio ambiente, con este dispositivo se monitorea la temperatura, y se produce una orden de cambio de ésta misma, que se hace mediante un control inalámbrico o una computadora, en ambos controles (computadora y control inalámbrico) se observa en todo momento la temperatura.

Los controladores de temperatura, se usan en una variedad de industrias, son el inicio y herramientas importantes para el control de temperatura para obtener los resultados deseados en las industrias. Los controladores de temperatura Analógico/Digital, ofrecen un rápido ajuste y proporcionan una gestión de temperatura precisa (Autonics, 2015).



Figura. 1. Controladores De Temperatura. Expo Eléctrica México 2016.
Tomado de: http://autonics.com.mx/products/products_2.php?big=02&mid=02/01

4.1.5. Plástico. son resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura. Un elemento plástico, por lo tanto, tiene características diferentes a un objeto elástico (Definicion.DE, 2008).

4.1.6. Sistema De Potencia. Un Sistema eléctrico de potencia es un Sistema de suministro eléctrico cuyos niveles de tensión son iguales o superiores a los 132 kV, (Este valor depende de cada país).

Estos sistemas eléctricos se los denomina también de alta tensión o extra alta tensión, o sistemas eléctricos de transmisión o Red eléctrica de transporte (wikipedia, 2015).

4.1.7. Resistencias De Calentamiento. Son elementos que se fabrican a base de níquel, donde la energía eléctrica se transforma en calor. Mediante la ley de joule podemos determinar la cantidad de calor que es capaz de entregar una resistencia.

Esta cantidad de calor dependerá de la intensidad de tiempo que esté conectada. De acuerdo a la ley de joule decimos que la cantidad de calor desprendido de una resistencia es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad de corriente y directamente proporcional al valor de la resistencia y al tiempo. (resistenciastope, 2014).



Figura. 2. Resistencias eléctricas
Tomado de: <http://www.resistenciastope.com/es/>

4.1.8. Cable Eléctrico. Se llama cable a un conductor (generalmente de cobre o aluminio) o conjunto de ellos generalmente recubierto de un material aislante o protector, si bien también se usa el nombre de cable para transmisores de luz (cable de fibra óptica) o esfuerzo mecánico (cable mecánico). Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja.

Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua de mar) o cualquier material en estado de plasma.

Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente son el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos), o el aluminio; metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre, es sin embargo un material tres veces más ligero, por lo que su empleo está más indicado en líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión. A diferencia de lo que mucha gente cree, el oro es levemente peor conductor que el cobre, sin embargo, se utiliza en

bornes de baterías y conectores eléctricos debido a su durabilidad y “resistencia” a la corrosión. (ecured, 2012).

4.1.9. Pulsador. Un pulsador es simplemente un interruptor o switch cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica, a diferencia de un switch común, un pulsador solo realiza su trabajo mientras lo tengas presionado. Existen pulsadores NC y NA, es decir normalmente abiertos y normalmente cerrados, cuando pulsas uno de tipo NC, se abre mientras lo presiones es decir no permite paso de la corriente, y en un NA, cuando lo presionas permites el paso, es decir lo contrario, generalmente se usa para enviar pulsos o para activar algo. Como ejemplo el teclado de tu PC cada tecla es un pulsador, cuando presionas uno permite el paso de una señal eléctrica que le dice a la CPU que estas presionando esa tecla. (Emas, 2017).

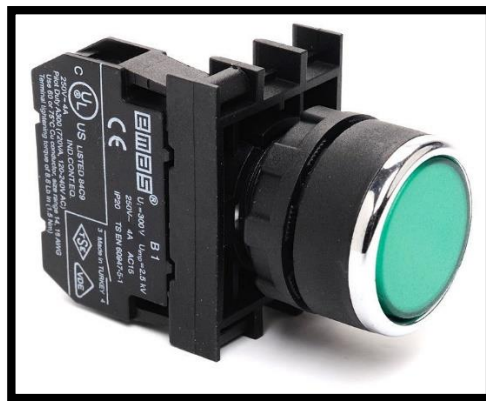


Figura. 3. Pulsador
Tomado <http://www.resistenciastope.com/es/>

4.1.10. Bomba De Vacío. Las bombas de vacío son aquellos dispositivos que se encargan de extraer moléculas de gas de un volumen sellado, formando un vacío parcial, también llegan a extraer sustancias no deseadas en el producto, sistema o proceso. Algunas de las aplicaciones y usos más comunes son:

- Cocción y/o concentrado a baja temperatura de: mosto, jaleas, dulces, jarabes, etcétera
- Vacío central para clínicas médicas o laboratorios
- Termoformado de termoplásticos

- Máquinas para la industria cárnica
- Desgasificado y deshidratado para la impregnación de madera u otro material poroso
- Enfriamiento rápido (evaporación rápida de la humedad en frutas, verduras, lográndose un veloz descenso de la temperatura.)
- Desodorizado (eliminando gases indeseables en sustancias químicas, producción de alimentos, etcétera)
- Destilación a baja temperatura (extracción en vacío de fracciones volátiles)
- Succión para odontología
- Etiquetadoras (Quiminet, 2000).



Figura. 4. Bomba de vacío

Tomado de:

<http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.quiminet.com%2Farticulos%2Fque-es-el-termoformado-32016.htm&sa=D&sntz=1&usq=AFOjCNFOGipaf4RO20JdpvwT2OEYBAB0Nw>

4.1.11. Molde. Un molde es una pieza, o un conjunto de piezas acopladas, interiormente huecas pero con los detalles e improntas exteriores del futuro sólido que se desea obtener. (Wikipedia, Wikipedia, 2016).

4.1.12. Calor. Es aquello que siente un ser vivo ante una temperatura elevada. La física entiende el calor como la energía que se traspa de un sistema a otro o de un cuerpo a otro, una transferencia vinculada al movimiento de moléculas, átomos y otras partículas. (Definicion.D, 2012)

4.1.13. Presión. Se define como el cociente entre una fuerza normal y el área sobre la cual se aplica esa fuerza. La unidad de medida de la presión en el Sistema Internacional es el Pascal (Pa) que es equivalente a una fuerza total de un newton (N) actuando uniformemente en un área de un metro cuadrado (m²). En el Sistema Inglés la presión se mide en libra por pulgada cuadrada (pound per square inch o psi) que es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada. (Wikipedia, 2017).

