



REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

**TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA
DE TERMOFORMADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL, MENCIÓN MANTENIMIENTO**

**AUTORES: VIVIANA PATRICIA PÉREZ RAMOS
BYRON JORGE CHAVARRO LEÓN**

**MILAGRO - 2012
ECUADOR**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Por la presente hago constar que he analizado el proyecto de grado presentado por los señores : Viviana Patricia Pérez Ramos y Byron Jorge Chavarro León quienes optan conseguir el título de Ingenieros Industriales en Ciencias de la Ingeniería y que acepto tutoriar a los estudiantes, durante su etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación, evaluación y sustentación.

Milagro, a los días del mes de del 2011

.....
Ing. José Hidalgo

DECLARACION DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Los autores de esta investigación declaran ante el Concejo Directivo de la Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de nuestra propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo los que estamos referenciándonos debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título o Grado de una institución nacional o Extranjera.

Milagro, a los días del mes de del 2011

Srta. Viviana Pérez R.

0604585778

Sr. Byron Chavarro L.

0926843038



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL MENCIÓN MANTENIMIENTO

EL TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL, MENCIÓN MANTENIMIENTO, otorga al presente proyecto de investigación las siguientes calificaciones:

MEMORIA CIENTÍFICA.....	[]
DEFENSA ORAL.....	[]
TOTAL.....	[]
EQUIVALENTE.....	[]

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

PROFESOR DELEGADO

PROFESOR SECRETARIO

DEDICATORIA

Nuestra tesis dedicamos con todo amor y cariño.

A ti nuestro Dios que nos distes la oportunidad de vivir y de regalarnos unas familias maravillosas.

Con todo nuestro amor y respeto a nuestros padres que nos dieron la vida y han estado con nosotros en todo momento, por darnos una carrera para el futuro y además por creer en nosotros, los amamos con todas nuestras fuerzas, que después del Creador son los pilares fundamentales en nuestras vidas, es por eso que este trabajo que nos llevó todo un año realizarlo es para ustedes ya que, solamente les estamos devolviendo lo que ustedes nos dieron en el principio de este sueño que ahora es una realidad.

Atentamente

**VIVIANA PEREZ R.
BYRON CHAVARRO L.**

AGRADECIMIENTO

A Dios, que bendice nuestros hogares y familias para que siempre nos mantenga unidos, como siempre lo hemos estado.

A los docentes, que nos enseñaron con mística y profesionalismo, quienes aportaron con sus valiosas experiencias en nuestra formación profesional para que lo pongamos en práctica ante la sociedad.

Atentamente

**VIVIANA PEREZ R.
BYRON CHAVARRO L.**

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

DOCTOR.

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedemos hacer la entrega de la Cesión de Derechos de los Autores del trabajo realizado como requisito previo para la obtención de nuestro Título de Tercer Nivel, cuyo tema fue **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE TERMOFORMADO** y que corresponde a la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería.

Milagro de del 2012

Srta. Viviana Pérez R.

0604585778

Sr. Byron Chavarro L.

0926843038

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DE DEFENSA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.1 Problematización	3
1.1.2 Delimitación del problema	4
1.1.3 Formulación del problema	5
1.1.4 Sistematización del problema	5
1.1.5 Determinación del Tema	5
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivos Generales	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3 Justificación	7
1.3.1 Justificación de la investigación	7

CAPÍTULO II	8
MARCO DE REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1 Marco Teórico	8
2.1. Antecedentes históricos	45
2.1.2 Antecedentes referenciales	46
2.2 Marco Conceptual (glosario)	47
2.3 Hipótesis y Variables	50
2.3.1 Hipótesis Generales	50
2.3.2 Hipótesis Particulares	51
2.3.3 Declaración de variables	53
2.3.4 Operacionalización de las variables	54
CAPÍTULO III	55
MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo y Diseño de la investigación y su perspectiva general	55
3.2 La Muestra	55
3.2.1 Características de la máquina	55
3.2.2 Proceso de selección	56
3.3 Los Métodos y las Técnicas	56
3.4 El Tratamiento Estadístico de la Información	60
CAPÍTULO IV	61
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	
4.1 Análisis de la Situación Actual	61
4.2 Resultados	63
4.3 Verificación de Hipótesis	64
CAPÍTULO V	65
PROPUESTA	

5.1	Tema	65
5.2	Fundamentación	76
5.3	Justificación	76
5.4	Objetivos	76
5.4.1	Objetivo General de la Propuesta	77
5.4.2	Objetivos Específicos de la Propuesta	77
5.5	Ubicación	77
5.6	Factibilidad	78
5.7	Descripción de la propuesta	89
5.7.1	Actividades	90
5.7.2	Recursos, Análisis Financiero	91
5.7.3	Impacto	93
5.7.4	Cronograma	94
CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		96
BIBLIOGRAFÍA		97
ANEXOS		98

RESUMEN

El principal interés en trabajar con una máquina termoformadora es lograr que se tome conciencia de la importancia de la utilización del plástico como materia prima para producir diversidades de productos, y además crear conciencia para evitar la contaminación del ecosistema. En este trabajo se estudia un proceso de conformado de un material termoplástico y en su análisis, se considera los efectos termomecánicos que se producen entre la lámina a termoformar con las diferentes herramientas del proceso. El modelo termomecánicos acoplado utilizado se basa en una formulación Hyperelastic donde el comportamiento del material de la lámina a termoformar se describe a través de un modelo constitutivo elastoplástico que incorpora un criterio de fluencia isótropo y una ley de endurecimiento potencial. Esta tesis es el principal paso a la industrialización básica de los sistemas de Termoformado, al construir una máquina que utiliza plástico para obtener un producto terminado estaríamos incentivando a los estudiantes a realizar equipos para ayudar y beneficiar a la comunidad. En este caso será empleado para realizar porta lápices y tarjetas de presentación para la universidad, y así una diversidad de productos ya que la línea del termoformado es muy extensa. Este proceso se llevará a cabo utilizando una diversidad de técnicas como son: Adaptabilidad, y moldes al vacío que son algunos de los procesos básicos de este procedimiento, además el objetivo fundamental es conseguir que los alumnos de Ingeniería Industrial amplíen sus conocimientos sobre esta clase de equipos y elevar su nivel de experimentación.

Palabras Claves: Máquina de Termoformado, Evitar la contaminación del ecosistema, Plástico, Industrialización.

ABSTRACT

The main interest in working with thermoforming machine is to raise awareness of the importance of using plastic as raw material to produce various products, and also create awareness to prevent pollution of the ecosystem. In this paper we study a process of forming a thermoplastic material and analysis, thermo-mechanical effects are considered that occur between the sheet to be thermoformed with different processing tools. Coupled Thermomechanical model used is based on a hyperelastic formulation where the behavior of the sheet material described thermoforming through an elastoplastic constitutive model that incorporates a yield criterion and isotropic hardening law potential. This thesis is a major step in the basic industrial thermoforming systems, to build a machine that uses plastic to get a finished product would be encouraging students to take teams to help the community. In this case it will be used to make pencil holder and business cards for college, and so a variety of products as thermoforming line is very extensive. This process is carried out using a variety of techniques such as: adaptability and vacuum molds which are some of the basic processes of this procedure, besides the fundamental objective is to get the Industrial Engineering students expand their knowledge about this kind of equipment and raise their level of experimentation.

Keywords: Thermoforming machine to prevent contamination of the ecosystem, Plastic, Industrialization.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es difícil imaginar que algún sector, productivo o económico, pueda prescindir de los plásticos, basta una simple visualización a nuestro alrededor para verificar la importancia que tienen estos materiales en nuestro diario vivir, la producción de plásticos continuará creciendo, abarcando distintos sectores, principalmente por sus características y su relación costo-beneficio, ellos presentan gran variedad de propiedades, algunas de las cuales no son posibles de obtener en otros materiales.

En términos generales los plásticos, por ser materiales inertes (no reactivos) frente a la mayoría de las sustancias líquidas, sólidas, gaseosas comunes, muestran mejores propiedades químicas que los materiales tradicionales como: papel, cartón, madera, metales, superadas únicamente por el vidrio.

Sin embargo, los plásticos continúan mostrando crecimientos en aplicaciones que requieren contacto con diversos tipos de solventes y materiales corrosivos, aún en los que anteriormente se utilizaba el vidrio, donde lo más importante es seleccionar el tipo de plástico ideal, tomando en cuenta las condiciones de presión, temperatura, humedad, intemperismo y otras que puedan acelerar algún proceso de disolución o degradación.

Después de un arduo análisis respecto a las diferentes necesidades, que tienen los estudiantes de Ingeniería Industrial en conocer y entender las aplicaciones prácticas de las nuevas tecnologías en las maquinarias y equipos nos inclinamos por combatir el temor de la comunidad estudiantil con respecto a la creación de proyectos que trabajen a partir de materiales reciclados como el plástico.

Con este proyecto aportaremos de forma importante para que las futuras generaciones puedan entregar a la comunidad sus conocimientos técnicos con las garantías necesarias.

El proyecto propuesto generará las ideas adecuadas para impulsar el desarrollo empresarial con conocimientos teóricos, prácticos, enfocados principalmente al fortalecimiento y creación de talleres industriales de nuestro país. Este contexto que enmarca este trabajo donde se pretende contar con una herramienta apropiada para la descripción completa del proceso de Termoformado permite además, analizar la sensibilidad de la respuesta termomecánica para determinados parámetros de operación.

En particular, este trabajo tiene como objeto principal realizar la comparación experimental del proceso conformado de materiales termoplásticos y de esta manera demostrar a los estudiantes que podemos aplicar el termoformado en una maquina sencilla y práctica para que de esta manera se proyecten también a la creación de sus propios equipos y por ende a la fabricación de una gran variedad de elementos derivados del plástico ya que el campo del termoformado es muy amplio.

Este ideal traza el asesoramiento de la nueva tecnología al sector técnico-productivo y la mano de obra calificada orientada a obtener un excelente resultado, otorgando un proceso de desarrollo y empleo, a través de la creación y el aporte de operarios que nos permitan impulsar el aprendizaje y fortalecimiento de los conocimientos en nuestra institución, y desenvolvimiento en nuestra línea industrial.

Es necesario que toda la comunidad Estudiantil de la Unemi se comprometa con esfuerzo y entrega para contribuir al desarrollo del correcto reciclaje reintegrando desechos sólidos (plásticos) al ciclo económico y al cuidado ambiente.

CAPÍTULO I

EI PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Problematización

En la Universidad Estatal de Milagro, dentro de la facultad de Ingeniería Industrial se carece de iniciativa por parte de los estudiantes en lo que respecta a la creación de proyectos que estén destinados a la fabricación de máquinas industriales que trabajen con materiales reutilizables y de esta manera, aplicando los conocimientos adquiridos en las aulas, satisfagan necesidades dentro de las institución y sus alrededores.

Tabla 1. Porcentajes de los principales materiales que se reciclan en la provincia del Guayas 1

COMPONENTES	PORCENTAJE
ALUMINIO	3.22%
PLASTICO	8.83%
PAPEL Y CARTON	19.36%
VIDRIO	5.02%
MATERIAL ORGANICO	55.54%
PRODUCTOS VARIOS	8.03%
TOTAL	100%

Guayaquil genera un promedio de 52,900 toneladas mensuales de desechos sólidos, esto significa que estamos desperdiciando 10,241 toneladas de papel que pueden ser reutilizados cada mes.

Hay lugares que compran plásticos en un porcentaje de 8.83% (ver tabla 1), para procesarlos y esto de cierta manera impulsa el reciclaje, dándonos además una gratificación muy grande, aunque no es mucha, la comparación con las personas que viven de esta actividad.¹

En zonas donde el reciclaje es una costumbre ya se tienen normas de identificación, usando diferentes colores para los tachos donde se colocará la basura clasificada, en nuestro país pocas personas utilizan este sistema de separación de desperdicios. Para esta clasificación, utilizan siempre 3 tipos de tachos que son para: Plásticos y Papel, Vidrio y Residuos Orgánicos (Basura que no es reciclaje ejemplo: cascara de frutas, etc.).

Es por eso que hemos propuesto diseñar y construir una máquina de Termoformado que servirá para incentivar a reutilizar el desecho plástico, pues para este proceso utilizaremos láminas de dicho material para la obtención de diversidad de artículos.

1.1.2. Delimitación del problema

Hoy en día no existe un conocimiento, amplio acerca de la importancia y el valor que aporta el reciclaje a la conservación y cuidado del medio ambiente, esto se da por la cultura tercermundista y el poco interés de la reutilización de los materiales reciclables (plásticos) a través de la historia. Además se ha creado un gran desinterés, sobre el tema del mismo, al no existir elementos que promuevan la

¹ **CUADERNOS DE PEDAGOGÍA (1989):** Globalización y proyectos curriculares. Font alba. Barcelona.

Proyecto: BANAPEL Cía. Ltda. PA

reutilización logrando crear un incentivo en los estudiantes para realizar equipos innovadores y útiles para la comunidad.

En este proyecto se abarca solo a Milagro, enfocándonos directamente al sector estudiantil de la UNEMI.

1.1.3. Formulación del problema

Frente a la necesidad de equipos innovadores que ayuden a estimular, a los estudiantes a prestar un servicio a la sociedad, planteamos la siguiente pregunta:

¿De qué manera afecta a los estudiantes de nuestra Facultad de Ingeniería Industrial la falta de creación de equipos, que aporten de gran manera en el desempeño y el desenvolvimiento estudiantil, aplicando los conocimientos teóricos adquiridos en clases y de esta manera también proporcionar servicios a la comunidad?

1.1.4. Sistematización del problema

1. ¿Qué efectos se presenta en la actualidad dentro de la comunidad estudiantil y sus sectores aledaños al no concientizar en la importancia del reciclaje?
2. ¿Cuál será el sitio adecuado y conveniente para la ubicación de este equipo?
3. ¿Cuál será el proceso que realizará la máquina de termoformado para el beneficio de los estudiantes y la comunidad?
4. ¿Qué características debe tener el Equipo de Termoformado que se va a construir?

1.1.5. Determinación del tema

Por las razones anteriormente expuestas se plantea como tema el siguiente proyecto:

El diseño y la construcción de una máquina de Termoformado la cual estará encargada de impulsar a los estudiantes a elaborar equipos de esta misma índole.

Este proyecto es factible en el campo de la educación de los futuros Ingenieros de la Universidad Estatal de Milagro, y de la población de esta ciudad, debido a que la construcción esta máquina será un incentivo para la formación de futuros centros industrializados.

Cabe indicar que este proyecto se lo ha realizado con el fin, de que la economía de este sector, por ser netamente industrial, se vea afectada en forma positiva, ya que es posible utilizar esta máquina como un recurso para la industrialización de sus actividades. Su costo es accesible para la pequeña y mediana industria, y puede ser implementada por los estudiantes, generando así un doble beneficio:

- Para los estudiantes: Con respecto a incentivar la aplicación de sus conocimientos para la creación de máquinas industriales de este tipo.
- Para la sociedad aledaña: Mediante la utilización de estos equipos cubrir necesidades que demande la población.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Determinar el diseño y construcción de una máquina de termoformado y de esta manera dar a conocer a los estudiantes un equipo nuevo eh innovador.

1.2.2 Objetivos Específicos0

- Concientizar a los estudiantes de la facultad de Ingeniería Industrial en la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos dentro de las aulas, en el campo de la industria, considerando que se puede brindar numerosos beneficios para la sociedad en general.
- Proponer que la máquina de termoformado sea un sistema económico productivo y eficiente que coloque en el mercado productos de utilización.
- Proporcionar una opción de futuros proyectos técnicos, a las promociones venideras de la Facultad de Ingeniería Industrial en la Unemi, con el fin de aplicar sus conocimientos Industriales en bien de la sociedad.

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Justificación de la investigación

Mediante la implementación de este equipo se va a obtener una serie de beneficios tales como:

- Permitir a los estudiantes que concienticen, sobre el reciclaje y el proceso del mismo, por el cual podemos obtener laminas plásticas que serán utilizadas para realizar múltiples elementos con la ayuda de la maquina termoformadora y así beneficiar a la sociedad.
- Crear una nueva cultura de reciclaje de los desechos sólidos dentro de la institución o la reinserción de estos desechos en procesos productivos, y de esta manera evitar la contaminación del medio ambiente.

- Este proyecto es un paso importante para la industrialización de los sistemas de termoformado, siendo una interesante opción para los futuros proyectos dentro de la Facultad de ingeniería Industrial.

CAPÍTULO II.

MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

El siglo XX puede considerarse como el inicio de "La Era del Plástico", ya que en esta época la obtención y comercialización de los plásticos sintéticos ha sido continuamente incrementada y el registro de patentes se presenta en número creciente. ²

La consecución de plásticos sintéticos se originó de la Química Orgánica que se encontraba entonces en pleno auge.

En 1907 salió al mercado la resina fenólica "Baquelita", mientras Staudinger trabajaba en la fabricación del poliestireno y Otto Rhom enfocaba sus estudios al acrílico. que para 1930 ya se producían industrialmente.

Por su parte el PVC, aunque había sido sintetizado desde 1872 por Bauman, fue hasta 1920 cuando Waldo Semon, mezclándolo con otros compuestos, obtuvo una masa parecida al caucho, iniciándose así la comercialización del PVC en 1938.

El químico Hermán Slaudingcr, premio Nóbel en 1953 con sus trabajos revolucionarios iniciados en 1920, demostró que muchos productos naturales y todos los plásticos, contienen macromoléculas. Este descubrimiento hizo que se considerara como el "Padre de los Plásticos".

Muchos laboratorios de Universidades y grandes Industrias Químicas concentraron sus esfuerzos en el desarrollo de nuevos plásticos, aprendiendo técnicas para encausar y dirigir casi a voluntad las reacciones químicas.

Entre los años de 1930 y 1950, debido a la segunda Guerra Mundial surge la necesidad de desarrollar nuevos materiales que cumplan con mejores propiedades, mayor resistencia, menor costo y que sustituyeran a otros que escaseaban. Es en este período, cuando surgieron plásticos como el Nylon, Polietileno de Baja Densidad y el Teflón en un sector de gran volumen, y la industria química adquirió el papel de suministrador importante de materiales.

Otro momento exitoso dentro de la historia de los plásticos fue en 1952, cuando K. Ziegler, premio Nóbel en 1964 junto con G. Natia, descubren que el etileno en fase gaseosa resultaba muy lento para reaccionar. Ambos logran su polimerización de manera más rápida por contacto con determinadas substancias catalizadoras a presión normal y temperatura baja. Por su parte. G. Natta descubrió en 1954 que estos catalizadores y otros similares daban lugar a las macromoléculas de los plásticos con un alto ordenamiento.

La década de los sesenta se distinguió porque se lograron fabricar algunos plásticos mediante nuevos procesos, aumentando de manera considerable el número de materiales disponibles.

Dentro de este grupo destacan las llamadas "resinas reactivas" como: Resinas Epoxi, Poliésteres Insaturados, y principalmente Poliuretanos, que generalmente se suministran en forma líquida requiriendo del uso de métodos de transformación especiales.

En los años siguientes, el desarrollo se enfocó a la investigación química sistemática, con atención especial a la modificación de plásticos ya conocidos

mediante espumación, cambios de estructura química, copolimerización, mezcla con otros polímeros y con elementos de carga y de refuerzo.

En los años setenta y ochenta se inició la producción de plásticos de altas propiedades como las Polisulfonas, Poliariletercetonas y Polímeros de Cristal Líquido. Algunas investigaciones en este campo siguen abiertas.

Las tendencias actuales van enfocadas al desarrollo de catalizadores para mejorar las propiedades de los materiales y la investigación de las mezclas y aleaciones de polímeros con el fin de combinar las propiedades de los ya existentes.

GENERALIDADES

Técnicamente los plásticos son sustancias de origen orgánico formadas por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno principalmente. Se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural.

Es posible moldearlos mediante procesos de transformación aplicando calor y presión. Los polímeros son compuestos orgánicos que se derivan de la unión de dos o varias moléculas simples llamadas monómeros, por medio de reacciones de poliadición o de policondensación.

Se distinguen los compuestos dímeros, trímeros, tetrámeros, etc., según si están compuestos por dos, tres, cuatro moléculas o más. Se habla de "altos polímeros" cuando estos compuestos están formados por algunos centenares de unidades monómeros o más.

PLÁSTICOS Y POLÍMEROS

La denominación de los plásticos se basa en los monómeros que se utilizaron en su fabricación, es decir, en sus materias primas.

En los homopolímeros termoplásticos se antepone el prefijo "poli" por ejemplo:

- Monómero Inicial Metil Metacrilato
- Nombre de Polímero Polimetil Metacrilato.

Como se puede observar, los nombres químicos de los polímeros con frecuencia son muy largos y difíciles de utilizar. Para aligerar este problema se introdujeron las "siglas" o acrónimos. Para el ejemplo citado, u acrónimo es:

ACRÓNIMO	PLÁSTICO
ABS	ACRILONITRILO-BUTADIENO-ESTIRENO
CA	ACETATO DE CELULOSA
EP	EPOXICA
EPS	POLIESTIRENO EXPANSIBLE
EVA	ETIL VINIL ACETATO
HDPE	POLIETILENO ALTA DENSIDAD
LDPE	POLIETILENO BAJA DENSIDAD
PB	POLIBUTADIENO
PBT	POLIBUTILEN TEREFTALATO
PC	POLICARBONATO
PES	POLIESTERSULFONA
PET	POLIETILEN-TEREFTALATO
PMMA	POLIMETIL METACRILATO
POM	POLIOXIDO DE METILENO
PP	POLIPROPILENO
PS	POLIESTIRENO
PTFE	POLITETRAFLUOROETILENO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
SAN	ESTIRENO-ACRILONITRILO

SB	ESTIRENO BUTADIENO
TPE	ELASTOMERO TERMOPLASTICO

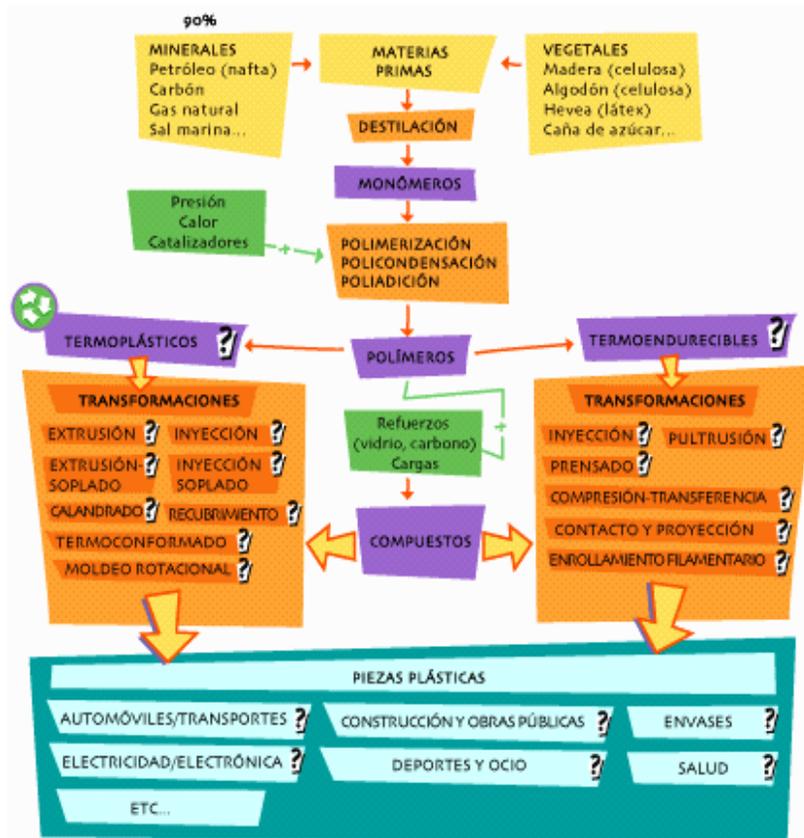
Nombre del Polímero Polimetil Metacrilato.

Acrónimo PMM La mayor parte de estos acrónimos han sido normalizados. Sin embargo, algunos han sido inventados por los fabricantes o surgieron de la misma actividad práctica.

Tabla 2. Tabla de descripción de siglas del plástico

Existen diferentes tipos de materias primas para producir plásticos. Es en el comienzo del siglo XX que empezaron a desarrollarse productos químicos obtenidos, por síntesis, a partir de los hidrocarburos y que representan hoy en día el 90 % de la producción de los plásticos.

Gráfico1.Proceso para la elaboración del plástico



Por refinado del petróleo crudo se obtiene diferentes fracciones gaseosas o líquidas. Entre ellas, la NAFTA es la más importante para la síntesis de los plásticos. Hay dos grandes principios de puesta en práctica:

- Uno para los Termoplásticos
- El otro para los Termoendurecibles.

Según el tipo de producto a fabricar (según su tamaño, su forma, las cualidades buscadas) y el polímero utilizado (termoplásticos o termoendurecibles) hay una tecnología correspondiente. Es así como existen más de 20 procedimientos de transformación.

OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA

La materia prima más importante para la fabricación de plásticos es el petróleo, ya que de él se derivan los productos que originan diferentes tipos de plásticos.

Es importante mencionar que también otras materias primas para la fabricación de plásticos son algunas sustancias naturales como la madera y el algodón de donde se obtiene la celulosa, así como otros plásticos se obtienen del carbón y el gas natural.

Todas las materias primas mencionadas tienen en común el hecho de contener Carbono (C) e Hidrógeno (H). También pueden estar presentes el Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Azufre (S) o el Cloro (Cl). En general, se considera al etileno, propileno y butadieno como materias primas básicas para la fabricación de una extensa variedad de monómeros, que son la base de todos los plásticos.

En la siguiente sección se presentan los diferentes mecanismos químicos utilizados para la unión de las materias primas mencionadas, que es el punto de partida para la síntesis de resinas plásticas.

REACCIONES DE SÍNTESIS

Como se ha mencionado, los polímeros son el resultado de la modificación de productos naturales o bien de reacciones de síntesis partiendo de las materias primas más elementales. Son reacciones químicas llevadas a cabo con un catalizador, calor o luz, las cuales dos o más moléculas relativamente sencillas (monómeros) se combinan para producir moléculas muy grandes. A esta reacción se le llama Polimerización.

Para que la mezcla sea coherente y más o menos homogénea se agregan compatibilizadores. Puede suceder que las mezclas de polímeros tengan propiedades especiales que ninguno de sus componentes posea y generalmente se buscan resultados de sinergia.

Otros procesos de modificación física consisten en aumentar el ordenamiento de las moléculas. Esto se puede lograr mediante un proceso de "Orientación" y el "Estirado".

Algunos productos de plástico como láminas, película o cuerpos huecos como botellas sopladas, se someten a un estiramiento durante el proceso de la fabricación, aplicándoles fuerzas cuyo efecto consiste en el alineamiento de las macromoléculas en estado termoelástico, preferentemente en la misma dirección del estiraje, con esta operación se aumenta la resistencia mecánica, la transparencia y la barrera a los gases.

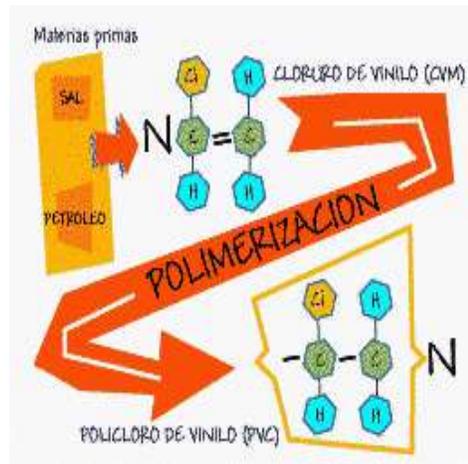
MODIFICACIÓN CON ADITIVOS

El hecho de incorporar aditivos antes de la transformación de los plásticos, es una práctica necesaria. En realidad un plástico es un polímero en conjunto con pequeñas cantidades de otras sustancias como son catalizadores y emulsificantes.

Posteriormente es necesario utilizar aditivos que tienen el objetivo de mejorar sus propiedades y facilitar su transformación. Las funciones de los aditivos y la cantidad de estos es muy grande, y en la actualidad juegan un papel muy importante para que los productos terminados de plástico cumplan con las especificaciones que el mercado demanda.

- Por PVC o Policloruro de vinilo
- El PVC: 57% de cloro (obtenido por electrólisis de la sal) 43% de etileno (hidrocarburo procedente del petróleo).

Gráfico2. Modificación con aditivos antes de la transformación de los plásticos.



MÉTODOS PRINCIPALES PARA OBTENER PLÁSTICOS

COMPRESIÓN

Este procedimiento utiliza la materia en estado de prepolímero que se coloca dentro de un molde antes de ser calentada y luego comprimida. La polimerización se efectúa entonces dentro del molde. La compresión permite fabricar objetos de tamaños pequeños y medianos en termoendurecibles.

ESTRATIFICACIÓN

Esta técnica consiste en impregnar con resina termoendurecible capas superpuestas de soportes como madera, papel o textiles, estas son luego prensadas y calentadas a alta presión con el fin de provocar la polimerización.

Al estar reservado a los productos termoendurecibles, este procedimiento no permite fabricar más que productos planos.

EXTRUSIÓN

Al ser un procedimiento de transformación en modo continuo, la extrusión consiste en utilizar plástico con forma de polvo o granulados, introducido dentro de un cilindro calentador antes de ser empujado por un tornillo sin fin. Una vez reblandecida y comprimida, la materia pasa a través de una boquilla que va a darle la forma deseada.

La extrusión es utilizada en particular en la fabricación de productos de gran longitud como canalizaciones, cables, enrejados y perfiles para puertas y ventanas.

EXTRUSIÓN INFLADO

Esta técnica consiste en dilatar por medio de aire comprimido una funda anteriormente formada por extrusión. De ese modo se obtienen películas utilizadas en particular en la fabricación de bolsas para la basura o para congelación y revestimientos para invernaderos.

INYECCIÓN

Esta técnica consiste en amasar materia ablandada mediante un tornillo que gira dentro de un cilindro calentado y luego introducir ésta bajo presión en el interior de un molde cerrado. Al ser utilizada en la fabricación de piezas industriales en particular para los sectores del automóvil, de la electrónica, de la aeronáutica y del

sector médico, la inyección es una técnica que permite obtener en una sola operación.

MOLDEO ROTACIONAL

Este procedimiento consiste en centrifugar un polvo fino termoplástico dentro de un molde cerrado. Así, se obtienen cuerpos huecos en pequeñas series. El moldeo rotacional es utilizado en la fabricación de recipientes, balones, cubas, contenedores, pero también planchas a velas y kayacs.

PROPIEDADES

La estructura interna de los plásticos determina sus propiedades fundamentales. Por ejemplo, los plásticos son malos conductores del calor y de la electricidad, es decir, son aislantes y esto se debe a que sus enlaces son por pares de electrones ya que no disponen de ningún electrón libre.

Tienen densidades más bajas debido a que su estructura es "más suelta", y una serie de características que se analizarán a continuación.

MECÁNICAS

Al comparar la estructura de un metal y de un plástico, podemos observar que el metal presenta una estructura más compacta y que las fuerzas de unión son distintas a las existentes en los plásticos.

La diferencia es que los plásticos tienen una estructura molecular y los metales una estructura atómica. Por esta razón, los plásticos presentan una resistencia mecánica relativamente menor, un módulo de elasticidad menor, dependencia de las propiedades mecánicas con respecto al tiempo, dependencia de la temperatura principalmente los termoplásticos, gran sensibilidad al impacto aunque en este

punto existen grandes diferencias desde los quebradizos como un Poliestireno hasta un resistente Policarbonato.

Los termofijos, debido a sus reticulaciones, carecen de deslizamiento interior y a eso deben ser básicamente más quebradizos que los termoplásticos.

Por su parte algunos termoplásticos como el Polipropileno, el Nylon, el Polietileno y los Poliésteres lineales, pueden someterse a estirado, con lo cual las moléculas se orientan en la dirección del estirado.

La fuerza del enlace de valencias se deja notar en este fenómeno, lo cual se manifiesta en una extraordinaria resistencia.

El comportamiento de deformación y recuperación interna de los plásticos le confiere una, gran propiedad llamada memoria.

Por otra parte, el comportamiento mecánico de los plásticos reforzados, varía en función de la cantidad, tipo de cargas y materiales que contienen.

TÉRMICAS

Como otras propiedades, el comportamiento térmico de los plásticos también es función de su estructura; los plásticos termofijos son quebradizos a lo largo de todo el intervalo de temperaturas, no reblandecen y no funden; un poco por debajo de su temperatura de descomposición T_z se observa una pérdida de rigidez.

Los termoplásticos se vuelven quebradizos a bajas temperaturas que son específicas para cada uno de ellos. Si las temperaturas aumentan, se produce un descenso constante del módulo de elasticidad, es decir, disminuye la rigidez.

Al aplicar calor continuo a los termoplásticos amorfos, sufren un reblandecimiento, es decir, la transición a un estado termoelástico. En esta zona, con pequeñas fuerzas se provocan grandes deformaciones; si se sigue calentando se incrementa la movilidad térmica de las moléculas provocando que las cadenas puedan deslizarse unas frente a otras.

Esta zona limita con la temperatura de descomposición. Los termoplásticos semicristalinos poseen fragmentos amorfos (flexibles) en el intervalo de temperaturas de uso así como cristalinos (rígidos).

Al aumentar la temperatura es posible moldearlos cuando los fragmentos cristalinos alcanzan el intervalo de la temperatura de fusión. Inmediatamente sigue el estado termoplástico y al seguir aumentando la temperatura, este estado se caracteriza por la transparencia que adopta el plástico antes opaco. Esta zona limita la temperatura de descomposición del plástico.

Por su misma estructura, sufren una dilatación volumétrica relativamente grande con el aumento de temperatura. En los plásticos reforzados esta dilatación es menor, y está en función del tipo y cantidad de material de refuerzo.

Como ya se mencionó, los electrones de los plásticos carecen de movilidad, por ello, son materiales con conductividad térmica baja, siendo aislantes térmicos.

ELÉCTRICAS

Ya que los plásticos no disponen de electrones libres móviles, tienen un buen comportamiento como aislantes, es frecuente utilizarlos en la industria eléctrica y electrónica, por ejemplo, para carcazas, aislantes; enchufes, recubrimiento de cable y alambre, entre otros. Por todo esto, son importantes las siguientes propiedades eléctricas:

- Resistencia Superficial
- Resistencia Transversal

- Propiedades Dieléctricas

- Resistencia Volumétrica

- Resistencia al Arco

QUÍMICAS

En términos generales, por ser los plásticos materiales inertes (no reactivos) frente a la mayoría de las sustancias líquidas, sólidas y gaseosas comunes, muestran mejores propiedades químicas que los materiales tradicionales como papel, madera, cartón y metales, siendo superados únicamente por el vidrio.

Sin embargo, los plásticos continúan mostrando crecimientos en aplicaciones que requieren contacto con diversos tipos de solventes y materiales corrosivos, aún en los que anteriormente se utilizaba el vidrio, donde lo más importante es seleccionar el tipo de plástico ideal, tomando en cuenta las condiciones de presión, temperatura, humedad, intemperismo y otras que puedan acelerar algún proceso de disolución o degradación.

ABSORCIÓN DE HUMEDAD

Esta propiedad es distinta para los diferentes tipos de plásticos, consiste en la absorción de humedad presente en el aire o por la inmersión en agua, siendo dependiente del grado de polaridad de cada plástico. Por ejemplo, los plásticos no polares como el PE, PP, PP, PS, PTFE, absorben muy poca agua; en cambio, los plásticos polares como los Poliamidas o los Poliésteres termoplásticos, absorben

gran cantidad de ella; en el caso de los dos últimos se requiere de secado antes de procesarlos y de un "acondicionamiento" en las piezas recién inyectadas para que alcancen un grado de humedad determinado.

En estos materiales el porcentaje de humedad afecta las propiedades finales de las piezas fabricadas.

PERMEABILIDAD

La permeabilidad es una propiedad que tiene gran importancia en la utilización de los plásticos del sector envase, por ejemplo, en láminas, películas y botellas.

La permeabilidad frente a gases y vapor de agua es un criterio esencial para la selección del tipo de material, según el producto a envasar: alimentos, frutas frescas, bebidas carbonatadas, embutidos y otros. Además del tipo de plástico, la permeabilidad también depende del grosor y de la temperatura.

En la mayoría de los casos, se requiere que los materiales plásticos eviten el paso de determinados gases como el CO₂, el NO_x, el vapor de agua y otros, pero también se encuentran casos en que es importante que se permita el paso de sustancias como el O₂ en el caso de legumbres y carnes frías, que requieren "respirar" para conservar una buena apariencia.

FRICCIÓN Y DESGASTE

El comportamiento de los plásticos ante la fricción es muy complejo, se caracteriza por la interacción de los materiales involucrados; en el fenómeno, la estructura superficial, el lubricante, la carga específica y la velocidad de desplazamiento. Una aplicación típica son los rodamientos, los más importantes están formados por el par plástico-acero.

Un fenómeno a considerar en este caso es el desprendimiento de calor a través del elemento metálico. Por esa razón soto tienen sentido los datos de coeficientes de fricción referidos a pares de materiales específicos.

CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS

GRUPO TERMOPLÁSTICO

El grupo termoplástico presenta la propiedad común de poder cambiar de forma por el calor y la presión, una vez fabricadas, sin que se varíe su composición química, pudiendo los recortes volverse a utilizar y trabajar por flexión, torsión, etc.