4.1.14. Temperatura. Se define como una medida de la energía cinética promedio que poseen todas las moléculas que conforman toda la masa del cuerpo. No depende del tamaño del cuerpo ni de su material. A mayor temperatura tendremos mayor sensación de calor, a menor temperatura, una mayor sensación de frío. (Deconceptos, 2017).

4.1.15. El Acero. Es normalmente conocido como un metal pero en realidad el mismo es una aleación de un metal (el hierro) y un metaloide (el carbono) que puede aparecer en diferentes proporciones pero nunca superiores al dos por ciento del total del peso del producto final.

El acero, debido a sus propiedades, es una de las alineaciones más utilizadas por el hombre en diferentes circunstancias, tanto en la construcción como en la industria automotriz y en muchas otras. Al mismo tiempo, los materiales que lo componen son muy abundantes en el planeta a diferencia de otros metales que son mucho más escasos y difíciles de conseguir. Por lo tanto, la generación de acero es mucho más accesible en términos de costos que otros metales o aleaciones. (DefinicionABC, 2007).

4.1.16. Moldeo En Negativo. El moldeo se inicia con el calentamiento de la plancha de material termoplástico. Una vez la plancha ha adquirido la temperatura necesaria, se ciñe al molde mediante la aplicación de vacío. Durante todo el proceso, la plancha queda fuertemente por todo su perímetro mediante unas mordazas. El vacío se aplica por medio de una bomba a través de los canales del molde. (tema fantastico s.a, 2011).

4.1.17. Moldeo En Positivo. En este caso, una vez la plancha se encuentra a la temperatura óptima, se produce un desplazamiento vertical del molde y el artículo queda parcialmente modelado. A continuación, y mientras el material todavía no ha endurecido, el molde comunica con el conducto de vacío modelando definitivamente el artículo. (tema fantastico s.a, 2011).

4.1.18. Sistema de vacío. Se realiza el diseño de las partes teniendo en cuenta el máximo volumen de trabajo para optimizar el área de plástico a utilizarse en la producción de las piezas. (diseño y construcción de una máquina termoformadora con control automático, 2015).

4.1.19. Orificios De Vacío. La velocidad de vacío es directamente proporcional a la calidad de la pieza. Un vacío lento provoca que la parte de la hoja donde ocurre el primer contacto con el molde se enfríe más rápido que el resto. El resultado es la obtención de secciones muy delgadas de la pared o piezas incompletas. Para un rápido desplazamiento de aire, se recomienda utilizar orificios de vacío con medidas entre 1/8" y 1/4". Cuando sea posible, es conveniente tener canales o ductos de vacío debido a que desplazan un volumen de aire superior. (Plastiglas de México, 2016).

4.1.20. Superficie Del Molde. Una hoja de material termoplástico cuando es formada tenderá a adquirir la apariencia del molde; un acabado mate en el molde, dará un acabado opaco en el material; un acabado muy pulido (acabado espejo) dará por consecuencia una pieza brillante (Fundación Wikimedia, 2017)

4.1.21. Temperatura Del Molde. La temperatura en la superficie del molde influye directamente en una mejor apariencia de la pieza formada, en la duración de los ciclos de formado y el tamaño de la pieza. El encogimiento final de una pieza termo formada dependerá de que la temperatura aproximada del molde sea similar al coeficiente de expansión térmica del material. (Plastiglas de México, 2016).

4.1.22. Termocupla. Las termocuplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. En este caso se instala para medir la temperatura de las resistencias de

calentamiento del material de termo formado. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los mili volts el cual aumenta con la temperatura (Wikipedia, 2017).

5. METODOLOGÍA

Para el logro de los objetivos propuestos en el presente trabajo, se siguió la siguiente metodología:

- Revisión del estado del arte, acerca del proceso de Termoformado y de las características técnicas de una Termoformadora.
- Definición de las especificaciones técnicas de la máquina a construir.
- Diseño de los diferentes subsistemas que componen la máquina. De acuerdo a las especificaciones técnicas de la máquina, se diseñarán cada uno de los subsistemas requeridos
- Finalmente, se ensambló la máquina y se elaboró un manual de usuario y de mantenimiento.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

6.1. Características de termo formadoras que se encuentra en el mercado

6.1.1. Marca Multivac (termoformadora R 081)

- Alta potencia de producción y alta calidad de los envases
- Soluciones a medida
- Potencia máxima en un espacio mínimo
- Seguridad de proceso
- Larga durabilidad
- Tecnologías innovadoras para el consumo reducido de materiales de envasado y energía
- Gran variedad de configuraciones y ampliaciones

6.1.2. Marca Ulma

- Posibilidad de usar un soporte rígido a modo de bandeja.
- Exposición del envase en vertical sin que se mueva el producto en su interior.
- Aumento de la vida útil del producto.
- Retención de los líquidos y gases.
- Realza el producto cobrando protagonismo principal respecto al envase.
- Posibilidad de usar un soporte flexible.
- Posibilidad de añadir una tapa adicional para utilizar como soporte para el etiquetado y poder incorporar entre los dos films gases de protección o elementos de promoción como ingredientes, recetas, cucharas.
- Permite personalizar el envase tanto en su forma como en las dimensiones.
- La tipología del material utilizado en el envase Skin permite realizar envases de fácil apertura.

6.1.3. Especificaciones Técnicas De La Máquina Termo formadora De Plástico

- Altura: 40cm
 - Ancho: 40cm
 - Largo: 80 cm
 - Peso: 9.8 kg
-
- **Estructura termoformadora:**
 - **Material:** acero de espesor de 1 pulgada
 - **Función:** soportar componentes de la termoformadora.
 - **Marco Inferior Y Superior:**
 - **Material:** tubería de rectangular en acero de 1 pulgada x 5/8 pulgada
 - **Función:** mantener firme la lámina de plástico en su paso por la sección de vacío y de calentamiento
 - **Venturi De Succión:**
 - **Material:** lamina para doblar de calibre 18
 - **Función:** dirige el vacío que viene desde la bomba para dar forma al producto
 - **Placa De Madera** de 28.7 x 28.7 cm con un espesor de 1pulg
 - **Función:** sirve como soporte para el molde y por medio de las perforaciones que se encuentran cada 15mm deja pasar el vacío para dar forma al plástico de termoformado

- **Bomba De Vacío:**
- fabricación china, de venta en el mercado con una potencia de 1500 watts
- **Función:** generar el vacío para dar forma a la lámina de plástico después de que este se lleva a la temperatura de termoformado
- **Control de temperatura:**
- Medidor de temperatura con rango de hasta 330°C
- 4 resistencias que alcanzan temperatura de 300°C
- Cableado tipo dúplex para la instalación eléctrica de los componentes
- Interruptor de encendido: realiza la apertura del circuito eléctrico para el paso de corriente por los componentes de la termoformadora
- **Accesorios:**
- Diversos accesorios conseguidos en el mercado para complementar la fabricación de la termoformadora como lo son: manijas, tornillos, patas de apoyo, indicadores de temperatura, bisagras, entre otros.

6.2. Caracterización De La Máquina

El proceso de termo formado consiste en calentar y reblandecer una hoja de cualquier material termoplástico y someterla a que adopte la configuración del molde correspondiente para así, obtener un producto casi terminado con una morfología particular. (Plastiglas de Mexico, 2016)

A veces será necesario utilizar una fuerza externa para darle forma a una hoja plana en otra forma diferente y que se le obligue a que copie todo el contorno y los detalles del molde.

El nivel de energía o gasto de esta fuerza debe ser ajustable para que la hoja de plástico pueda ser fácilmente obligada a adoptar otra forma. Las fuerzas de formado más comúnmente utilizadas en el proceso de termo formado son: vacío o aire a presión, fuerzas mecánicas y la combinación de estas tres.

La selección de una fuerza para el proceso de formado, generalmente está condicionado al tamaño del producto, volumen a producir y la velocidad de los ciclos de formado.

Adicionalmente a esto, también deben ser considerados los factores que en seguida se mencionan, ya que cualquiera de éstos puede marcar una diferencia en la selección de la fuerza de formado:

- Las limitaciones intrínsecas de cada material termoplástico.
- La construcción y material del molde.
- El equipo de termo formado disponible.

6.2.1. Diseño De La Maquina

Para implementar la máquina termo formadora se realiza el diseño de varios sistemas; mecánico, eléctrico, vacío, control y térmico.

A continuación se describen los diferentes sistemas diseñados.

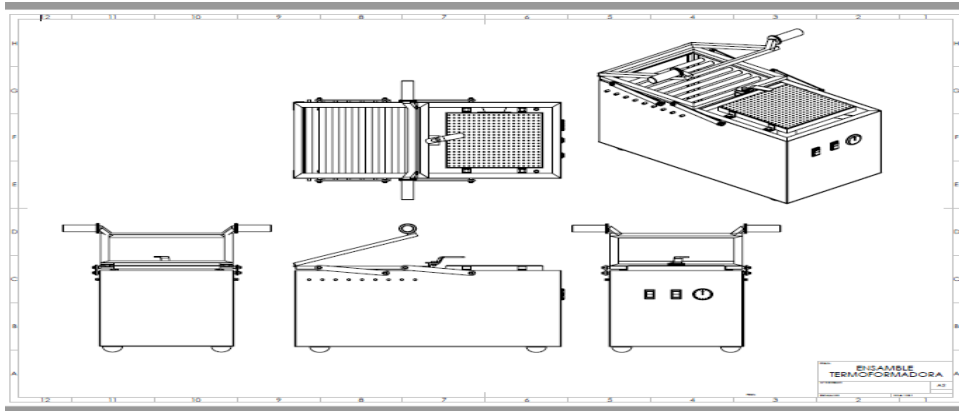


Figura. 5. Diagrama termoformadora
Fuente: Elaboración Propia

6.2.2. Sistema Mecánico

Se realiza el diseño de la máquina teniendo en cuenta el tamaño comercial de las láminas de plástico en nuestra localidad, así también del volumen de las piezas que se requiere fabricar con esta técnica.

Se diseña el sistema mecánico con los siguientes parámetros.

Un habitáculo que en su interior contiene dos compartimientos; uno que es el lugar de ubicación del sistema encargado del calentamiento; quiere decir anclaje de las resistencias eléctricas.

Por otra parte se identifica el compartimiento que contiene la base de vacío; el cual se complementa con un Venturi fabricado en lámina encargado de hacer la conexión al elemento generador de vacío, que en este caso será una aspiradora. Buscando por este medio al plástico tomar la forma deseada en el molde.

También para el cambio de posición y traslado del plástico a termoformar llamado también moldeo positivo y moldeo negativo, se fabricó un trapecio de funcionamiento manual para pasar del estado de calentamiento de lámina al paso de termo formado, teniendo en cuenta que también tiene la función de prensa ya que la lámina de plástico debe estar lo más bien sujeto posible.

6.2.3. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico es el complemento con el sistema mecánico por el uso de un motor y sensores de fin de carrera. Estos componentes ayudan a la automatización del proceso de la máquina. El sistema eléctrico incluye los siguientes componentes:

- Sensor de temperatura
- Sensor de posición
- Motor eléctrico
- Resistencias eléctricas
- Relé de Estado Sólido: controla el voltaje de accionamiento de las resistencias eléctricas.

El sistema eléctrico, consta además de una acometida de alimentación a 110 voltios AC distribuida en un cable calibre numero 10 AWG con una resistencia de 90°C y corriente de 30^a, el cual llega a una clavija aérea para la conexión y desconexión del circuito eléctrico, esta alimentación llegara a un interruptor principal (ON-OFF) ubicado en el tablero de control del cual saldrán las señales para los pulsadores conectados a un cable calibre numero 12 AWG con una resistencia de 90°C y 20A ; y tiene la función de activar las resistencias, las cuales son las encargadas de aumentar la temperatura para el calentamiento del plástico y de esta forma dejarlo en las condiciones ideales para moldearlo.

También se cuenta con una caja termo plástica en la cual se tiene una muletilla de dos posiciones para el encendido y apagado del motor de vacío, dotado de un cable numero 12 AWG para el interruptor y para la alimentación con un cable calibre número 10 AWG.

6.2.4. Diseño Del Sistema De Control

El sistema de control se encarga de controlar todos los sistemas de la máquina y de interactuar con el operario de la misma. Este sistema es un complemento muy importante del sistema eléctrico. Consta de los siguientes elementos.

- Luces indicadoras de proceso
- Botones de mando
- Paro de emergencia

6.2.5. Diseño Térmico

Se diseña la potencia requerida de las resistencias eléctricas, calculando las pérdidas de calor y la energía necesaria para llegar a la temperatura requerida por la lámina de plástico.