Gráfico3. Estado de termoplásticos amorfos

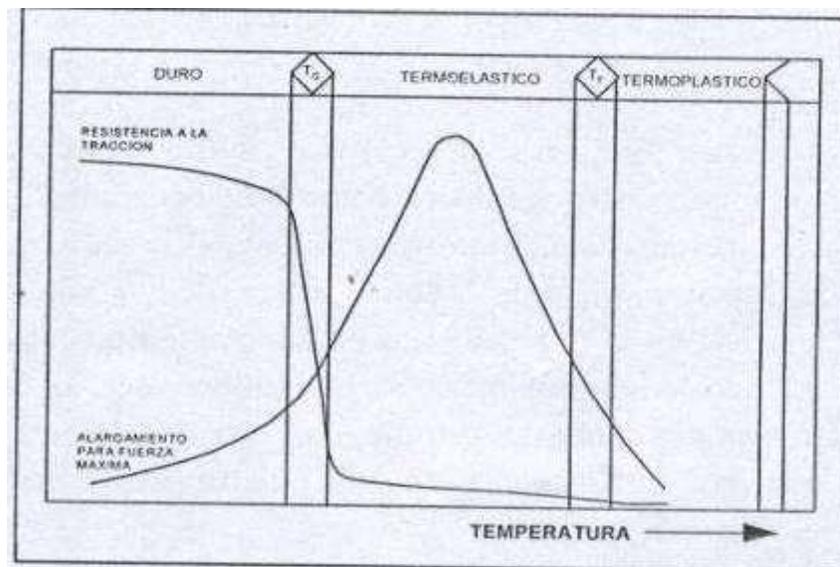
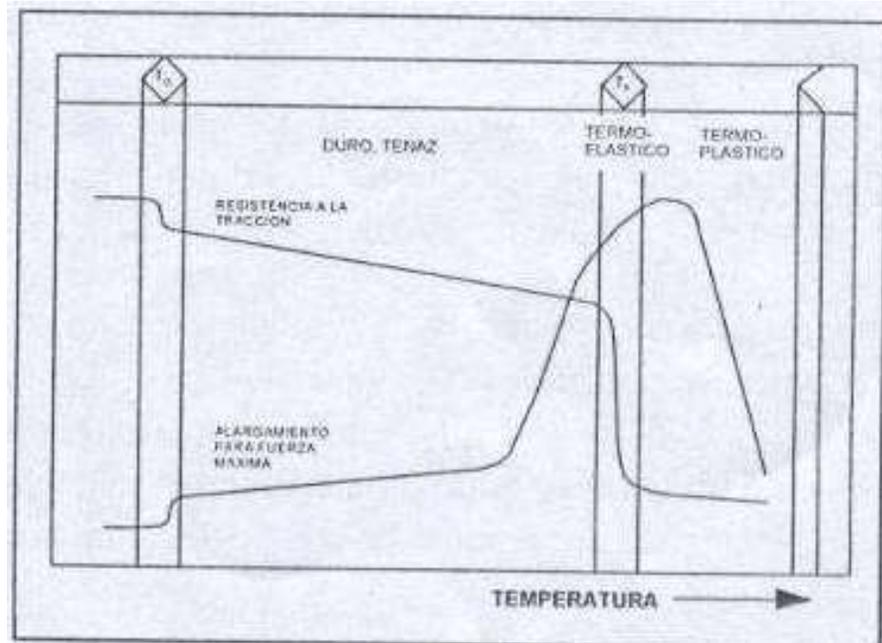


Gráfico4. Estados de termoplásticos cristalinios



POLIETILENO (PE)

Son termoplásticos semicristalinos. Se destacan en general por una buena resistencia química, alta tenacidad y elongación en la rotura, así como buenas propiedades de aislamiento eléctrico. Pueden ser procesados en prácticamente todos los procesos usuales, son económicos, y por ello, han encontrado una amplia aplicación. Hoy se han convertido en el grupo de plásticos más importante desde el punto de vista cuantitativo.

Tabla3. Parámetros de comparación termoplásticos semicristalinos.

Parámetros de comparación	PE-LD	PE-HD
Grado de cristalización %	40 a 50	60 a 80
Densidad g/cm ³	0.915 a 0.94	0.94 a 0.965
Módulo de cizallamiento N/mm ²	+/-130	+/- 1000
Rango de fusión cristalina oC	Buena	Mejor
Resistencia química		

PROPIEDADES

Los polímeros basados en etileno se producen en amplia variedad. Por ello se obtiene un muy variado cuadro de propiedades, a ello hay que agregarle posibilidades de modificación por medio de la fabricación de co-polimerizados y aleaciones poliméricas (polyblends), de ahí que solo se puedan mencionar solamente las propiedades típicas.

- Baja densidad
- Alta tenacidad y elongación en la rotura

- Estabilidad Térmica De -50 A $+90$ o C
- Color Natural: Lechoso
- Muy Buen Comportamiento De Aislamiento Eléctrica
- Baja Absorción De Agua
- Buena Procesabilidad Y Formabilidad
- El PE Es Resistente A Los Ácidos, Álcalis, Soluciones Salinas, Agua, Alcoholes, Aceites (El PE-HD También Es Resistente A La Gasolina) Y, Por
- Debajo De Los 60 Oc Es Prácticamente Insoluble En Casi Todos Los Solventes Orgánicos.
- El PE No Es Resistente A Los Oxidantes Fuertes (Sobre Todo A Altas Temperaturas), El PE-LD Se Hincha En Hidrocarburos Aromáticos Y Alifáticos.

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD o LDPE)

El polietileno de baja densidad tiene una densidad en el rango de $0.910 - 0.925$ g/cm³, en función de la estructura molecular del polímero. El PEBD tiene una estructura en su mayor parte amorfa.

Es un material translucido, inodoro, su punto de fusión varía dependiendo del grado de la resina, como promedio en 110 °C tiene una conductividad térmica baja como la mayoría de los materiales termoplásticos.

Las propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad, dependen del grado de polimerización y la configuración molecular, es decir, cuanto más elevado sea el peso molecular mejores serán las propiedades

Debido a la baja conductividad eléctrica, el PE se ha convertido en un aislante de primera, tanto en alta como en baja tensión

La naturaleza no polar del polietileno, le confiere gran resistencia a los ataques de sustancias químicas. A temperaturas menores de 60 °C, resiste a la mayoría de los solventes, ácidos, bases y sales en cualquier concentración. Por otro lado a temperaturas mayores es soluble en solventes orgánicos alifáticos y especialmente en los aromáticos y clorados. Es totalmente atóxico, impermeable al agua y relativamente poco permeable al vapor de agua y gases, puede estar en contacto directo con alimentos sin presentar riesgo para los consumidores.

APLICACIONES

Tiene aplicación dentro del sector de envase y empaque, destacando su utilización en bolsas, botellas, envase industrial, laminaciones, película para forro, película encogible, recubrimiento, sacos y costales, tapas para botellas y otros.

En la construcción se puede encontrar en tuberías (conduit), Láminas para recubrimientos, láminas selladoras, en agricultura como película para invernadero y tubería de riego.

En la industria electro-electrónica se utiliza como aislante para cables y conductores, cables de alta frecuencia, material dieléctrico, juguetes pequeños y otros productos.

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD o HDPE)

El polietileno de alta densidad tiene una densidad en el rango de 0.941 – 0.965 g/cm³, presenta un alto grado de cristalinidad, siendo así un material opaco y de aspecto ceroso, las propiedades de cristalinidad y mayor densidad se relacionan con las moléculas más empaçadas, ya que casi no existen ramificaciones

La rigidez, dureza y resistencia a la tensión de los polietilenos, se incrementa con la densidad, el PEAD presenta mejores propiedades mecánicas que el PEBD y el PELBD, también presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión.

El calor necesario para llegar al punto de fusión, está relacionado con la cristalinidad. El polietileno de alta densidad, muestra un punto de fusión entre 120 °C Y 136°C, mayor al del PEBD.

El PEAD tiene excepcional resistencia a sustancias químicas y otros medios. No es atacado por soluciones acuosas, salinas, ácidos y álcalis. La solubilidad del polietileno en hidrocarburos alifáticos, aromáticos y clorados, depende de la cristalinidad, pero a temperaturas elevadas el PEAD es soluble en estos.

APLICACIONES

El polietileno de alta densidad cuenta con un número de aplicaciones, en el sector de envase y empaque se utiliza en bolsas para mercancía, bolsas para basura, botella para leche y yogurt, cajas para transporte de botellas, envases para productos químicos, envases para jardinería, detergentes y limpiadores, frascos para productos cosméticos y capilares, recubrimiento de sobres para correo, en la industria eléctrica se usa como aislante de cable y alambre, para conexiones y cuerpos de bobina.

En el sector automotriz se usa en recipientes para aceite y gasolina, conexiones y tanques para agua, además de tubos y mangueras. En la construcción se puede encontrar en Tuberías de conducción de agua potable y desagües, caños de calefacción, uniones (fittings), baldes, tanques de combustible para calefacción.

POLIPROPILENO (PP)

El polipropileno fue presentado en el mercado, recién en 1957 por la firma Hoechst AG.

El polipropileno se obtiene por polimerización y pertenece al grupo de los termoplásticos semicristalinos.

PROPIEDADES

Las propiedades típicas del polipropileno son:

- Baja densidad
- Alta rigidez, dureza y resistencia
- Resistencia térmica hasta + 100 oc
- Temperatura de fragilidad de los homopolímeros = 0 oc (los copolímeros son más resistentes al impacto)
- Opaco, incoloro
- Las propiedades eléctricas son comparables a las del PP es resistente a los ácidos u álcalis inorgánicos débiles, alcoholes, algunos aceites y lejías.
- El PP no es resistente a los oxidantes fuertes ni a los hidrocarburos halogenados. Se hincha en hidrocarburos alifáticos y aromáticos como la gasolina o el benceno (principalmente a altas temperaturas.
- Solamente con la correspondiente estabilización, el PP es resistente a la radiación UV.

APLICACIONES

- Construcción de máquinas y vehículos
- Ductos de calefacción, aspas de ventiladores, fuelles, carcasas para filtros de aire y carcasas de bombas
- Electrodomésticos
- Piezas internas de lava-ropas y vajillas, piezas de aspiradoras, filmes resistentes a la cocción.

Construcción

- Sistemas de desagüe, tuberías, caños de calefacción por loza radiante, conexiones (fittings)
- Construcción de aparatos
- Reactores, sistemas de tuberías
- Rafia plástica , tejidos-base para alfombras, césped sintético, juguetes, aparatos médicos, tacos para calzados, pistas de esquí
- El polipropileno se ha destacado como el termoplástico de mayor índice de crecimiento en los últimos años.

PROCESO DEL TERMOFORMADO

El termoformado es un proceso en el cual se usa una lámina plana de material termoplástico para darle la forma deseada. El proceso se usa ampliamente en el empaque de productos de consumo para fabricar grandes artículos como tinas de

baño, domos grandes para tragaluces y revestimiento internos para refrigeradores. El termoformado consta de dos pasos principales: calentamiento y formado. ³

El calentamiento se realiza generalmente mediante radiadores eléctricos en uno o ambos lados de la lámina de plástico inicial, a una distancia aproximada de 125 mm. La duración del ciclo de calentamiento necesita ser suficiente para ablandar la lámina, dependiendo del polímero, su espesor y color.

Los métodos de formado pueden clasificarse en tres categorías básicas:

- 1) Termoformado al vacío
- 2) Termoformado a presión
- 3) Termoformado mecánico

Describirnos aquí los métodos para el formado de material laminar; pero en la industria del empaque la mayoría de las operaciones de termoformado se realizan con películas delgadas.

Termoformado al vacío

El método más antiguo es el termoformado al vacío (llamado simplemente formado al vacío en sus inicios, en los años cincuenta) en el cual se usa presión negativa para adherir la lámina precalentada dentro la cavidad del molde. El proceso se explica en la gráfica en su forma más básica. Los agujeros para hacer el vacío en el molde son del orden de 0.8 mm de diámetro, así sus efectos en la superficie del plástico son menores.

Termoformado a presión

Una alternativa del formado al vacío involucra presión positiva para forzar al plástico caliente dentro de la cavidad del molde. Esto se llama termoformado a presión o formado por soplado; su ventaja sobre el formado al vacío radica en que

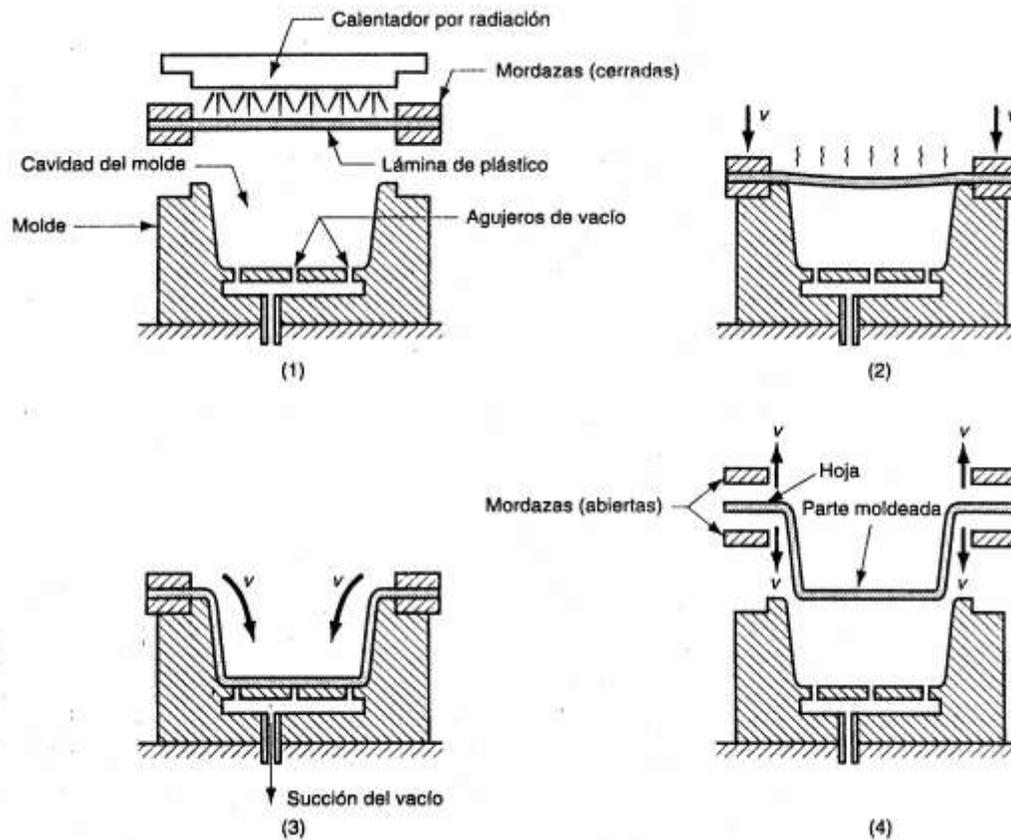
se pueden desarrollar presiones más altas, ya que en el método anterior este parámetro se limita a un máximo teórico de una atmósfera.

Son comunes las presiones de formado de tres a cuatro atmósferas.

La secuencia del proceso es similar a la anterior, la diferencia es que la lámina se presiona desde arriba hacia la cavidad del molde. Los agujeros de ventilación en el molde dejan salir el aire atrapado.

La parte del formado de la secuencia (pasos 2 y 3) se ilustra en la siguiente gráfica 5(5.1- 5.2- 5.3- 5.4)

Gráfica5. Termoformado al vacío.



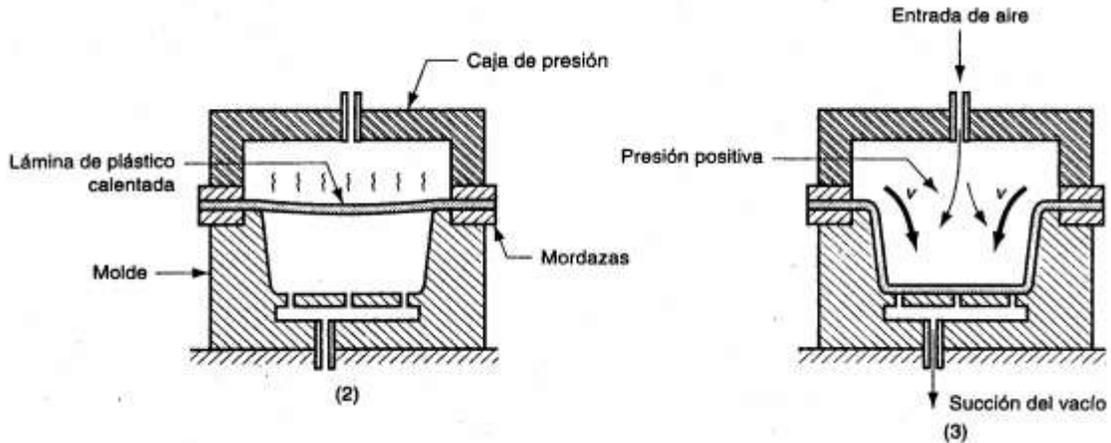
Manual de termoformado Ingeniería Mecánica tecnología mecánica II pág. 2

Termoformado al vacío:

(1) Se suaviza una lámina plana de plástico por calentamiento

- (2) Se coloca sobre la cavidad de un molde cóncavo.
- (3) El vacío atrae la lámina hacia la cavidad.
- (4) El plástico se endurece al contacto con la superficie fría del molde, la parte se retira y luego se recorta de la hoja

Gráfica6. proceso a presión para termoformar

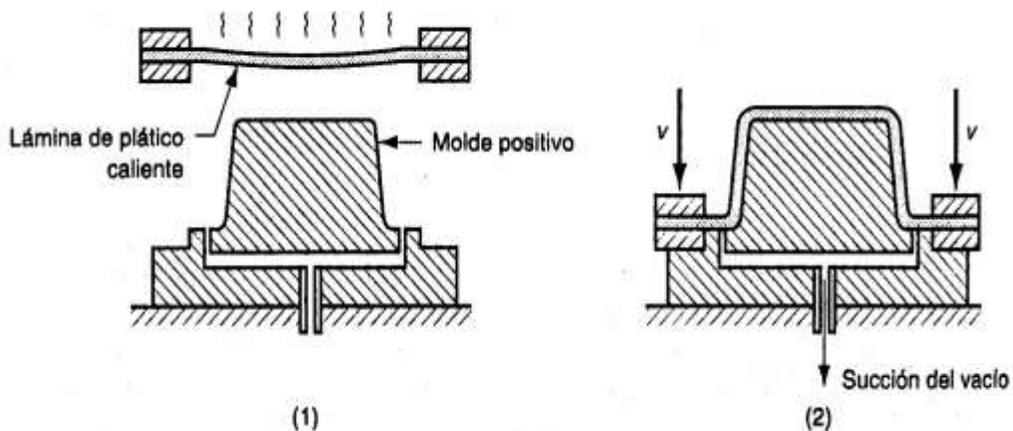


Manual de termoformado Ingeniería Mecánica tecnología mecánica II pág. 3

Termoformado a presión:

La secuencia es similar a la de la gráfica; la diferencia está en 6.2 (2), la lámina se coloca sobre una cavidad M molde y en 6.3 (3) la presión positiva fuerza a la lámina dentro de la cavidad. El molde positivo se muestra en la gráfica 7 (7.1 y 7.2) para el caso de formado al vacío.

Gráfica7. Uso de un molde positivo en termoformado al vacío, (1) la lámina de plástico caliente se coloca sobre el molde positivo y (2) la mordaza descende en posición, cubriendo el molde con la lámina mientras el vacío fuerza a la lámina contra la superficie del molde.