6.2.6. Caracterización de sistema de control

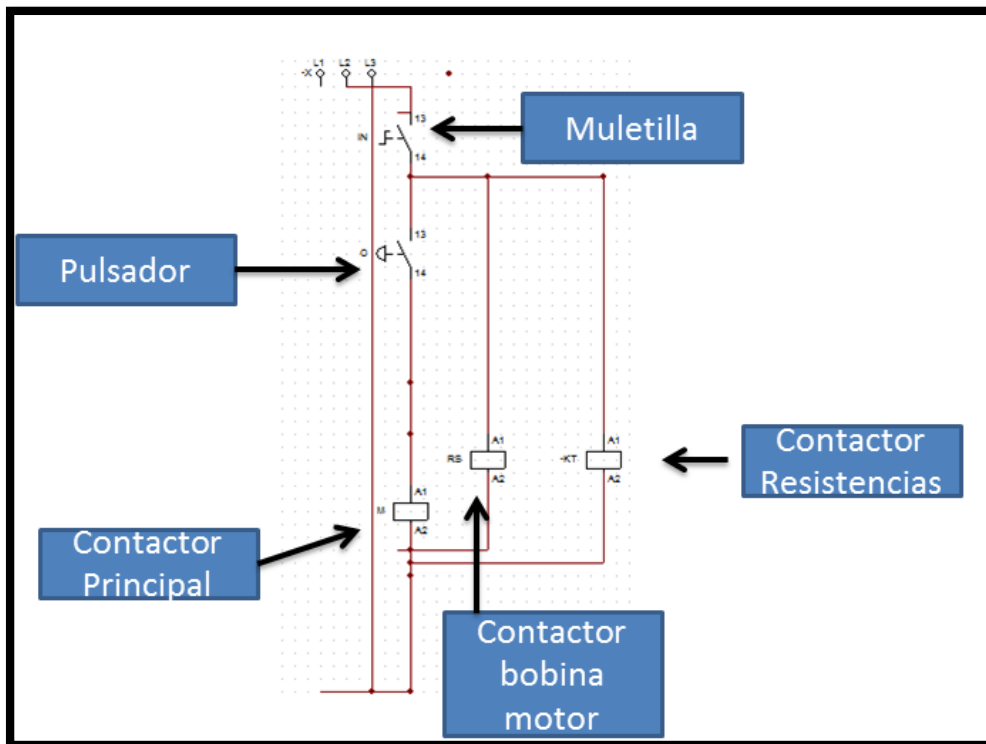


Figura. 6. Plano eléctrico de la termoformadora
Fuente: Elaboración propia

Resultado

Con todos los sistemas de la máquina implementados se realizan pruebas en las cuales se regulan diferentes parámetros para lograr que se efectúe la producción correctamente.

Los parámetros que se calibraron en las diferentes pruebas se los indica a continuación.

Tabla 1 Parámetros de las pruebas de producción

Pruebas	Temperatura mostrada (°C)	Tiempo de calefacción (segundos)	Tiempo de vacío (segundos)
Prueba 1	190	180	7
Prueba 2	210	240	10
Prueba 3	210	300	15

Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

La máquina cumple con un sistema de vacío óptimo para los ciclos de termo formado propuestos en el diseño, formando piezas con un buen acabado y copiando los más finos detalles del molde. Para el correcto termo formado del molde es necesario que este se encuentre firmemente sujeto en todos sus lados, de lo contrario se pueden presentar arrugas y escapes en el vacío, generando así el rechazo de la pieza.

El diseño del sistema térmico del termo formador, se realizó correctamente permitiendo llevar al plástico hasta su punto termo flexible para una fabricación económica de las piezas. La construcción de un molde sin defectos es vital para la apariencia final de la pieza.

Dentro de los tipos de termo formado, el vacío es uno de los más utilizados por su Versatilidad y bajo costo en la creación de distintos productos.

El termo formado tiene numerosas ventajas competitivas, la más importante es que el costo de la herramienta y equipos, es mucho más bajo comparado con otros procesos

En particular, los moldes usados para el termo formado son relativamente simples y por eso no son demasiado costosos.

8. BIBLIOGRAFÍA

Plastiglas de Mexico. (28 de 07 de 2016). *Wordpress*. Obtenido de Wordpress:

<https://tecnologia3bunlp.files.wordpress.com/2015/03/manual-determoformado.pdf>

Academia. (19 de noviembre de 2016). *Academia*. (Academia) Recuperado el 17 de enero de 2017, de Academia:

http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.academia.edu%2F7885227%2FSistemas_de_control_-_lazo_abierto_-_lazo_cerrado&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEskPVwvAstenNhEbulPbnDD5HNWg

Autonics . (2015). *Autonics sensors y controllers*. Recuperado el 15 de FEBRERO de 2017, de

Controladores: http://autonics.com.mx/products/products_2.php?big=02&mid=02/01

Autonics. (2015). *Autonics*. (Autonics) Recuperado el 30 de noviembre de 2016, de Autonics:

http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fautonics.com.mx%2Fproducts%2Fproducts_2.php%3Fbig%3D02%26mid%3D02%2F01&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEe13_xTxVKQAR64QE1uICKIbHNYQ

Deconceptos. (17 de 02 de 2017). *Deconceptos*. Obtenido de <http://deconceptos.com/ciencias-naturales/temperatura#ixzz4HAPDqdok>

Definicion.D. (2012). *Definicion.D*. Obtenido de <http://definicion.de/calor/>

Definicion.DE. (25 de julio de 2008). *Definicion.DE*. (Definicion.DE) Recuperado el 28 de diciembre de 2016, de Definicion.DE:

http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fdefinicion.de%2Fplastico%2F%252012-8-16&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNGsOujSBC-7UEcTOtvvgg_wDNfJ7vA

DefinicionABC. (2007). *DefinicionABC*. Obtenido de

<http://www.definicionabc.com/tecnologia/acero.php>

diseño y construcción de una máquina termoformadora con control automático. (13 de febrero de

2015). *Miviltech soluciones industriales s.a.* Obtenido de Miviltech soluciones

industriales s.a: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10568/1/AC-ESPEL->

[MEC-0064.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10568/1/AC-ESPEL-MEC-0064.pdf)

ecured. (23 de 11 de 2012). *ecured*. Obtenido de

https://www.ecured.cu/index.php/Cable_el%C3%A9ctrico

Emas. (13 de 02 de 2017). *Emas*. Obtenido de <http://www.directindustry.es/prod/emas/product->

[38087-773995.html](http://www.directindustry.es/prod/emas/product-38087-773995.html)

Fundación Wikimedia. (03 de abril de 2017). *sistema venturi*. Obtenido de sistema venturi:

https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Venturi

Quiminet. (2000). *Quiminet*. (Quiminet) Recuperado el 08 de 07 de 2016, de Quiminet:

<http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.quiminet.com%2Farticulos%2Fqu>

[e-es-el-termoformado-](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.quiminet.com%2Farticulos%2Fqu)

[32016.htm&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNFOGipaf4RO20JdpvwT2QEYBAB0Nw](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.quiminet.com%2Farticulos%2Fqu)

Quiminet. (16 de 03 de 2000). *Quiminet*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/el->

[funcionamiento-de-una-bomba-de-vacio-y-sus-caracteristicas-62213.htm](http://www.quiminet.com/articulos/el-funcionamiento-de-una-bomba-de-vacio-y-sus-caracteristicas-62213.htm)

resistenciastope. (12 de 01 de 2014). *resistenciastope*. Obtenido de

<http://www.resistenciastope.com/es/>

tema fantástico s.a. (05 de mayo de 2011). *tecnología de los plásticos*. Obtenido de tecnología de

los plásticos:

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/05/termoformado.html>

wikipedia. (29 de 12 de 2015). *wikipedia*. Recuperado el 14 de 10 de 2016, de

https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_el%C3%A9ctrico_de_potencia

Wikipedia. (17 de febrero de 2015). *Wikipedia*. (Wikipedia) Recuperado el 12 de octubre de 2016, de Wikipedia:

http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FElectr%25C3%25B3nica_de_control&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHu-cWaBYYSiV8thDTvWzC9PHfUtg

Wikipedia. (28 de 11 de 2016). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Molde>

Wikipedia. (10 de 02 de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n>

Wikipedia. (19 de abril de 2017). *termocupla*. Obtenido de termocupla:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Termopar>

9. ANEXOS

Protocolo de mantenimiento y uso de la máquina

Pasos:

- Inspección de condiciones externas (condiciones ambientales)
- Limpieza general externa
- Inspección estructura externa del equipo
- Limpieza interior del equipo
- Inspección estructura interna de la maquina
- Lubricación general
- Pruebas de funcionamiento completas de todos sus componentes

Explicación de los pasos:

- Inspección de condiciones externas (condiciones ambientales)
- Se debe revisar las condiciones del ambiente en las que se encuentra el equipo, tanto en el lugar de almacenamiento como donde funciona:
- Se debe tener presente la humedad, vibración, presencia de polvo y temperatura.
- Cualquier anomalía o presencia excesiva de estos elementos debe ser anotado como observación en la rutina.
- Limpieza general externa
- Se debe eliminar cualquier desecho, polvo y suciedad que se encuentren presentes en la parte exterior que compone el equipo.

Nota: tener presente los residuos generados en la operación que puede afectar la estructura de la termoformadora.

Inspección estructura externa del equipo

Examinar atentamente el equipo todas sus partes y accesorios que se encuentren a la vista; tanto como:

- Estado trapecios.
- Estado de switches.
- Instrumentos visuales del equipo.
- Estado de chasis en general.
- Conectores eléctricos.
- Ductos de vacío.