La diferencia entre moldes positivos y negativos puede parecer poco importante ya que las formas de las partes son virtualmente idénticas, como se muestra en los diagramas. Sin embargo, si la parte es embutida dentro de un molde negativo, entonces la superficie exterior tendrá el contorno exacto de la cavidad del molde.

La superficie interna poseerá una aproximación del contorno y un acabado correspondiente al de la lámina u hoja inicial. Al contrario, si la lámina recubre un molde positivo, entonces la superficie interior será idéntica a la del molde convexo y la superficie exterior. Dependiendo de los requerimientos del producto esta distinción puede ser importante.

Otra diferencia es el adelgazamiento de la lámina de plástico, el cual constituye un problema en termoformado que debe tomarse en cuenta. A menos que el contorno del molde sea poco profundo, habrá diferencias significativas si la lámina se estira para ser conformada en el contorno del molde.

Los moldes positivos y negativos producen diferentes modelos de adelgazamiento en una pieza, por ejemplo:

Considérese una tina en el molde positivo, al colocar la lámina sobre la forma convexa, la porción que hace contacto con la superficie superior (correspondiente a la base de la tina) solidifica rápidamente y no experimenta prácticamente ningún estiramiento. Esto da como resultado tina base gruesa, pero un adelgazamiento significativo en las paredes de la tina. Por el contrario, un molde negativo producirá

una distribución más pareja del estiramiento y adelgazamiento de la lámina, antes de que ésta entre en contacto con la superficie fría del molde.

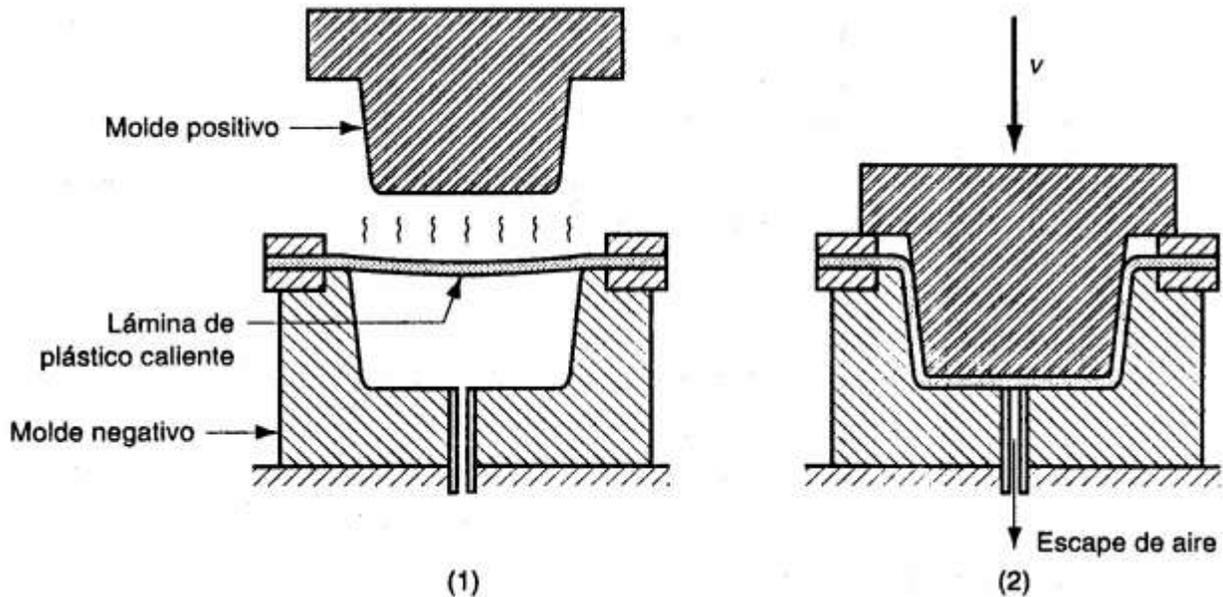
Una manera de mejorar la distribución del adelgazamiento en un molde positivo es estirando previamente la lámina antes de recubrir la forma convexa. Como se muestra en la gráfica 7 la lámina de plástico caliente se estira uniformemente por presión de vacío en una forma esférica antes de ponerla sobre el molde.

El paso descrito en el primer cuadro de la gráfica 8 se puede utilizar como un método para producir partes en forma de globo como domos transparentes o tragaluces.

En el proceso se aplica presión de aire estrechamente controlada para soplar la lámina suave. La presión se mantiene hasta que la forma soplada se haya solidificado.

Gráfico8. Método para producir partes en forma de globo. Estirado previo de la lámina, 8 (8.1 y 8.2) antes de cubrir el molde positivo y aplicar el vacío en (8.2).

Gráfico 9.Termoformado mecánico: (9,1) lámina caliente de plástico se coloca sobre el molde negativo y (9,2) se cierra el molde para conformar la lámina.



Manual de termoformado Ingeniería Mecánica tecnología mecánica II pág. 5

Termoformado mecánico

El tercer método, llamado termoformado mecánico, usa un par de moldes (positivo y negativo) que se aplican contra la lámina u hoja de plástico caliente, forzándola a asumir su forma.

En el método de formado mecánico puro no se usa vacío ni presión de aire. El proceso se ilustra en la gráfica # 9

Sus ventajas son un mejor control dimensional y la posibilidad de detallar la superficie en ambos lados de la pieza.

La desventaja es que se requieren las dos mitades del molde, por tanto, los moldes para los otros dos métodos son menos costosos.

Aplicaciones

El termoformado es un proceso secundario, el proceso primario es el que produce lámina o película.

Solamente se pueden termoformar los termoplásticos ya que las planchas extruidas de polímeros termo fijo o elastómero están encadenadas transversalmente y no pueden ablandarse por recalentamiento.

Los plásticos termoformados comunes son el poliestireno, el acetato de celulosa y el acetato butirato de celulosa, ABS, PVC, el acrílico (polimetil metacrilato), el polietileno y el polipropileno.²

En la industria del empaque se realizan operaciones de producción en masa de termoformados.

Las láminas o películas iniciales se alimentan rápidamente a través de cámaras de calentamiento y luego se forman mecánicamente en la forma deseada.

Con frecuencia, las operaciones se diseñan para producir varias partes en cada golpe de una prensa que usa moldes con punzones y cavidades múltiples

En algunos casos, la máquina de extrusión que produce la lámina o película se localiza inmediatamente antes del proceso de termoformado eliminando así la necesidad de precalentar el plástico.

Para mayor eficiencia, el proceso de llenado de alimentos consumibles en el envase se localiza inmediatamente después del termoformado.

² Manual de termoformado UMSS - FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA Ingeniería Mecánica- tecnología mecánica II

Los artículos empacados en películas delgadas que se producen masivamente por termoformado incluyen empaques de ampolla (blisters) y empaques de película.

Ofrecen formas atractivas para exhibir ciertos productos de consumo como cosméticos, herramientas pequeñas, artículos para baño y sujetadores (uñas, tornillos, etc.).

Las aplicaciones de los termoformados incluyen partes grandes que pueden ser producidas de láminas más gruesas, algunos ejemplos incluyen cubiertas para máquinas de negocios, cascos de bote, casetas para regadera, difusores para luz, anuncios luminosos y señales, tinas y ciertos juguetes.

Hemos mencionado previamente tragaluces contorneados y revestimientos internos para puertas de refrigeradores.

Éstos podrían manufacturarse respectivamente con acrílico (por su transparencia) y ABS (porque es fácil de formar y es resistente a los aceites y grasas que se encuentran en los refrigeradores).

TAMBIEN APLICAMOS EI TERMOFORMADO

Industria del empaque

Desde el inicio del proceso de termoformado, la industria del empaque ha sido la más beneficiada debido a la alta productividad y las bondades que ofrece por costo-beneficio.

Actualmente, la mayor parte de los equipos de empackado (blíster) son de alimentación Automática de alta velocidad. Estos equipos se denominan "forma-llena-sella" y sirven para el empackado de cosméticos, carnes frías, refrescos, dulces, artículos de papelería, etc.

Industria de la comida para llevar

En la creciente industria de la "comida para llevar", existe una gran cantidad de productos termoformados utilizados, que abarca desde contenedores de comida completa (contenedores con divisiones) hasta los empaques para hamburguesas, sándwiches, refrescos, etc.

Generalmente, la industria mencionada requiere una impresión en los paquetes termoformados.

Esta impresión podría realizarse antes o después del termoformado;

Ejemplos de estos productos son charolas, vasos, contenedores de sándwiches, hamburguesas, hot dogs, etc.

Industria del empaque para alimentos

Los supermercados son los grandes usuarios de contenedores termoformados. Los materiales utilizados son termoplásticos de bajo costo. Estos contenedores están diseñados para ser apilados o acomodados en diferentes formas. Ejemplos: contenedores para carne, frutas, huevos, verduras.

Transporte

El transporte público y privado como el camión, tren, metro, avión, automóvil, etc, cuenta dentro de su equipo con numerosas partes de plásticos termoformados; la mayoría de estos son usados para el acabado de interiores o partes externas que no sean estructurales.

Entre otros: asientos, respaldos, descansabrazos, vistas de puertas, mesas de servicio, parabrisas, protectores de instrumentación, guardas, spoilers, etc.

Señalización y anuncios

Son fabricados generalmente en acrílico y pueden ser de una sola pieza y de grandes dimensiones. En estos anuncios o señalizaciones, usualmente se emplea acrílico transparente (cristal) y el color es pintado por el interior con pinturas base acrílica.

El uso del acrílico en exteriores hace que los anuncios sean resistentes a la intemperie y virtualmente libres de mantenimiento, además de soportar condiciones extremas de frío o calor. Como ejemplos de éstos se tienen los anuncios luminosos exteriores, interiores, señalamientos en lugares públicos, oficinas, etc.

Artículos para el hogar

Existe una gran cantidad de artículos para el hogar que tienen partes termoformadas; de hecho, son producciones de alto volumen.

Se encuentran, por ejemplo, en gabinetes, lavadoras, lavaplatos, secadoras de ropa, refrigeradores, ventanillas de aire acondicionado, humidificadores, gabinetes de televisión y radio, etc.

Industria alimenticia

Uno de los más antiguos y mayores consumidores de productos termoformados, es la industria alimenticia.

El uso de charolas y otros accesorios tienen un potencial de consumo mayor puesto que, además de los grandes usuarios como son hospitales, guarderías, escuelas, ferias y otros, se agregan el sector militar y organizaciones de ayuda internacional. Ejemplos: charolas, vasos y platos.

Industria médica

La industria médica requiere de una gran variedad de productos y empaques esterilizados para hospitales, clínicas y consultorios. Las especificaciones de estos productos suelen ser muy estrictas y el uso del reciclado de materiales, es inaceptable.

El uso del acrílico, por ser un material fisiológicamente inocuo, se está incrementando día con día. Ejemplos: equipo quirúrgico, jeringas y agujas, mesas quirúrgicas, gabinetes, incubadoras, sillones dentales y plataformas de ejercicio, etc.

Agricultura y horticultura

La comercialización de plantas de ornato en supermercados y tiendas especializadas ha generado, desde hace tiempo, la necesidad de fabricar macetas y pequeños contenedores, inclusive hasta de múltiples cavidades para la exposición y venta.

Este tipo de contenedores son fabricados con plásticos reciclados y a bajo costo. Como ejemplos se pueden citar: macetas, contenedores de diferentes tamaños de una o varias cavidades, pequeños invernaderos, charolas para crecimiento de semillas, contenedores para siembra, etc.

Construcción y vivienda³

La industria de la construcción ha empleado productos termoformados desde hace varios años, acelerándose rápidamente la popularidad de éstos. Hay una gran cantidad de productos que fácilmente se han sustituido por piezas termoformados;

³ Manual de termoformado Plastiglas México S.A D E C.V.

de hecho, hay productos que no se podrían fabricar de otra forma, como los domos o arcos cañón.

El acrílico en este sector se ve ampliamente utilizado por sus propiedades de resistencia a la intemperie y termoformabilidad.

Ejemplos de estos son: domos, arcos cañón, tinas de hidromasaje, módulos de baño, lavabos, cancelería para baños, mesas, sillas, bases para lámparas, artículos de cocina, relojes, fachadas, escaleras, divisiones, ventanería, acuarios, etc.

Equipaje

Algunas empresas fabricantes de equipaje, están optando por usar el proceso de termoformado puesto que presenta ventajas sobre los productos por inyección, ya que por ser un moldeo libre de esfuerzos, se reducen las posibilidades de fracturas en los equipos de las piezas termoformadas. Ejemplos: maletas de todo tipo, portafolios, etc.

Equipo fotográfico

Uno de los productos más antiguos en el termoformado, son las charolas para revelado, además de los cubos para flash (el reflector metálico) y el magazine para cámaras de piso, aun cuando su producción requiere una técnica de termoformado de precisión.

RESUMEN DE UN PROCESO DE TERMOFORMADO

Proceso de Termoformado

Gráfico 10 Proceso Industrial del Termoformado



Este es un término genérico que engloba varias técnicas de procesamiento por las cuales se obtienen artículos plásticos a partir de láminas planas de distintos polímeros. Estos procesos involucran tres etapas fundamentales:

- Calentamiento de láminas de material polimérico hasta la temperatura de procesamiento.

- Deformación de la lámina hacia la superficie de un molde, a menor temperatura, con la forma deseada.
- La lámina se retira del área deformada, y el exceso de material es removido para obtener la pieza final, cuando la lámina se ha enfriado lo suficiente para mantener la forma del molde.
- El Termoformado requiere que la lámina del material polimérico sea lo suficientemente flexible como para ser moldeada, pero a su vez, debe poseer suficiente estabilidad como para mantener la forma que le es suministrada. Es por esto que la temperatura a la cual se realiza el proceso de formado tiene gran relevancia, esta temperatura oscila entre 120°C – 380°C

La mayoría de las láminas utilizadas en Termoformado son producidas mediante el proceso de extrusión, donde se pueden obtener espesores desde 0,1 mm hasta 50,0 mm. 5

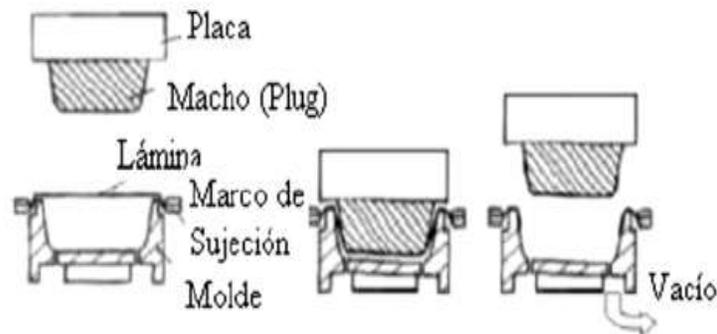
En este proceso, la extrusora calienta, mezcla y, si es necesario, procede a desgasificar el material a ser procesado (granulado o politizado, en polvo, aglomerados o molidos), para luego extruirlo bajo presión a través de un cabezal en forma de ranura. A través de este proceso pueden fabricarse láminas de una o varias capas de material, así como láminas de un material espumado.

Termoformado gozan de gran popularidad debido a su bajo costo, gran área superficial por volumen y extraordinario desempeño bajo un amplio rango de temperaturas. Avances en los materiales y en procesos de producción, así como mejoras sustanciales en las máquinas utilizadas, han permitido que los productores de artículos termoformados conquisten el mercado de empaques para alimentos y productos de consumo humano.

La mayoría de las piezas termoformadas, sobre todo aquellas que poseen cavidades profundas, no pueden ser producidas con las técnicas de formado simple, debido a la marcada distribución desigual de espesores que se obtiene en las paredes. El formado asistido mecánicamente consiste en aplicar presión mediante estructuras sólidas o pistones impulsados mecánicamente a la lámina de material reblandecido antes del formado.

Esto incrementa la cantidad de material que es introducido en la cavidad, y por ende, disminuye considerablemente la variación de espesor en las paredes. Luego la lámina pre deformada es forzada hacia las paredes del molde, con la ayuda de presión de aire desde el lado del pistón, o a través del molde hembra

Gráfica 11. Representación esquemática del proceso de termoformado asistido mecánicamente



Las propiedades finales de la pieza están regidas por una gran cantidad de parámetros de procesamiento, como temperatura de la lámina, presión de aire ejercida y tiempo de vacío. Estos parámetros gobiernan en parte la cantidad de material que es arrastrado hacia la base de la pieza.

El espesor de las paredes, en cambio, está regido por la profundidad que el pistón alcanza antes de que sea aplicada la presión de formado.

Al disminuir el recorrido del pistón en el molde (disminuyendo la velocidad o la altura del pistón), se aumenta la cantidad de material en las paredes, una vez que se aplica la presión de formado, una menor cantidad de material alcanza la base del molde debido a la mayor distancia entre la lámina la base del molde, que con las paredes.

Este aumento en el espesor de las paredes, cuando se disminuye la velocidad de penetración del asistente o pistón ayudante, es producto de la respuesta visco elástica del material polimérico. Debido a la complejidad del comportamiento reológico de un polímero reblandecido, es difícil comprender la influencia de cada propiedad.

Aun cuando la viscosidad es la propiedad reológica más importante en una lámina reblandecida, el componente elástico es bastante alto y no puede despreciarse, así como tampoco el grado de endurecimiento debido a la deformación, Además en el formado asistido dentro de la ventana de procesamiento del material, es probable que se produzca adhesión de la lámina al asistente para cualquier condición experimental, por lo que la resistencia en el fundido pasa a jugar un papel más importante a la hora de determinar la distribución de espesores.

La resistencia en fundido ha sido reconocida como parámetro de procesamiento importante en operaciones en las cuales estén involucrados estiramientos o tensiones en una de las fases del proceso, como es el caso del Termoformado. Materiales con baja en fundido y ventanas de procesamiento estrechas, como es el caso del PP, son más difíciles de procesar por Termoformado.

PRINCIPALES USOS DEL TERMOFORMADO

Gráfico 12 Área Industrial

El proceso de Termoformado se encuentra las siguientes áreas de la industria:



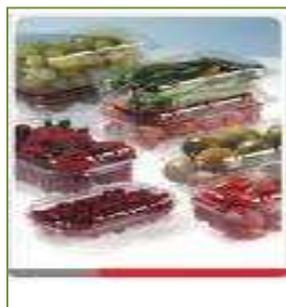
EMPAQUES: También conocido como BLISTER, ésta área es la que tiene mayores volúmenes de producción, y se utiliza para el empackado de alimentos, autopartes.

Gráfico 13 Área Empaques



ALIMENTICIA: El Termoformado se utiliza para la fabricación de platos y vasos desechables (no de Unicef) así como para los empaques de materiales médicos, ampollas, cápsulas, pastillas, verduras, huevo, frutas, carnes frías, etc.

Gráfico 14. Área Alimenticia



AUTOMOTRÍZ: En esta área de la industria encontramos piezas internas fabricadas por Termoformado para automóviles o externas que no sean estructurales.

Gráfico 15. Área Automotriz



PUBLICIDAD: Su uso puede ser para señalización y material punto de venta, para piezas con impresión y que generalmente van ensambladas con otros materiales como por ejemplo estructuras de alambroón.