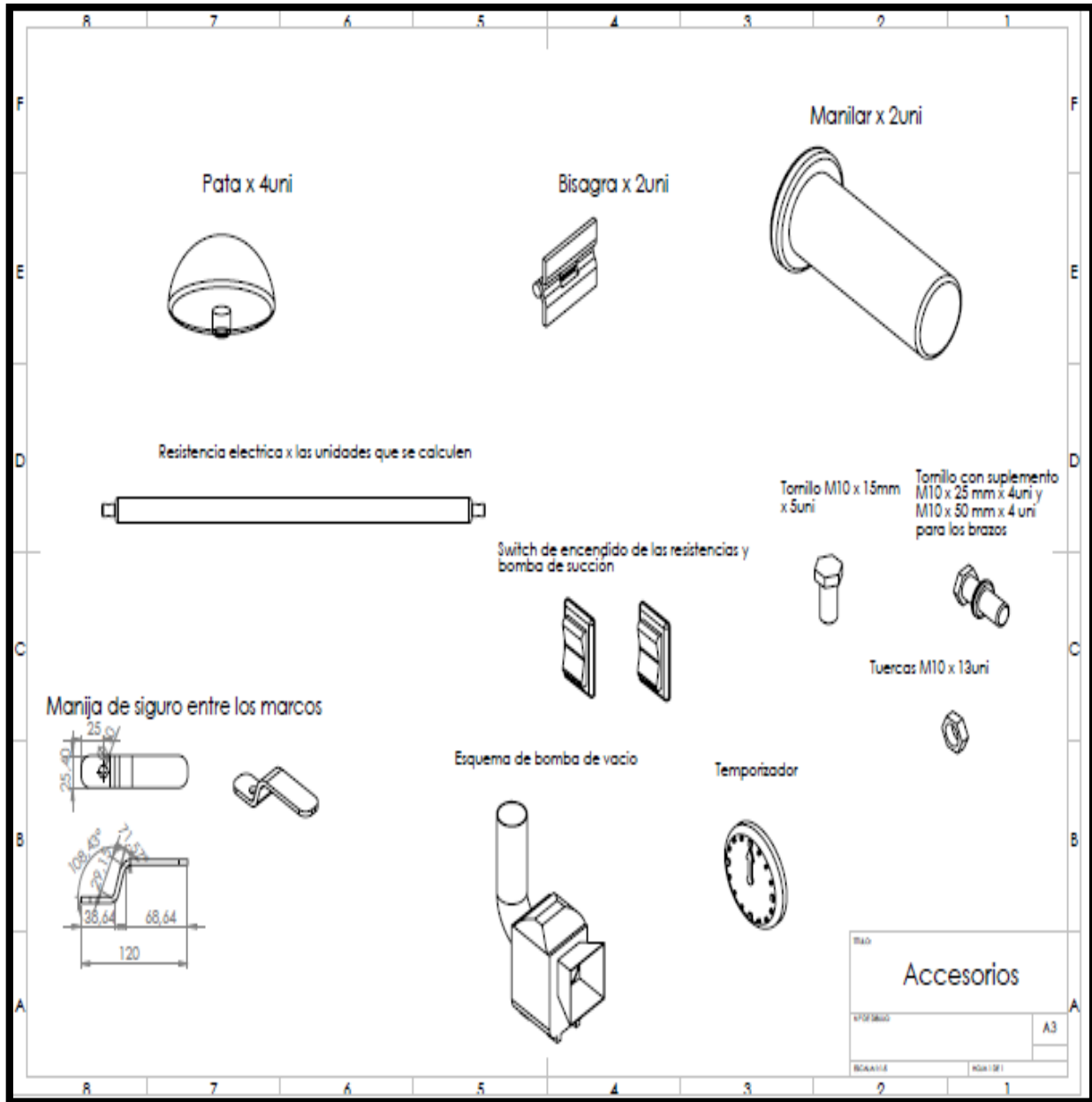
Limpieza interior del equipo

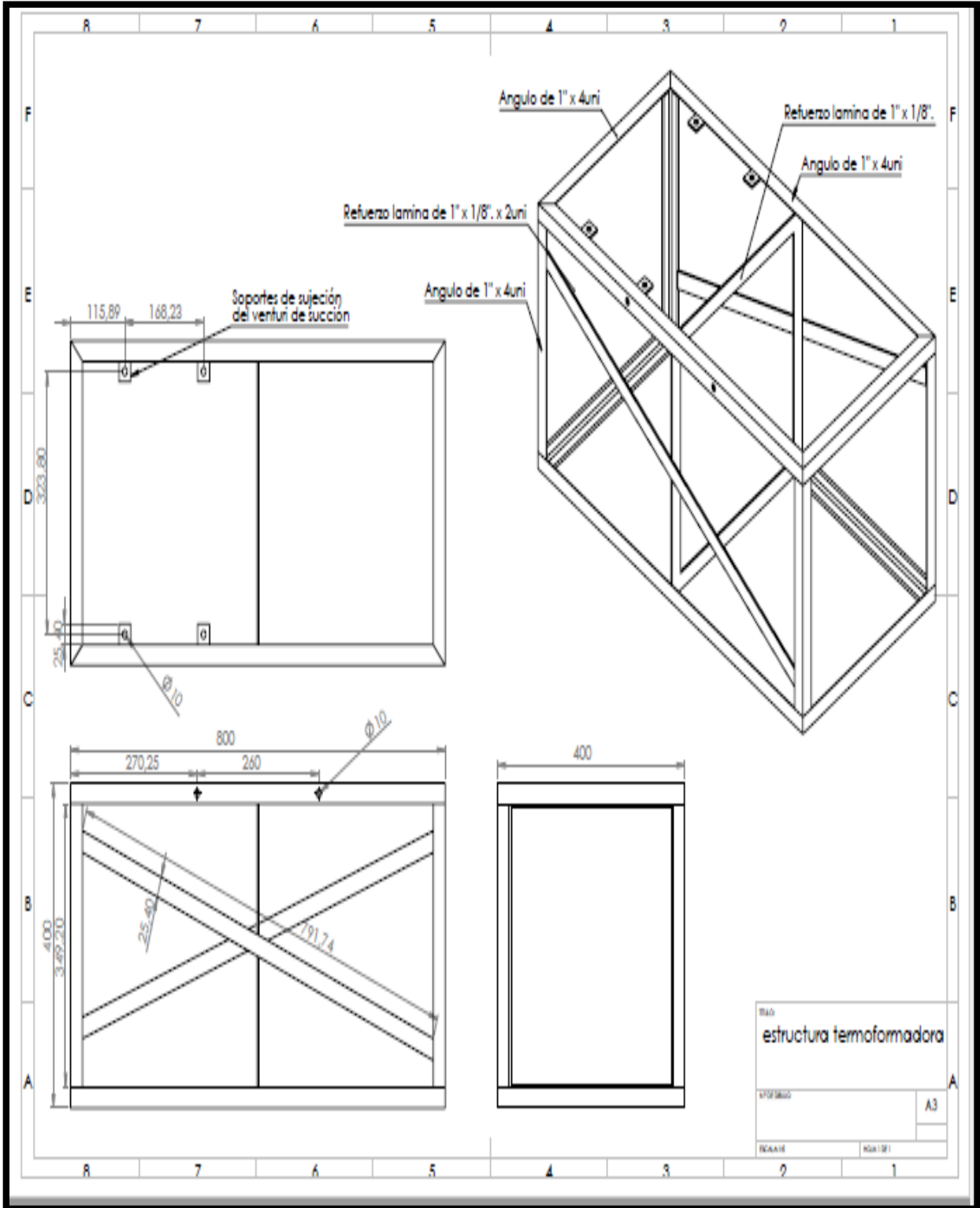
- Eliminar cualquier suciedad y polvo en las partes internas que componen el equipo, mediante el método más como para ejecutar dicha acción.
- Tener presente limpiar con mucho cuidado lo que son tableros, indicadores, contactos eléctricos y conectores, todos estos preferiblemente con limpiador electrónico o limpiadores en seco.
- 5 Inspección estructura interna de la maquina
- Examinar atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, sobrecalentamiento, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas.
- En esta actividad es necesario, la puesta en funcionamiento del equipo, para comprobar el buen funcionamiento de todas las partes internas

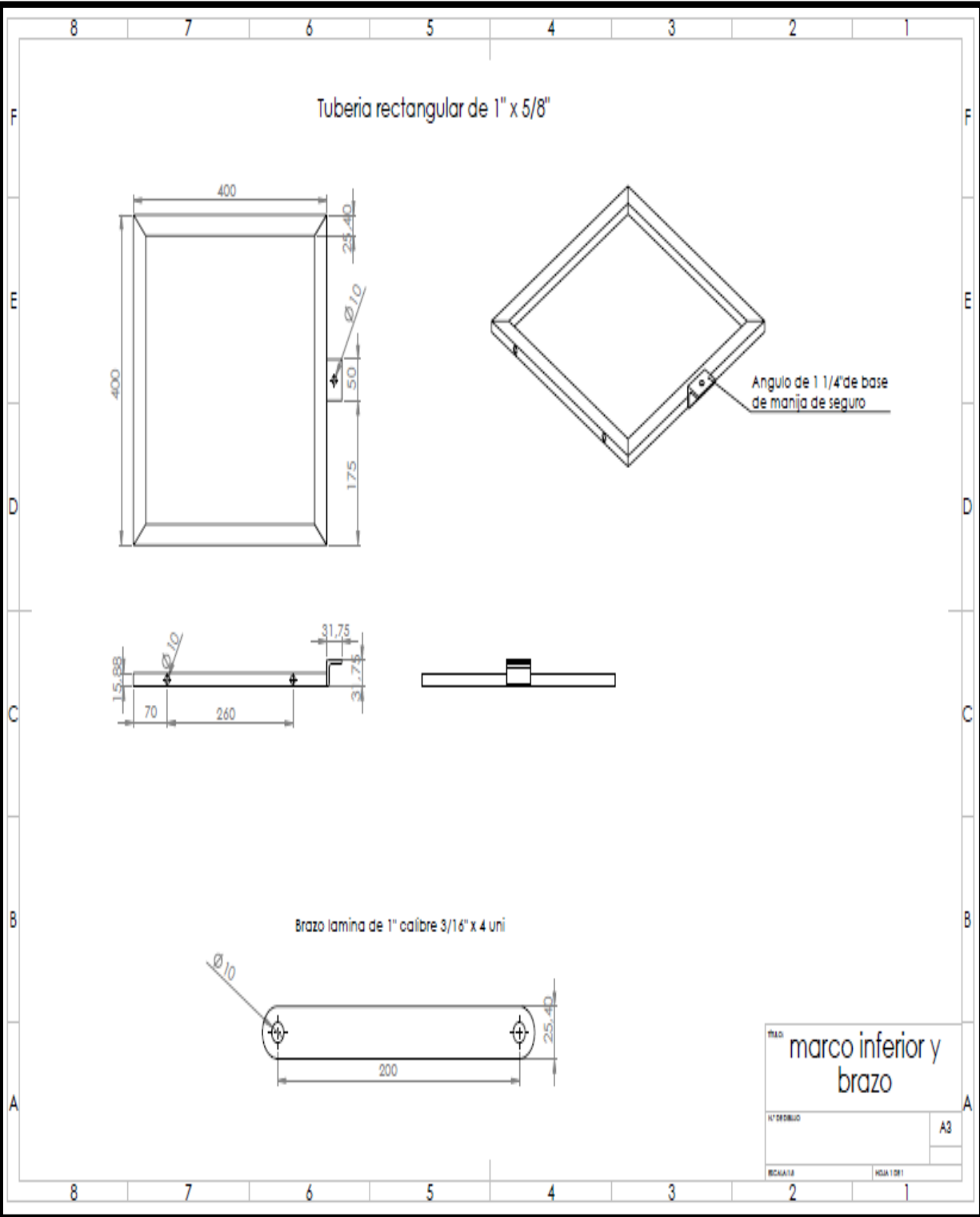
Lubricación general

- Lubricar y/o engrasar ya sea en forma directa o a través de un depósito, motores, bisagras y cualquier otro mecanismo.
- Pruebas de funcionamiento completas de todos sus componentes
- Después de haber inspeccionado elementos internos y externos de la termoformadora se debe realizar un ensayo completo de los ciclos de funcionamiento.

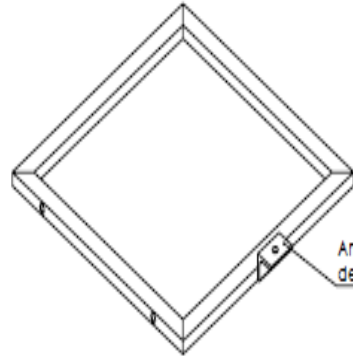
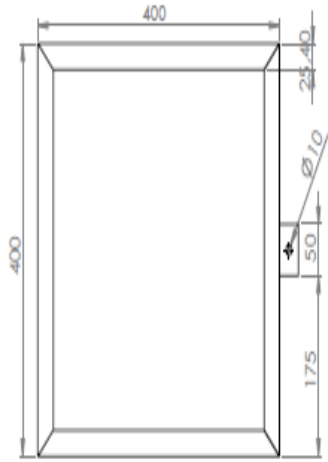
Planos Termo Formadora De Plástico



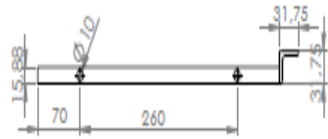




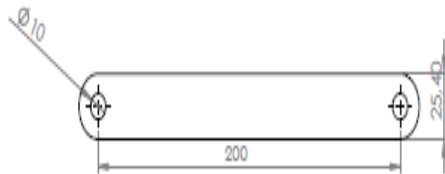
Tuberia rectangular de 1" x 5/8"



Angulo de 1 1/4" de base de manija de seguro



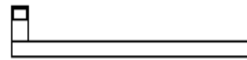
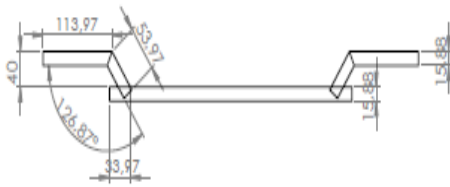
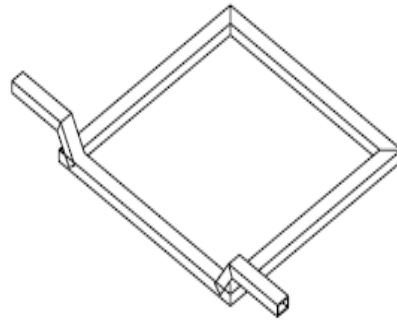
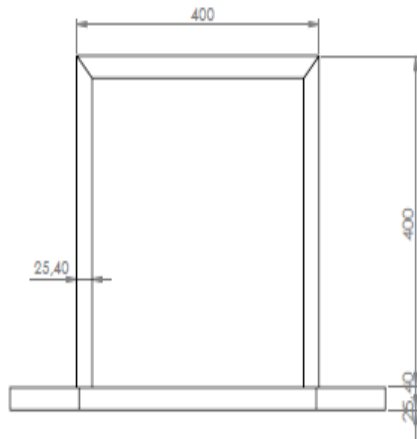
Brazo lamina de 1" calibre 3/16" x 4 uni