LINEA BLANCA Y ELECTRÓNICOS: Actualmente se utiliza el Termoformado para recubrimiento de refrigeradores, lavaplatos, para gabinetes de televisión, radio, ventiladores, etc.

MEDICA: Generalmente para charolas o empaque, contando con regulaciones estrictas de producción, como por ejemplo, el no uso de materiales reciclados.

Gráfico 16. Área Medica



⁴ www.Termoformad

2.1.1 Antecedentes históricos

Desde principios del siglo XX se han conocido algunas técnicas del formado de láminas, con materiales como el metal, vidrio y fibras naturales.⁵

Los verdaderos principios del termoformado se dieron con el desarrollo de los materiales termoplásticos, lo cual fue durante la segunda Guerra Mundial.

Los años de postguerra trajeron los grandes volúmenes de comercialización y el rápido desarrollo de equipos y maquinaria capaces de adaptarse a los métodos modernos de manufactura, para producir productos más útiles y más rentables.

Durante los años cincuenta, los volúmenes de producción de materiales termoplásticos y los productos hechos con ellos alcanzaron cifras impresionantes.

La década de los 60's fue una era que cimentó las bases del futuro desarrollando la industria del termoformado, en los 70's, los grandes consumidores y la competencia entre productos, demandaron máquinas de alta velocidad y productividad.

Los productores de equipo lograron cubrir tales necesidades con máquinas capaces de producir cerca de cien mil contenedores individuales termoformados por hora.

También hubo necesidad de sofisticar los controles, desde la década de los 80's hasta la fecha, los termoformadores han ganado tal confianza en su proceso, que han ido mas allá de sus expectativas y han establecido líneas continuas capaces de producir artículos terminados termoformados a partir ya no de lámina, sino del pellet de resina; además de reciclar su desperdicio con un mínimo de control.

⁵ Manual de Termoformado Ciencias y Tecnología de Ingeniería Mecánica II

Los equipos se han computarizado y hoy permiten un auto-monitoreo y funciones de diagnóstico.

Actualmente, los equipos muy complicados no requieren más de una persona para su manejo y control gracias a los avances de la electrónica.

Por lo anterior, se cree que el mercado de trabajo de la industria del termoformado experimentará una escasez de personal técnico entrenado y experimentado, ya que los conocimientos tradicionales ya no serían suficientes; por lo tanto, conferencias, seminarios, cursos, etc., servirían para incrementar el conocimiento general del termoformado, y darían mayor madurez a ésta bien cimentada industria.

2.1.2 Antecedentes referenciales

En estudios realizados se recomienda crear grandes campañas dentro de las instituciones públicas y privadas como se ha venido dando dentro de la UNEMI, pero además también crear equipos que incentiven a los estudiantes a la reutilización de los mismo es por eso que estos dos factores son los objetos principales para dar paso a la cadena de reciclaje .⁶Otro punto a favor de este tipo de programas son las implicaciones ambientales, que son un campo creciente y los estándares tales como el ISO 14000, deben tener un gran impacto en las operaciones logísticas tradicionales.

Dado el incremento en el consumo actual de plásticos, especialmente para botellas para bebidas de consumo humano (refrescos, agua, leche, etc.), ha sido necesario asignar tiempo y recursos para el desarrollo de procesos que aseguren que el reciclaje de plástico sea una actividad económicamente redituable, para que, de esta manera, ayude a disminuir la cantidad de botellas que llegan a los tiraderos de

⁶ Departamento de investigación de la Universidad Estatal de Milagro vocero(Ms. Raúl Minchala).

basura. Estas tecnologías se están desarrollando a nivel mundial y nacional como respuesta a la presión social que existe en las comunidades de re-utilizar estos materiales, en lugar de tirarlos como si fueran basura, y esto, no sólo en los espacios autorizados, sino en calles, parques y sitios públicos.

En comparación con los estudios que se han dado anteriormente y actualmente se denota la mejora en la importancia de aplicar metodologías variadas con el único fin de mejorar la gestión de todos los residuos generados en el país estimulando a las distintas administraciones y agentes involucrados hacia el logro de objetivos ecológicos ambicioso.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Glosario de términos más utilizados del proyecto de referencia.

Adaptabilidad: La adaptabilidad se asocia generalmente a la [flexibilidad](#), aunque no siempre un material flexible es un material adaptable ⁷

Campaña: es una planificación previa al lanzar una propaganda publicitaria de un tema determinado.

Cae: Diseño Asistido por el Ordenador.

Competividad: Serie de elementos que definen la superioridad de una persona, compañía, grupo o comunidad respecto a sus rivales, que le son propios y que conforman barreras o bloqueos y ventajas.

Copolimerización: Es un proceso químico por el cual los reactivos monómeros (compuesto de bajo peso molecular) se agrupan químicamente.

⁷ www.wordreference.com/definición

Ecosistema: Un ecosistema es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico en donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat.

Elemento: Parte de un todo. La mínima unidad que conserva un significado específico dentro de un lenguaje documental.

Elastoplástico: es el problema físico-matemático de encontrar los desplazamientos y las tensiones en un [sólido deformable elasto-plástico](#), partiendo de la forma original del sólido, de las fuerzas actuantes sobre el mismo, los desplazamientos impuestos de algunos puntos de la superficie del sólido y las [ecuaciones constitutivas](#) del material del que está hecho el sólido.

Equipo: es un conjunto de componentes que ayudan a prestar un servicio al mismo.

Extrucción: este ciclo es el que realiza el plástico algún material similar para ser demolido o picado.

Foamy: El Etileno Vinil Acetato o EVA o Goma EVA (uno de los varios nombres comerciales), es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno y acetato de vinilo. Se designa como EVA (por sus siglas en inglés, Ethylene Vinyl Acetate). También es conocido por su nombre comercial en inglés, Foamy ("espumoso"), que es el nombre utilizado en más de 30 países.

Homopolímeros: son aquellos en la que la estructura base A y la secundaria B son los mismo.

Mercado: en [economía](#), es cualquier conjunto de transacciones o acuerdos de negocios entre compradores y vendedores. En contraposición con una simple venta, el mercado implica el comercio formal y regulado, donde existe cierta [competencia](#) entre los participantes.

Medio Ambiente: Se entiende por medio ambiente todo lo que afecta a un ser vivo y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las [personas](#) o la [sociedad](#) en su vida. Comprende el conjunto de valores [naturales](#), sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.

Planificación: Acción orientada a la determinación de objetivos, estrategias propiedades tiempo disponible para la consecución de determinada tarea de forma satisfactoria.

PP (Polipropileno): El polipropileno (PP) es el [polímero termoplástico](#), parcialmente [cristalino](#), que se obtiene de la polimerización del [propileno](#) (o propeno). Pertenece al grupo de las [poliolefinas](#) y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes.

Presupuesto: Informe entregado en unidades unitarias sobre planes de acción de la empresa para el futuro.⁸

Proceso: es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado.

⁸ www.wikipedia.com.org

PVC: El Policloruro de vinilo o PVC (del inglés polyvinyl chloride) es un polímero termoplástico

Reciclaje: es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una [materia prima](#) o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el [ciclo de vida](#) y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos.

Reutilización: Es la acción de volver a utilizar los bienes o productos. La utilidad puede venir para el usuario mediante una acción de mejora o restauración, o sin modificar el producto si es útil para un nuevo usuario.

Termo Mecánica: El proceso termo mecánico es una mejora introducida sobre el proceso de refinado mecánico, que consisten en la instalación en la línea de entrada de una unidad de vaporizado (la disposición del equipo).

Termoformado: El proceso del termoformado consiste en calentar una hoja de plástico termo formable hasta que pase de ser rígida a ser lo bastante blanda como para que al ponerla sobre un molde adopte la forma del mismo, posteriormente se le aplica un vacío para que se copien todos los detalles y se deja enfriar de nuevo. Al enfriarse recobra su rigidez y conserva la forma que se le ha dado.

Visco Plástica: Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. La velocidad con la que el fluido sale por el orificio es una medida de su viscosidad.

2.3.1 Hipótesis General

La construcción de esta máquina de termoformado garantizará una mejor comprensión de las teorías aprendidas, que son impartidas a nuestros compañeros de cursos inferiores de la carrera de Ingeniería Industrial, dando así una iniciativa para que los estudiantes puedan considerar esta clase de equipos como futuros proyectos de ingeniería.

Variables Independientes

- ✓ Promover el correcto reciclaje.
- ✓ Equipo didáctico de aplicación termodinámica.
- ✓ Máquina de aplicación práctica.
- ✓ Aplicación de conocimientos.

Variables Dependientes

- ✓ Involucramiento de los estudiantes de Ingeniería Industrial con el desarrollo de equipos innovadores.
- ✓ Comprensión de las teorías aprendidas por los estudiantes en las aulas de la facultad de Ciencias de la Ingeniería Industrial.
- ✓ Concientizar de la importancia del reciclaje y sus beneficios dentro de la Unemi.
- ✓ Inducir a los estudiantes a considerar este equipo para futuros proyectos de Ingeniería.

- ✓ Educar para la constante lucha de evitar la contaminación ambiental.

2.3.2 Hipótesis Particulares

- Al no tener conciencia de lo que significa el reciclaje en nuestro entorno, seguimos creando esta mala costumbre como parte de nuestra vida diaria contribuyendo a la constante contaminación del medio ambiente limitándonos de los beneficios que proporcionar el reciclar como son:
 - Reduce la cantidad de basura (cerca del 90 % de lo que ingresa a los hogares sale como desecho).¹⁰
 - Ahorra energía (la necesaria para producir una lata de aluminio reciclado a partir de latas es solo es 5 % de la energía empleada para extraer y procesar el metal de la mina).
 - Ahorra recursos naturales (Casi la mitad del [hierro](#) que se utiliza en la fabricación mundial de [acero](#) se obtiene de la chatarra. Por esa vía se logra el [ahorro](#) del 75 % del agua que se hubiera usado para obtener el mineral de la mina).
 - Nos hace ahorrar dinero (En general el material reciclado es más económico)
 - Genera nuevos empleos (Según una [encuesta](#) realizada a principios de año y comparada a mediados del mismo dentro de nuestro país nos revela que por cada millón de toneladas de desechos que se recicle se crean 2000 nuevos puestos de trabajo).

Protege el medio ambiente:⁹

- Evita la formación de nuevos basureros
 - Colabora con la recuperación de los [suelos](#) (en forma de abono)
 - Elimina la generación de contaminantes del aire (gases y malos olores)
 - Impide la proliferación de plagas y roedores
 - Ayuda a preservar los bosques
 - Protege las aguas superficiales y las subterráneas
-
- El sitio adecuado para la ubicación de la máquina Termoformadora será un lugar con buena iluminación y ventilación para un óptimo desenvolvimiento del equipo con el fin de presentar sus servicios a la comunidad estudiantil y sus sectores aledaños de la mejor manera posible.
 - El proceso de este equipo implantara un interés en los estudiantes con el propósito fundamental de que elaboren equipos distintos e innovadores que presten servicios a la comunidad y además sirvan como el principio de una microempresa propia.
 - Las principales características de nuestra máquina serán:
 - Un diseño práctico y sencillo con, un sistema de operación fácil y eficiente.

2.3.3 Declaración de Variables

⁹ Comisión Técnico. Plastivida Manual de Valorización de los Residuo

En este estudio nos encontramos con 2 tipos de variables importantes tales como:

Variables independientes:

Temperatura

Tiempo

Espesor de lámina

Tipo de plástico

Dimensión de la lámina

Tipo de molde

Variables Dependientes:

Acabado superficial

Producción

Desperdicio de material

2.3.4 Operacionalización de las Variables

Tabla4. Descripción de operación de variables

VARIABLES	INDICADORES
(VI) Temperatura	180° - 350°
(VI) Tiempo	10 seg – 60 seg
(VI) Espesor de la lamina	C (calibre)
(VI) Dimensión de la lamina	Mm
(VI) Tipo de molde	Varios (según la demanda del cliente)
(VD) Acabado superficial	Si el molde esta bien pulido el acabado será muy liso
(VD) Producción	Según la dimensión de la lamina y el tipo de molde habrá mayor producción
(VD) Desperdicio de material	Según el tipo del molde que se utilice grande o pequeño será la cantidad del desperdicio

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y SU PERSPECTIVA GENERAL

Esta investigación corresponde a un proyecto factible, porque se caracteriza en la elaboración de una propuesta para solucionar un problema. Esta propuesta se basa en técnicas de Ingeniería tales como el diseño, construcción y funcionamiento de una máquina termoformadora.

Se ha definido para nuestra investigación que la misma sea de tipo proyectiva también conocida como plan factible que en este caso consiste en la elaboración de un modelo de una máquina de termoformado para solucionar alguna insuficiencia determinada. Se define como investigación proyectiva a todas aquellas investigaciones que conducen a inventos, programas, diseños o creaciones dirigidas a cubrir una determinada necesidad.

3.2 LA MUESTRA

3.2.1 Características de la máquina

Las características principales de este equipo son las siguientes:

- Es una máquina práctica y sencilla tanto en sus dimensiones como en su operación.
- La misma puede trabajar con diferentes materiales tales como el Foamy, PVC y plásticos como el PP (polipropileno) por sus propiedades termoplásticas.
- Su mantenimiento es fácil, práctico, y no demanda de muchos gastos.

3.2.2 Proceso de selección

La muestra se llevó a cabo, mediante la utilización de materiales de distintos espesores, y propiedades termoplásticas, pero en la misma hubo una elección de material específico ya que todos estos elementos, no tienen la misma capacidad de ser termoformados por el proceso de succión por bomba de vacío es por esa razón que seleccionamos los siguientes:

- Foamy
- Pvc transparente
- Pvc Sintra

3.3 LOS MÉTODOS Y LAS TÉCNICAS

La técnica que fue aplicada en este caso es la elaboración de tablas de datos por medio de pruebas basadas en: tiempo, temperatura, espesores y tipo de material a continuación presentamos los resultados obtenidos:

MATERIAL: FOAMY

ESPESOR: 3mm

Gráfico 17 Descripción del material Foamy sometido a prueba



Tabla 5. Representación de la prueba sometida a variables en tiempo y temperaturas

NÚMERO DE PRUEBAS	TIEMPOS (SEGUNDOS)	TEMPERATURAS (°C)
1	50	100
2	30	150
3	20	200
4	15	250
5	10	300
Total de la Media	25	200

MATERIAL: PVC SINTRA

ESPESOR: 3.5mm

Gráfico 18 Descripción de prueba del material Pvc.



Tabla 6. Representación de la prueba sometida a variables en tiempo y temperaturas

NÚMERO DE PRUEBAS	TIEMPOS (SEGUNDOS)	TEMPERATURAS (°C)
1	48	200
2	28	250
3	14	300
Total de la Media	30	250

MATERIAL: PVC TRANSPARENTE

ESPESOR: 0.25mm

Gráfico 18 Descripción de prueba del material Pvc.



Tabla 7.

Representación de la prueba sometida a variables en tiempo y temperaturas

NÚMERO DE PRUEBAS	TIEMPOS (SEGUNDOS)	TEMPERATURAS (°C)
1	20	150
2	15	200
3	10	250
Total de la Media	15	200

3.4 EL TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LA INFORMACION

La sistemática que utilizamos para realizar este proceso la describimos a continuación:

- Primero seleccionamos el tipo de material adecuado con su respectivo espesor.
- Procedemos determinar tiempos y temperaturas adecuadas para el análisis de cada material.
- Una vez recopilados todos los datos necesarios, realizamos el proceso de cálculo de la media, la derivación estándar y la tolerancia.
- Aplicando las siguientes formulas tenemos:

Tabla 8. Representación de la prueba sometida a variables en tiempo y temperaturas

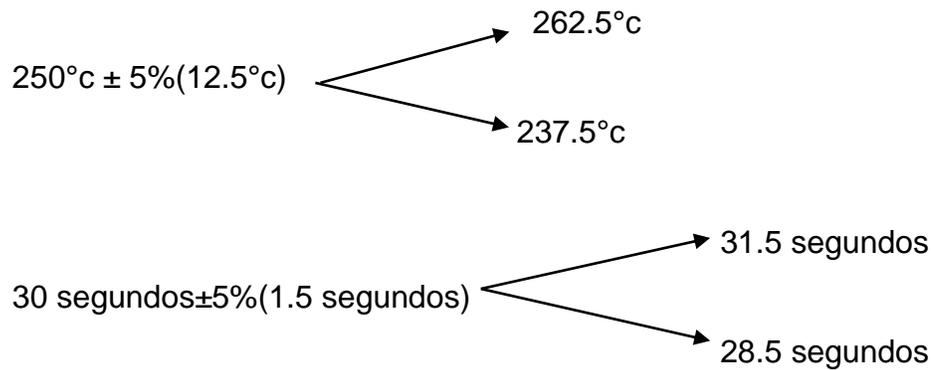
NUMERO DE PRUEBA	TEMPERATURA (T)	TIEMPO (t)	TOLERANCIA (TL)
1	T	T	5%
2	T	T	5%
3	T	T	5%
4	T	T	5%
5	T	T	5%
Σ	T TOTAL	t TOTAL	5%

- **PVC SINTRA :** **Espeso = 3.5mm**

T TOTAL= 250°C

t TOTAL= 30 SEGUNDOS

TL= ± 5%

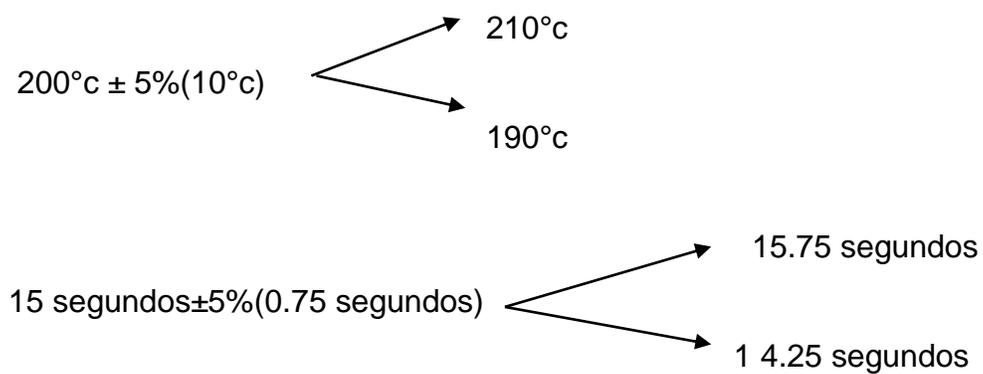


- PVC TRANSPARENTE:** **Espesor = 0.25mm**

T TOTAL= 200°C

t TOTAL= 15 SEGUNDOS

TL= ± 5%



4.2 RESULTADOS

Después de aplicar las formulas necesarias y establecidas obtuvimos los siguientes resultados de las pruebas ejecutadas anteriormente:

Tabla9. Resultados obtenidos de prueba

Material	Espesor	Intervalo de Temperatura	Intervalo de Tiempo
Foamy	3mm	190°C- 210°C	23.75seg - 26.25seg

Tabla10. Resultados obtenidos de prueba

Material	Espesor	Intervalo de Temperatura	Intervalo de Tiempo
PVC TRANSPARENTE 310 MICRAS	0.25mm	190°C – 210°C	14,25seg – 15.75seg

Tabla 11. Resultados obtenidos de prueba

Material	Espesor	Intervalo de Temperatura	Intervalo de Tiempo
PVC SINTRA	3.5mm	237.5°C°-262.5°C	28.5seg - 31.5seg

Hemos comprobado que para obtener un termoformado de buena calidad, los tiempos y las temperaturas exactas son las anteriormente expuestas. Concluimos

que cada prueba realizada nos ayudó a poder analizar de una manera más factible el costo de material, el tiempo y temperaturas, evitando el desperdicio del mismo.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Respectivamente a los resultados obtenidos y analizados para determinar qué tipos de materiales son los más adecuados para nuestra máquina de termoformado hemos tomado en consideración lo siguiente:

- ➔ Temperatura

- ➔ Tiempo

- ➔ Espesor de lámina

- ➔ Tipo de plástico

- ➔ Dimensión de la lámina

- ➔ Tipo de molde

- ➔ Acabado superficial

- ➔ Producción

- ➔ Desperdicio de material

CAPÍTULO V PROPUESTA

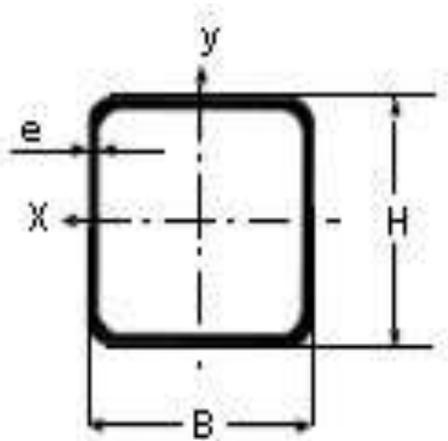
5.1 TEMA

Diseño Y Construcción de Una Maquina de Termoformado.