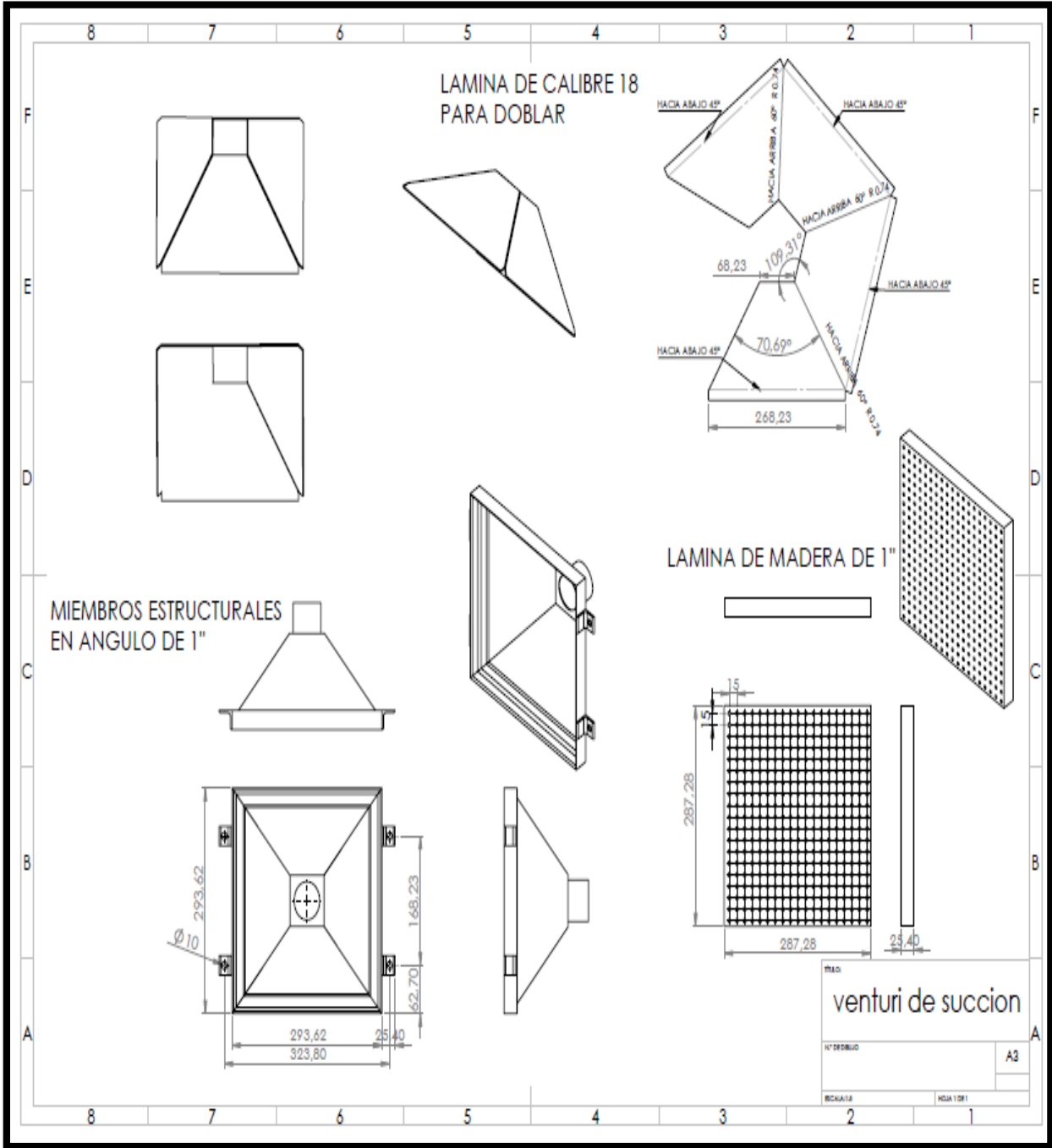
marco inferior y brazo

N° DIBUJO		A3
REVISADO	HECHO	1/201

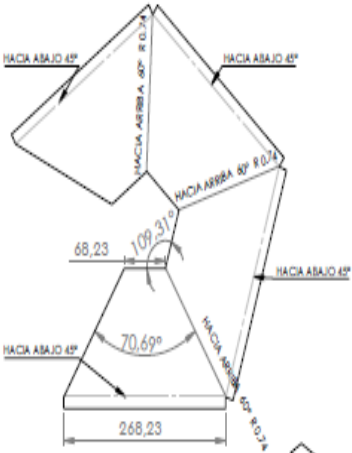
Tubería rectangular de 1" x 5/8"



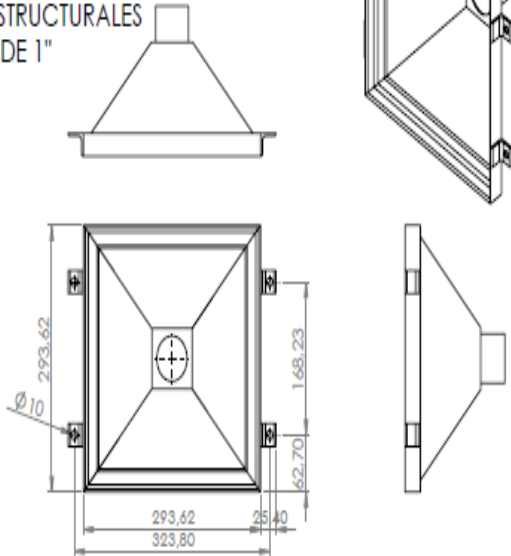
TÍTULO	
marco superior	
Nº DE DIBUJO	A3
ESCALA	HQA 1:001



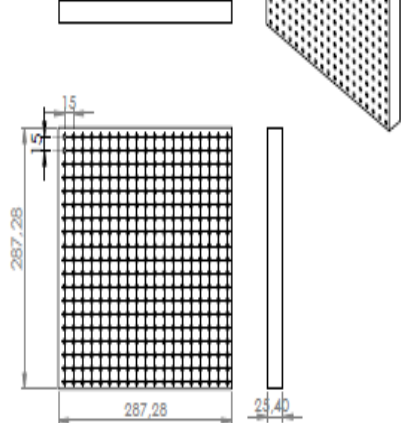
LAMINA DE CALIBRE 18
PARA DOBLAR



MIEMBROS ESTRUCTURALES
EN ANGULO DE 1"



LAMINA DE MADERA DE 1"



TÍTULO	
venturi de succion	
Nº DE DISEÑO	A3
ESCALA	HOJA 1 DE 1