5.1.1 Tubos estructurales cuadrados

Las estructuras son el elemento básico de toda construcción y su función es recibir y transmitir su peso y las fuerzas exteriores. La transmisión de dichos esfuerzos se logra mediante la transformación en esfuerzos internos y su distribución a lo largo de las piezas estructurales.¹⁰

Gráfico20. Tubo cuadrado y sus características.



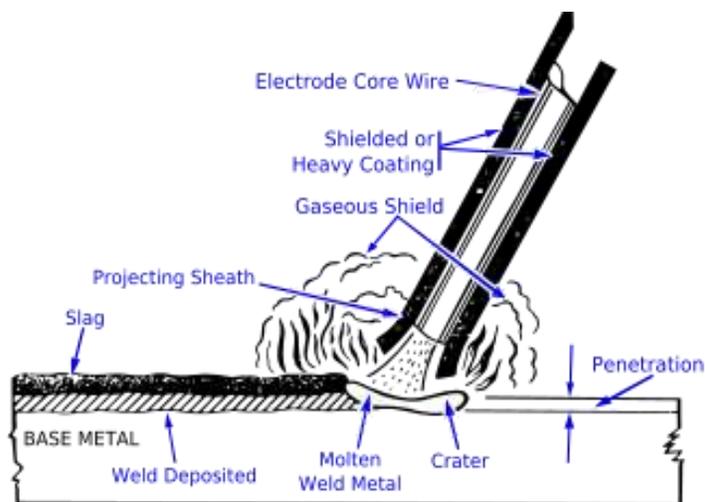
¹⁰es.wikipedia.org/wiki/Soldadura

- Por su forma cerrada y bajo peso presentan un mejor comportamiento a esfuerzos de torsión y resistencia a la ondulación.
- Su método de manufactura esta tan controlada y mecanizada, que sus propiedades físicas son casi invariables; además, sus elementos (como carbono, hierro, etc.) se combinan con gran exactitud científica, según formulas perfeccionadas después de ensayos completos.
- Facilidad de montaje, permite la realización de uniones simples por soldadura.
- Bajo costo.
- Es muy resistente a esfuerzos de toda clase, como tracción, compresión, cortante, torsión, curvas, temperaturas variables etc.

El tipo de soldadura que utilizamos en este caso es la soldadura por arco eléctrico.

5.1.2 Soldadura por arco eléctrico.

Gráfico 21. Proceso de soldadura de arco eléctrico



Es el proceso en el que su energía se obtiene por medio del calor producido por un arco eléctrico que se forma en el espacio o entrehierro comprendido entre la pieza a soldar y una varilla que sirve como electrodo por lo general el arco eléctrico también provee el material de aporte, el que con el arco eléctrico se funde, depositándose entre las piezas a unir.

Reglas de Seguridad

Observe usted todas las precauciones para seguridad. He aquí las reglas básicas:

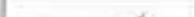
- Compruebe que el área de soldar tenga un piso de [cemento](#) o de mampostería.
- Guarde todo material combustible a una distancia prudente.
- No use guantes ni otra ropa que contenga [aceite](#) o grasa.
- Esté [seguro](#) que todo alambrado eléctrico esté instalado y mantenido correctamente. No sobrecargue los cables de soldar.
- Siempre compruebe que su máquina está correctamente conectada a [la tierra](#). Nunca trabaje en un área húmeda.
- Apague la máquina soldadora antes de hacer reparaciones o ajustes, para evitar choques.
- Siga las reglas del fabricante sobre operación de interruptores y para hacer otros ajustes.
- Proteja a otros con una pantalla y a usted mismo con un escudo protector. Las chispas volantes representan un peligro para sus ojos. Los rayos del arco también pueden causar quemaduras dolorosas.
- Siempre procure tener equipo extinguidor de fuego al fácil alcance en todo momento.
- Para Limpiar el Material por Soldar, limpie toda herrumbre, escamas, [pintura](#), o polvo de las juntas del metal por soldar. Asegúrese también que los metales estén libres de aceite.

POSICIONES PARA SOLDAR

La soldadura por arco puede hacerse en cualquiera de las cuatro siguientes posiciones:

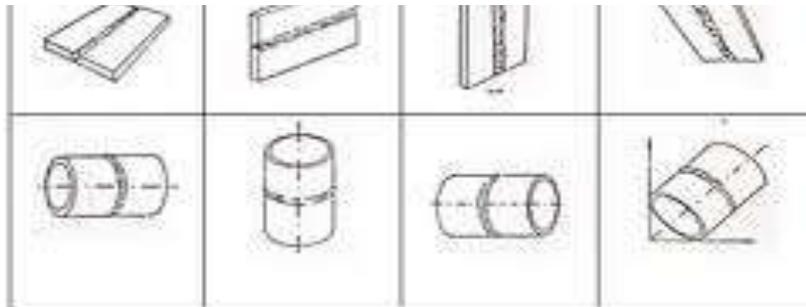
1. Horizontal
2. Plano
3. Vertical
4. Sobrecabeza

Gráfico 22. Posiciones para soldar

PLANO	HORIZONTAL	VERTICAL	SOBRECABEZA
			

11 www.cientificosaficionados.com/libros/solinox1.pdf

12 www.syhrep.com/manual_catalogo_oerlikon.pdf



La posición plana generalmente es más fácil y rápida, además de proporcionar mayor penetración.

La temperatura que se genera en este proceso es superior a los 5500°C. La corriente que se emplea en este sistema puede ser continua o alterna, utilizándose en los mejores trabajos la del tipo continua, debido a que la energía es más constante, con lo que se puede generar un arco más estable. La corriente alterna permite efectuar operaciones de soldadura con el objeto de

trabajo en posición horizontal y preferentemente en materiales ferrosos, mientras que la corriente continua no presenta limitaciones de posición y material.

El diseño de junta seleccionada debe producir una soldadura de resistencia apropiada y desempeño en servicio, manteniendo bajos los costos.

Las soldaduras a tope deberán ser con penetración completa, para servicio en atmosferas corrosivas.

Los filetes de soldadura no necesitan tener penetración completa siempre que se suelden ambos lados y las puntas para evitar espacios vacíos que puedan juntar líquido y permitir la corrosión por rendijas. La conexión de secciones de tubería mediante filetes de soldadura deja una rendija y microbiología, y debe ser prohibida en toda construcción.

5.1.3 Fibra de vidrio.

Gráfico23.fibra de vidrio en rollo



La fibra de vidrio (del inglés fiberglass) es un [material](#) fibroso obtenido al hacer fluir [vidrio](#) fundido a través de una pieza de agujeros muy finos ([espinerette](#)) y al solidificarse tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra. Sus principales propiedades son: buen aislamiento térmico, inerte ante ácidos, soporta altas temperaturas. Existen varios tipos de fibra. Se clasifican, según el tipo de vidrio y según la disposición espacial. Dentro de los tipos de

vidrio, están las A, D, E, entre otras. Según la disposición espacial, están los roving, mats, velos.¹¹

Cartón prensado.

Gráfico24.Cartón Prensado



El cartón es un material formado por varias capas de [papel](#) superpuestas, a base de [fibra virgen](#) o de [papel reciclado](#). El cartón es más grueso, duro y [resistente](#) que el papel. Algunos tipos de cartón son usados para fabricar [embalajes](#) y [envases](#), básicamente [cajas](#) de diversos tipos.

La capa superior puede recibir un acabado diferente, llamado «estuco» que le confiere mayor vistosidad.

Termostato

Gráfico25 Termostato



¹¹ www.aiu.edu/publications/student

Es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un [circuito eléctrico](#) en función de la [temperatura](#). Su versión más simple consiste en una [lámina bimetálica](#) como la que utilizan los equipos de [aire acondicionado](#) para apagar o encender el [compresor](#). Otro ejemplo lo podemos encontrar en los [motores de combustión interna](#), donde controlan el [flujo](#) del [líquido refrigerante](#) que regresa al [radiador](#) dependiendo de la temperatura del motor.

Resistencia de calentamiento

Gráfico26 Resistencia de 2000 w



En alambres o varillas gruesos esta disposición es muy conveniente para conseguir una elevada potencia específica en kW. Se emplean varillas de 5 a 8 mm de diámetro, soportadas por ganchos metálicos de acero refractario o cerámico de silimanita

5.1.4 Proceso de Construcción de la Máquina Termoformadora.

Gráfico27 Tubo cuadrado de 1 ½"



PRIMER PASO

Diseñamos las partes de la máquina y luego se unió para ver el resultado final, terminado el diseño procedemos a analizar detalladamente con las respectivas dimensiones que se les dio a cada pieza de este equipo, para así tomar la decisión exacta. 13

Iniciamos construcción utilizando una estructura metálica con tubo cuadrado, con las siguientes dimensiones:

- Tubo cuadrado de 1"1/2.
- Dimensiones 31cm y 41cm para la creación del horno.

Grafico28 Construcción de las partes laterales



Ensamblaje de la estructura lateral y frontal



Grafico29



xc

Podemos observar en el gráfico que una vez cortados los tubos cuadrados procedemos a soldarlos con electrodos 6011 dando de esta manera forman la estructura mecánica de los extremos de la máquina.¹

Grafico30 Soporte del molde



En estas figuras se observa la fabricación de una de las etapas del costado, la cual está hecha de madera y cuya dimensión es de 29cm X 26cm.

Grafico31 Soporte de la lámina a termoformar

La imagen nos muestra la base que sostiene el material a termoformar que se realizó utilizando dos marcos de tubo cuadrado de $\frac{3}{4}$ de pulgada cuyas dimensiones son de 36cm x 26cm los cuales están unidos por dos bisagras metálicas.



Grafico32 Unión de estructura lateral, frontal y soporte de lámina



Una vez soldadas las estructuras procedemos a ensamblar las partes de los extremos con la parte delantera cuya dimensión es de 43cm x 30cm.

Grafico33 Soporte de aluminio para el molde



Este elemento de la máquina es el soporte del molde el cual está hecho de aluminio y sus dimensiones son de 31 x 21 cm.

Grafico34 Ensamblaje de resistencia de calentamiento



Esta es la resistencia de calentamiento la cual es controlada por un termostato que puede variar la temperatura desde 0°C hasta 350°C.

Colocación de la fibra de vidrio en el interior del horno para aislar la temperatura de trabajo de la resistencia de calentamiento y así evitar algún tipo de quemadura a la persona que está manipulando la máquina

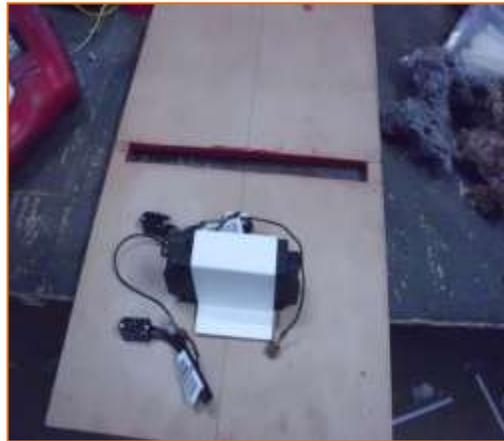
Gráfico35. Colocación de la fibra de vidrio



Instalación del sistema eléctrico el cual consta de un breque de 30A para el encendido y a su vez la protección del equipo si es que este llega a estar sometido a una elevación de corriente y dos swiches para el control de encendido de la bomba de vacío y el ventilador respectivamente seguido también de la conexión de

un termostato que ayudara a controlar la temperatura de la resistencia de calentamiento

Gráfico36. Distribución y ubicación del sistema eléctrico



Gráfica37. Síntesis de la construcción del equipo



5.2 FUNDAMENTACIÓN

El estudio de factibilidad de cierta manera es un proceso de aproximaciones sucesivas, donde se define el problema para resolver.

Para ello se realiza una variedad de estudios entre ellos los principales: estudios económicos, financieros.

El proceso del termoformado viene de la mano con el de reciclaje ya que este parte desde la utilización de láminas de plástico realizadas mediante un proceso de laminación con el plástico reciclado.

La construcción de esta máquina de termoformado busca incentivar objetivos e ideales en los estudiantes, adaptándolos de esta manera a una nueva etapa de diseño y construcción de productos innovadores.

5.3 JUSTIFICACIÓN

Se ha concluido que creando una maquina termoformadora nos ayudará a impulsar las destrezas de diseño, creación y de construcción de los estudiantes de nuestra institución, también dando paso a todo el alumnado en general para que tengan el conocimiento amplio del termoformado con lo que respecta a sus propiedades, beneficios y además que es un campo muy extenso dentro de la industria ya que abarca diversidad de áreas como por ejemplo:

La automotriz, publicidad, médica, alimenticia, empaques (blíster), señalización, anuncios, construcción, vivienda, etc. Tomando en cuenta la importancia del plástico y sus beneficios en la actualidad.

5.4 OBJETIVOS

5.4.1. Objetivo General de la propuesta

Mediante el diseño y la construcción de una máquina de Termoformado impulsar a los estudiantes a la creación de equipos que ayuden a la fabricación de productos innovadores a partir de la utilización de desechos reciclados.

5.4.2. Objetivos Específicos de la propuesta

1. Diseñar los planos de este Equipo.
2. Diseñar los moldes para la máquina de termoformado.
3. Construir la Maquina de Termoformado.

5.5. UBICACIÓN

Hemos deducido que la ubicación más adecuada para nuestro equipo tiene que ser una habitación que posea las siguientes características:

- Su longitud debe ser de 4m, su ancho de 4m y su altura de 3m.
- Las instalaciones eléctricas deben proporcionar tomas de 110v porque nuestro maquina trabaja con este voltaje.
- Tiene que contar con buena iluminación ya que de esto depende que el operador tenga una buena visibilidad al obtener el producto final y también debe poseer una buena ventilación por el calor que emana la resistencia de calentamiento de dicho equipo.

- Por seguridad, las instalaciones físicas deben poseer un extintor TIPO A de 10 libras (agua pulverizada), debido a que las características que nos ofrece este extintor son las más adecuadas por el tipo de materiales que se van a manipular y almacenar en el taller.

5.6 FACTIBILIDAD

La factibilidad consiste en la aplicación de estrategias para determinar si el proyecto puede ser exitoso en el futuro.

5.6.1 ESTUDIO LEGAL

Los requisitos principales que se requieren para la creación de una microempresa de termoformado se lo describen a continuación:

- Obtención del RUC
- Permiso del cuerpo de Bomberos
- Permiso de funcionamiento del Municipio
- Permiso de Sanidad (Ministerio de Salud Pública)

Para el funcionamiento legal de una empresa establecida por el estado se debe adquirir el RUC en el servicio de rentas internas (SRI) con el propósito de elaborar facturas autorizadas, notas de ventas u otras.

Para realizar este trámite se necesitan los siguientes requisitos:

1. Llenar un formulario 01-A y 01-B (resolución 0070), copia de cedula original y representante legal.
2. Original y copia del REGISTRO OFICIAL donde se encuentre publicada la creación de la entidad o institución pública, decreto ordenanza o resolución que apruebe la creación de dicha entidad.

3. Copia de papel de votación del último proceso electoral. El cuerpo de bomberos se rige a las normas de seguridad donde se vaya a realizar el trabajo del termoformado tomando en cuenta los factores que ellos crean convenientes tales como extintores, instalaciones eléctricas, botiquín de primeros auxilios, vestuario adecuado para prevenir accidentes en el trabajo, etc. Para conseguir este permiso necesitamos que ellos realicen una inspección del lugar donde funcionara la máquina, el mismo que debe tener al día el pago del funcionamiento otorgado por la municipalidad. Los requisitos son:

1. Copia del permiso del Municipio
2. Aprobación de la inspección realizada correctamente.

5.6.2 Estudio Presupuestario

Tabla12.Costo De Materiales Para El Equipo De Termoformado

<u>ITEM</u>	<u>DENOMINACION</u>	<u>VALOR</u>
1	TUBO CUADRADO 1 1/2 "	\$25,00
2	TUBO CUADRADO 3/4 "	\$15,00
4	LANA DE VIDRIO 1 m	\$5,00
5	SOLDADURA	\$ 20,00
6	MATERIALES ELECTRICOS	\$ 250,00
7	MATERIAL DE PINTURA	\$ 40,00
8	MATERIALES DE FIJACION (PERNOS, TUERCAS, REMACHES)	\$ 35,00
9	CARTON PRENSADO	\$10,00
10	GASTOS VARIOS	\$50,00
11	MANO DE OBRA	\$ 200,00
COSTO TOTAL		650,00

5.6.3 Estudio Técnico

Gráfico38.Estructura externa del equipo

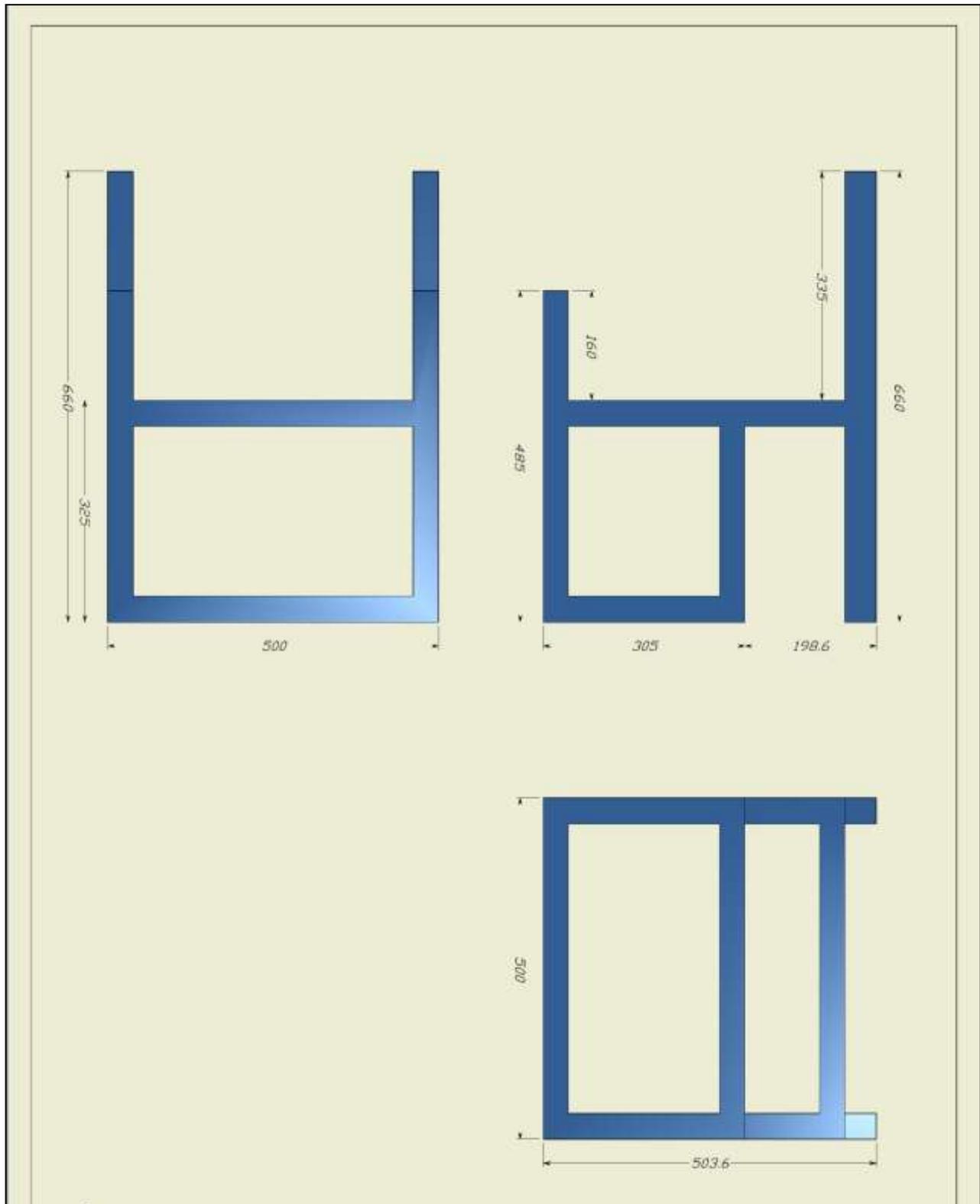


Gráfico 39 Soporte para la lámina

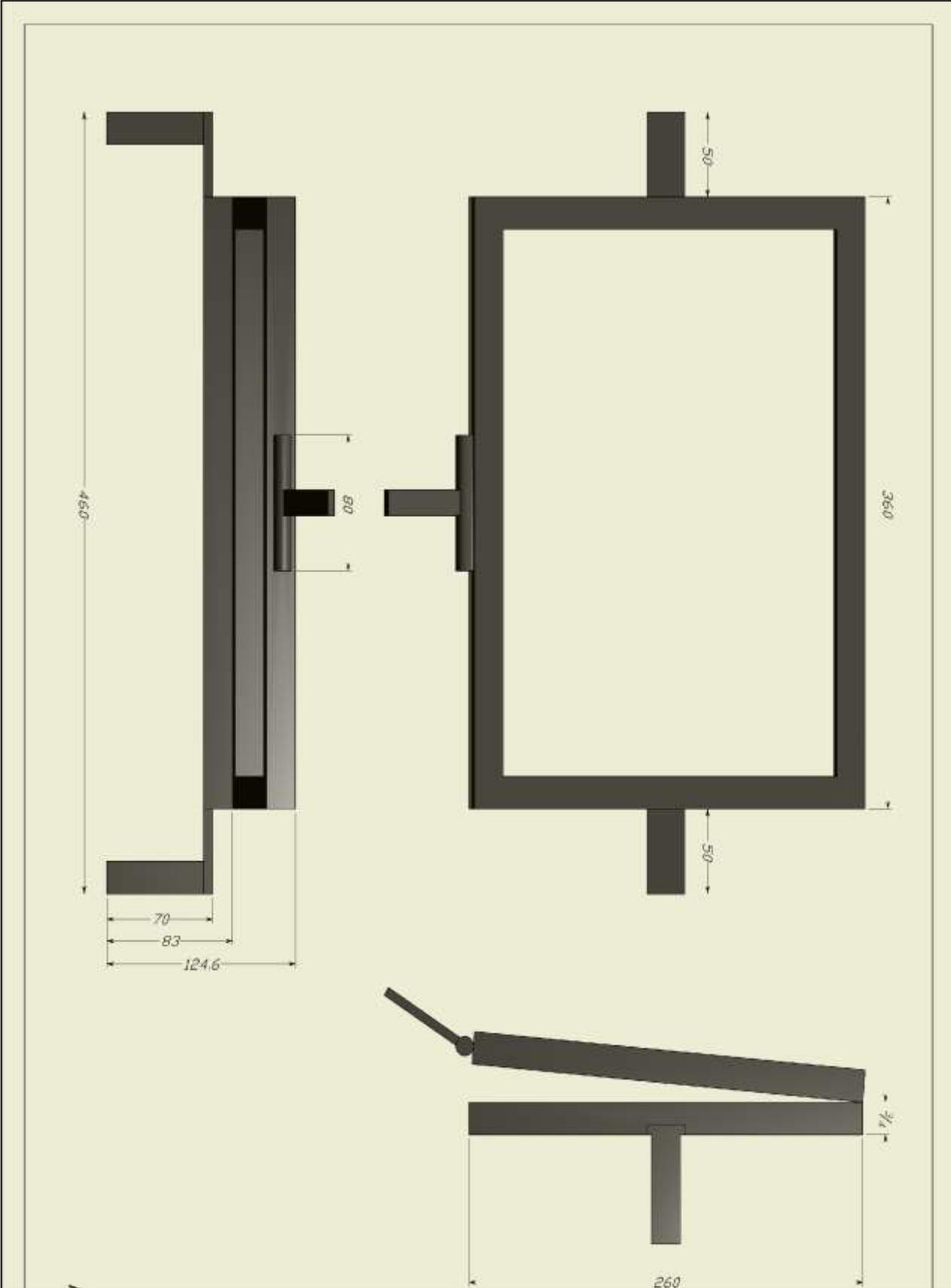


Gráfico 40. Estructura del Horno

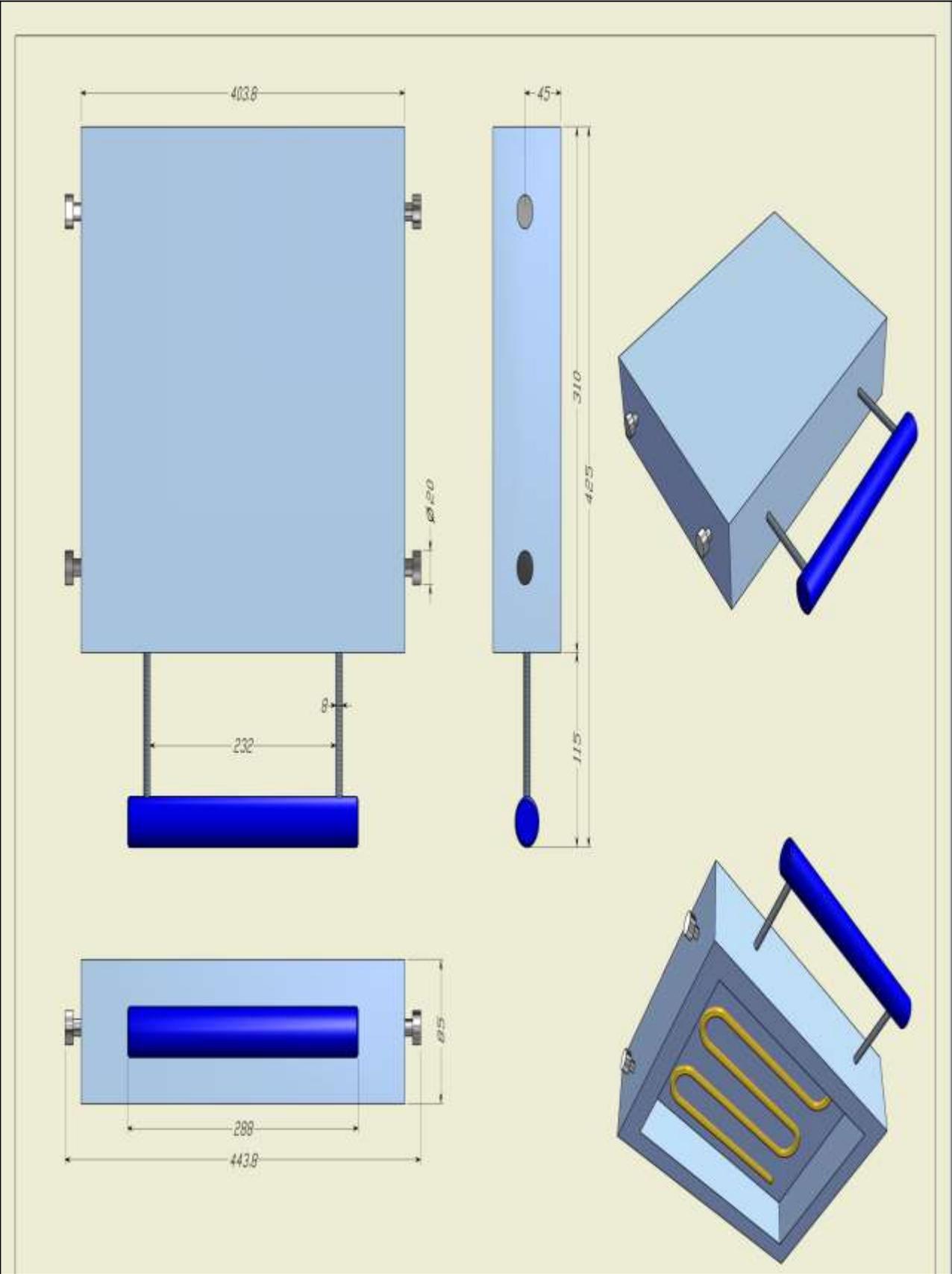


Gráfico41 Vistas del Ventilador

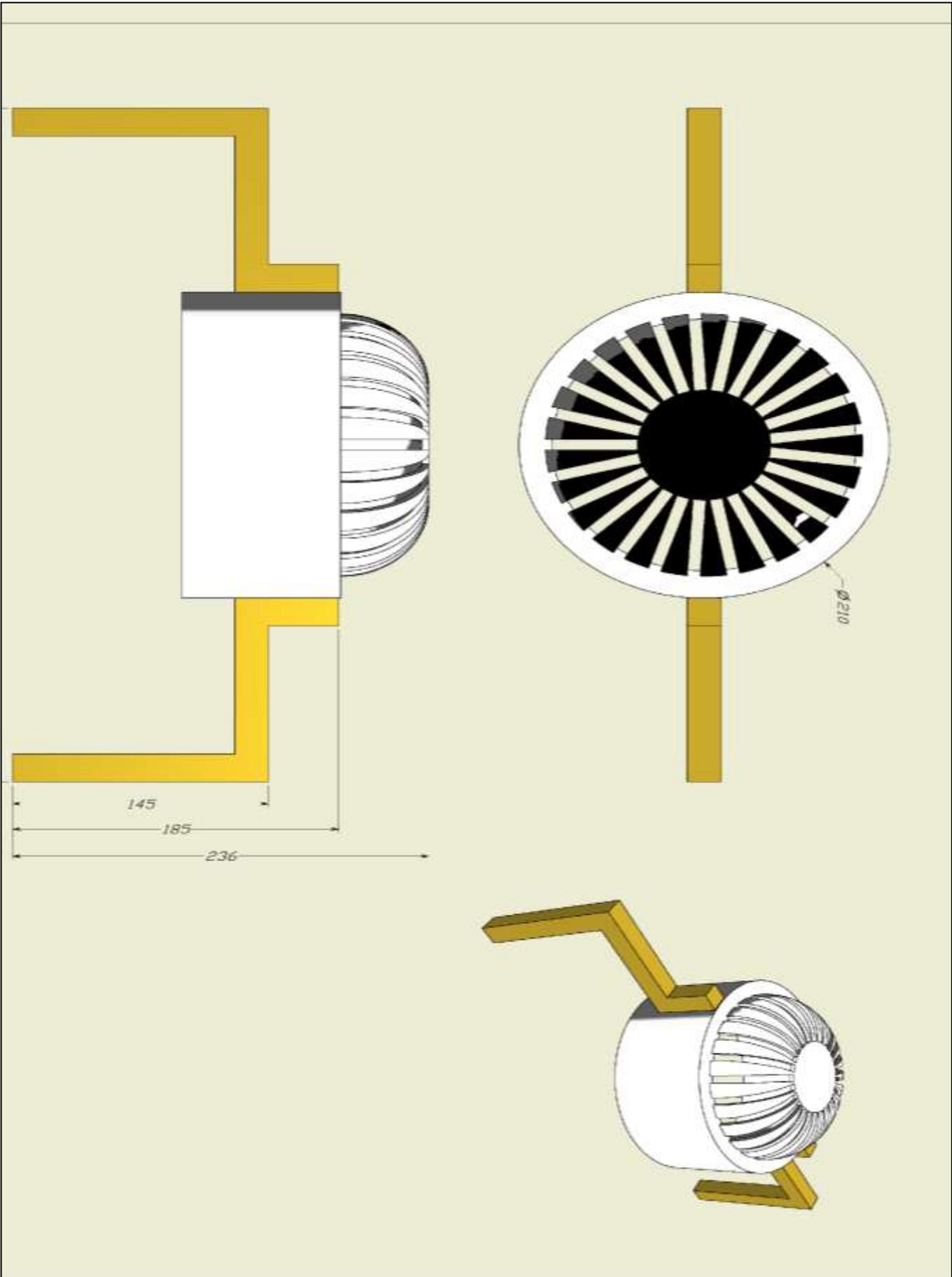


Gráfico42. Perfil de la máquina Termoformadora

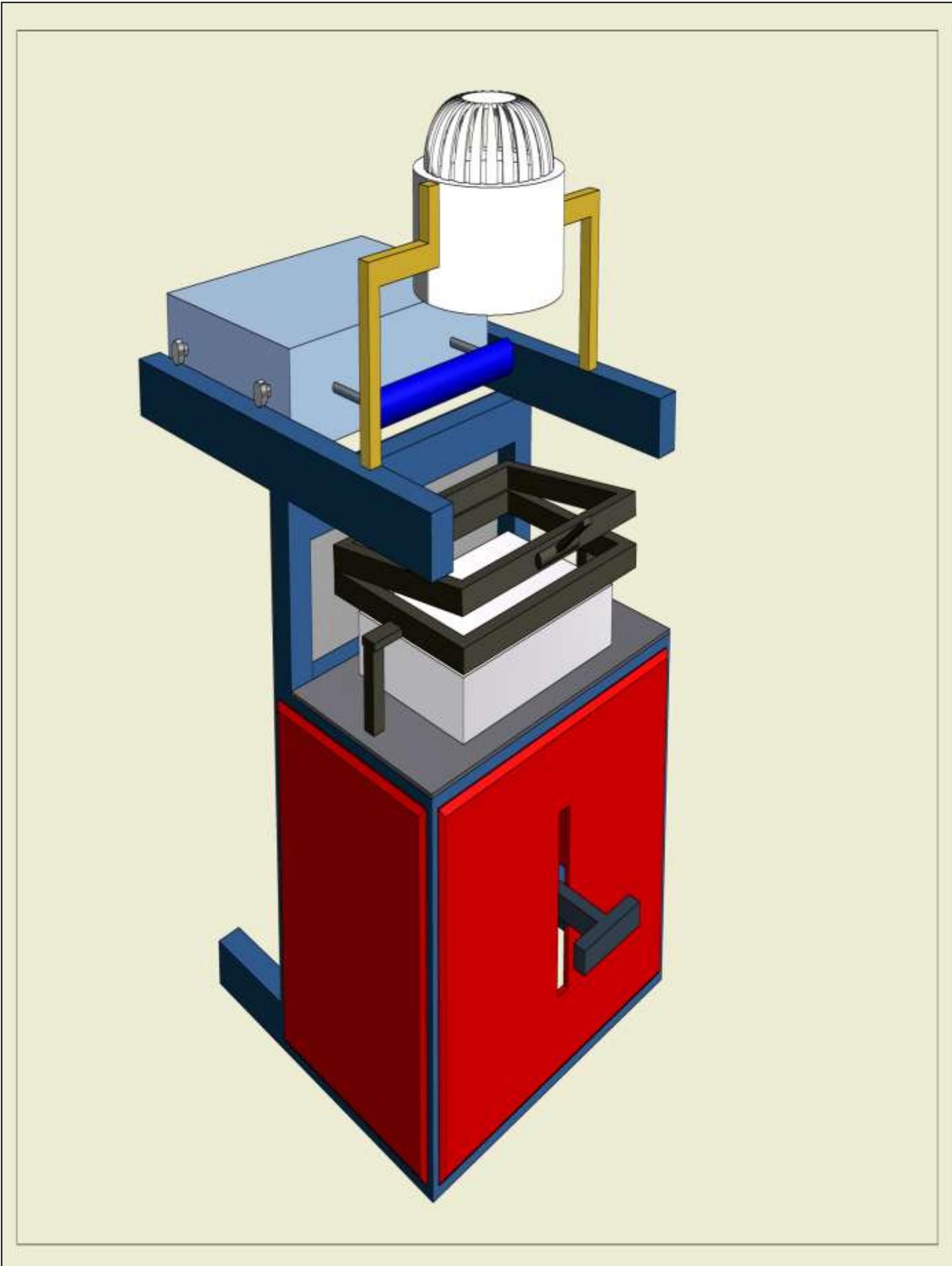
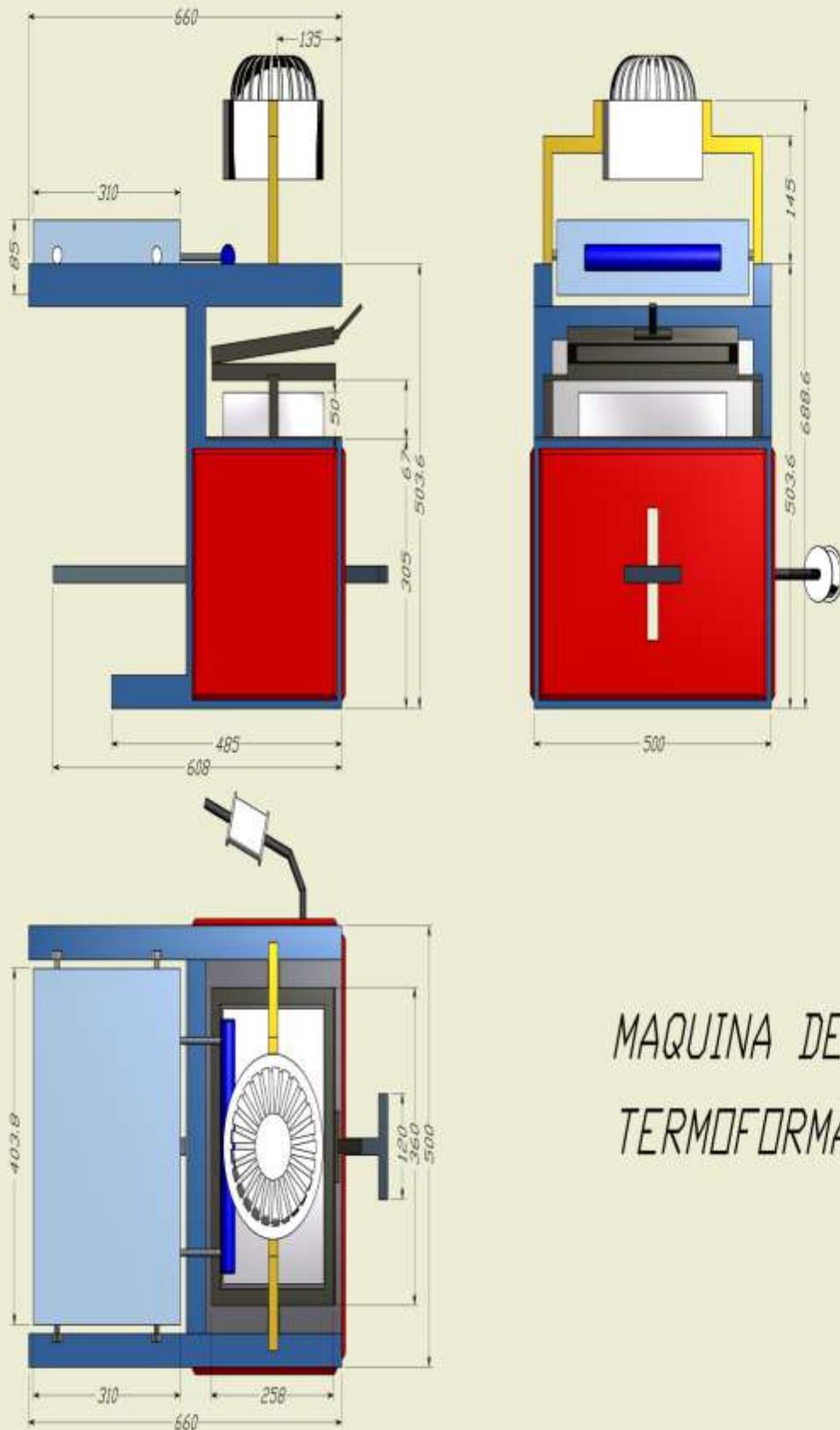


Gráfico44. Todas las Vistas de la Máquina Termoformadora



MAQUINA DE
TERMOFORMADO

5.6.4 NORMAS DE SEGURIDAD PARA OPERAR ESTE EQUIPO

- . El orden y la vigilancia dan seguridad al trabajo. Colabora en conseguirlo.
- Corrige o da aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.
- No uses máquinas sin estar autorizado para ello.
- Usa las herramientas apropiadas y cuida de su conservación. Al terminar el trabajo déjalas en el sitio adecuado.
- Utiliza, en cada paso, las prendas de protección establecidas.
- Mantenlas en buen estado.
- No quites sin autorización ninguna protección de seguridad o señal de peligro. Piensa siempre en los demás.
- Todas las heridas requieren atención. Acude al servicio médico o botiquín.
- No improvises, sigue las instrucciones y cumple las normas. Si no las conoces, pregunta.
- Presta atención al trabajo que estás realizando. Atención a los minutos finales. La prisa es el mejor aliado del accidente.

ORDEN Y LIMPIEZA

- Mantén limpio y ordenado tu puesto de trabajo.
- No dejes materiales alrededor de las máquinas. Colócalos en lugar seguro y donde no estorben el paso.

- Recoge las tablas con clavos, recortes de chapas y cualquier otro objeto que pueda causar un accidente.

5.7 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En el sistema del termoformado se usa la producción en serie, el proceso inicia obteniendo una lámina del material a termoformar mediante el cual una vez sometido a temperatura alta este va adoptar la forma del molde que utilizaremos aplicando el proceso de succión mediante una bomba de vacío.

- La temperatura varía entre 0 – 320°C la cual es controlada mediante un termostato que se alimenta de 120 voltios.
- Para lograr un acabado perfecto en el producto final el molde que se utiliza debe tener un acabado superficial excelente, estos pueden ser de : aluminio, cartón prensado, madera, yeso, acero etc.,
- Dentro de los materiales que se utilizan en este proceso están los siguientes :

PVC transparente 310 micras de 30 metros de longitud su costo = \$ 25,00

Foamy de 30 metros de longitud su costo es de = \$ 15,00

PVC (Sintra) de 4 x1.5 metros de longitud su costo es de = \$38,00

5.7.1 Actividades

Tabla12.Diagrama de Gant

DIAGRAMA DE GANT	SEMANAS						
	1	2	3	4	5	6	7
DESCRIPCION DE TAREAS							
DISEÑO DE PROYECTO Y ELABORACIÓN DE LISTADO DE MATERIALES	■						
COMPRA, TRASLADO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES	■						
TRAZADO DE MATERIAL PARA FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA		■					
ARMADO Y VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA		■					
INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA TERMOFORMADORA				■			
PRUEBAS DE LA MÁQUINA						■	
AJUSTES: FINALES,CORRECCIONES Y							■

5.7.2 Recursos, Análisis Financiero

5.7.2.1 Talento Humano

Este talento es el mejor recurso que puede haber en la decisión de tareas, ya que debido a la diversidad de criterios que tiene cada persona pueden salir ideas fabulosas cuando estas son canalizadas para un solo objetivo común.

En este proyecto hubo la necesidad de la participación de nuestro tutor de tesis, y de personas con la debida experiencia acerca de la Industria del termoformado este personal reúne las condiciones de ser profesionales, la responsabilidad cayo en cada uno de los integrantes quienes de acuerdo a este proyecto contribuyeron con diferentes actividades de trabajo .

Las personas que van a operar esta máquina requieren tener conocimientos sobre los diferentes procesos y clasificaciones del termoformado para poder realizar una excelente producción y por ende conservar la vida útil y la seguridad del equipo de igual forma vale resaltar el asesoramiento de personas con conocimientos y experiencia en este tipo de proyectos de Termoformado.

5.7.2.2 Recursos y Medios de Trabajo

La construcción de la máquina termoformadora se realizó en un taller ubicado en la ciudad de Guayaquil sector Alborada tercera etapa, el taller

es amplio con buena ventilación, agua potable, excelente iluminación y con todas las medidas de seguridad industrial.

En el lugar existen diferentes tipos de herramientas tales como:

- Taladro manual
- Soldadora
- Cierra eléctrica
- Remachadora
- Moladora
- Compresor y soplete para pintado
- Calibrador
- Metro
- Nivel
- Escuadras
- Martillo
- Prensa
- Destornilladores, y otros.

5.7.2.3 Recursos financieros

Para la realización de este proyecto se elaboraron diferentes actividades, cuya disponibilidad se determinó en los diferentes recursos económicos de cada uno de los integrantes del proyecto.

5.7.3 Impacto

Al presentar esta máquina de Termoformado estamos promoviendo al reciclaje masivo del plástico que es principal material utilizado en este equipo, el cual nos permite disminuir la cantidad de materiales que van a los botaderos de [basura](#). En su lugar se convierten en materias primas que luego de ser utilizados, se convertirán en nuevos [productos](#) de alto consumo. Un punto a favor que ofrece al reciclar, es también que se utiliza para señalar la importancia de disminuir la cantidad de [basura](#) que llega a los vertederos a través de la recuperación de desperdicios sólidos para reciclar y reusar

CONCLUSIONES

- 1.- Cabe recalcar que el termoformado es un proceso Industrial el cual tiene aplicaciones infinitas ya que la producción en masa depende únicamente del tipo de molde sobre el cual se va a trabajar.
- 2.- En conclusión uno de los propósitos del termoformado es despertar el interés en las personas y crear una conciencia humana de que el trabajo que el mismo realiza se puede ejecutar partiendo de la reutilización de materiales reciclados (plásticos).
- 3.- En la Industria hay muchas alternativas las cuales son muy rentables, pero muy poco explotadas, en este caso el Termoformado es una de ellas y debido al poco conocimiento sobre este proceso es que aún no se le da el valor necesario en nuestra comunidad universitaria para poder verla como una fuente necesaria de trabajo para el presente y el futuro.
- 4.- El principal problema del desconocimiento del termoformado en nuestra sociedad es causado por la falta de Auto Educación y formación empresarial , por ende esto genera una perspectiva muy limitada al momento de incursionar dentro de este campo Industrial.

RECOMENDACIONES

1.- Recomendamos que la UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO implemente programas de reciclaje más estratégicos para desechos que se puedan reutilizar y de esta manera impulsar a la creación de plantas de reciclaje dentro de nuestra ciudad.

2.- Utilizar el tema del Termoformado como una opción de asignatura ya que de esta manera se podrá incrementar el nivel de conocimiento sobre este proceso y sus infinitas aplicaciones.

3.- Brindar capacitación y asesoramiento a las personas que se sientan identificados y promovidos por el termoformado ya que de esta manera se estaría impulsando a la acción y ejecución de sus infinitas aplicaciones

BIBLIOGRAFÍAS

- 1.- CUADERNOS DE PEDAGOGÍA (1989): Globalización y proyectos curriculares. Font alba. Barcelona.
Proyecto: BANAPEL Cía. Ltda. PA.
- 2.- Manual de termoformado UMSS - FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
Ingeniería Mecánica- tecnología mecánica II.
- 3.- Manual de termoformado Plastiglas México S.A D E C.V.
- 4.- www.Termoformado.com.ar.
- 5.- Manual de Termoformado Ciencias y Tecnología de Ingeniería Mecánica II.
- 6.- Departamento de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.
- 7.- www.wordreference.com/definición.
- 8.- www.wikipedia.com.org .
- 9.- Comisión Técnico. Plastivida Manual de Valorización de los Residuo.
- 10.- Wikipedia.Org/Wiki/**Soldadura**.
- 11.- www.aiu.edu/publications/student.

ANEXOS

POLÍMEROS ADECUADOS PARA EL TERMOFORMADO

Básicamente, todos los polímeros termoplásticos son adecuados para el proceso de termoformado. Dichos materiales, cuando son sometidos a un calentamiento presentan una variación en su módulo de elasticidad, dureza y capacidad de resistencia bajo carga.

Con un incremento de temperatura que rebase el H.D.T., el comportamiento del material tenderá a volverse en un estado ahulado, teniendo como valor crítico la temperatura de revenido del polímero termoplástico. Esto puede observarse en el rápido pandeo de la hoja calentada, cuando la fuerza de gravedad se vuelve suficiente para causar esta deformación.

La tabla contiene los polímeros adecuados y más comunes para el termoformado, Así como su temperatura de formado.

POLÍMEROS	TEMPERATURA DE DEFLECCIÓN AL CALOR			TEMPERATURA DE TERMOFORMADO		
	A 264 PSI (°C)	A 66 PSI (°C)	SIN CARGA (°C)	TEMP. DE LA HOJA (°C)	TEMP DEL MOLDE (°C)	TEMP DE AYUDA (°C)
Acrílico extruido	94	98		135-175	65-75	
Acrílico cell-cast	96	110		160-180	65-75	
Acetobutirato de celulosa	65-75	75-80	120-150	140-160		
Polietileno de alta densidad		60-80	100	145-190	95	170
Polipropileno	55-65	110-115	140	145-200		
Poliestireno	70-95	70-100	100	140-170	45-65	90
Poliestireno alto impacto	85-95	90-95	120	170-180	45-65	90
SAN	100	105		220-230		
ABS	75-115	80-120	95	120-180	70-85	90
Polivinilo de cloruro (RV.C.)	70	75	110	135-175	45	80
Polycarbonato	130	140	160	180-230	95- 120	140

Rango de temperaturas de formado

MATERIAL	TEMP. DE LA HOJA (°C)	LÍMITE INFERIOR (°C)	NORMAL (°C)	LÍMITE SUPERIOR (°C)	TEMP. DE DESMOLDEO (°C)	TEMP. DEL MOLDE (°C)	TEMP. DE LA AYUDA MEC. (°C)
Acrílico PLASTIGLAS	160-180	160	170	180	120	65-75	
Acrílico Sensacryl FP	180-200	180	190	200	130	70-80	
ABS	125-180	125	165	180	85	70-85	100
Polycarbonato	200-250	200	235	250	140	90-120	140
Polietileno AD	160-220	160	190	220	85	90-100	170

Especificaciones típicas para bombas de Vacío

ESPECIFICACIONES			CAPACIDAD TEÓRICA DE VACÍO				
No. DE CILINDROS	DIÁMETRO (mm)	CARRERA (mm)	UN PASO (M ³ /MIN)	DOS PASOS (M ³ /MIN)	VELOCIDAD (RPM)	POTENCIA REQUERIDA (Kw)	DIAM. DE SALIDA DE LA TUBERÍA
1	76	70	0.255	----	800	0.56	19
2	76	70	0.510	0.255	800	0.74	25
2	102	70	0.906	0.453	800	1.48	32
2	127	80	1.70	0.850	750	2.2/3.7	38
2	140	102	2.80	1.40	900	3.7	52
3	140	102	4.22	2.80	900	5.6	52

Empleo de materiales en moldes de termoformado

GRUPO	MATERIALES EMPLEADOS	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	VENTAJAS Y DESVENTAJAS
Maderas	Pino Caoba Cedro Maple Triplay Aglomerado	Baja	Estos moldes se caracterizan por ser de bajo costo, tiempo de construcción corto y buen acabado superficial, aunque en algunos casos la veta de la madera deje marcas de moldeo. La madera deberá ser estufada y si se desea un mejor acabado y evitar cambios dimensionales debido a la humedad, los moldes deberán sellarse con caseína, barniz fenólico o resina epóxica diluida en metil etil cetona. Para lograr un mejor acabado la veta de la madera debe estar paralela a la longitud del molde. Los moldes hechos con triplay o aglomerado tienen más duración. La duración del molde puede prolongarse considerablemente reforzando las aristas con metal.

GRUPO	MATERIALES EMPLEADOS	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	VENTAJAS Y DESVENTAJAS
Minerales	Yeso (carbonato de calcio) Fluosilicato de sodio	Baja Mediana	Los moldes de yeso tienen mayor duración que los de madera y pueden vaciarse de un compuesto de yeso de bajo encogimiento, alta resistencia y reforzados en su interior con malla de metal, fibra de vidrio u otros materiales que no absorban humedad. El yeso se vacía sobre el modelo y debe dejarse curar por espacio de 5 a 7 días a temperatura ambiente. Si la superficie del modelo es buena, no se requerirá un acabado posterior. Los recubrimientos de resina poliéster, epóxica o fenólica proporcionan una superficie más resistente. Deben tenerse extremas precauciones para no astillar el yeso al hacer las perforaciones de vacío. En ocasiones puede eliminarse las perforaciones, si se dejan previamente insertados trozos de alambre, que sean removidos de su sitio después del fraguado.
Resinas plásticas	Resina poliéster, Resina epóxica, Resina fenólica, Laminados plásticos, Nylon	Mediana	Los moldes de resinas plásticas son más costosos y elaborados que los de yeso o madera, pero ofrecen una mayor duración, superficies más tersas y mejor estabilidad dimensional. A las resinas poliéster, epóxicas o fenólicas se pueden cargar con polvo de aluminio, que proporciona una temperatura más homogénea del molde o, con caolín, fibra de vidrio y otras cargas. A estos moldes se puede incorporar el sistema de vacío, embebiendo media caña de cartón en la parte posterior del molde.
Metálicos	Aluminio, Cobre-berilio, Fierro	Alta	Son ideales para grandes corridas de producción, altas presiones o formado mecánico. Pueden usarse moldes de fundición en aluminio, bronce o cualquier otra aleación de bajo punto de fusión, y maquinados en acero, latón o bronce. Son los más costosos, el tiempo de construcción es largo, tienen mejor acabado superficial, bajo costo de mantenimiento y mejor estabilidad dimensional. Es forzoso utilizar sistema de enfriamiento, así como evitar enfriamientos rápidos en la pieza.

Diferencias Básicas Entre Proceso De Inyección Y Termoformado

VARIABLES	PROCESO	
	INYECCIÓN	TERMOFORMADO
Espesor.	Constante.	Variable.
Ángulos de salida del molde.	0.5° a 1°.	3° - 5°.
Temperatura de moldeo .	200° C - 240° C.	160° C - 180° C.
Tolerancia dimensional.	Excelente.	Relativamente buena, no para piezas de precisión.
Insertos.	Es posible la inserción de elementos en otros materiales.	Se puede preparar la superficie del molde para admitir insertos.
Acabado superficial .	Se pueden lograr superficies lisas o con cualquier textura.	Sólo superficies lisas y algunas texturas no muy profundas.
Producción.	Alta producción, cientos o miles de piezas diarias.	Media producción algunas decenas de piezas diarias
Molde.	De acero con aleaciones o tratados alto costo, diseño complejo, molde macho hembra.	Variedad de materiales, costo relativamente bajo, diseño sencillo, se puede utilizar molde hembra o macho.
Posibilidad de hacer nervaduras, agujeros de todo tipo, roscas, etc.	Si.	No.
Scrap. Desperdicio de material.	Muy poco. Es recuperable.	Depende de la forma de la pieza, aproximadamente un 25% de desperdicio y es recuperable.
Radios.	Es necesario redondear las aristas, aproximadamente 1.5 del espesor del material.	Se requieren radios comparativamente más grandes, desde 1cm. a 5 cm. depende de la forma y profundidad.
Tiempo de desarrollo de la pieza (desde el diseño, molde y pruebas).	De 3 a 6 meses.	1 mes máximo.
Tratamiento y acabados posteriores.	Se puede aplicar cualquier tratamiento o acabado (pintado, hot-stamping, metalizado, serigrafía, etc.).	Se puede aplicar cualquier tratamiento o acabado (pintado, hot-stamping, metalizado, serigrafía, etc.) .



Tabla de Mantenimiento Máquina Termoformado

Limpieza	Diario: 5 horas de Trabajo.	Interna ,Externa
Cambio de aceite a bomba de vacío	Se realiza el cambio calculando horas de trabajo siendo 160 horas	Aceite Capela 32
Cambio resistencias	Este se lo realiza cuando las mismas se quemán	Resistencias 1200bafios para 110v
Lubricación de rodamientos	Se lo realiza trimestralmente	Con lubricante (grasa, aceite)

Este es el mantenimiento básico y practico de nuestra maquina termoformadora