

Diseño y fabricación de máquina de moldeo

Carlos Abdiel Alvarez Rivera^{1*}, Rocío Alejandra Reyes Carlos²

Resumen

Este proyecto presenta el diseño y fabricación de una máquina de termoformado por vacío, destinada a modificar y conformar materiales plásticos mediante calentamiento controlado. El objetivo principal fue transformar plásticos en cubiertas con geometrías predeterminadas, validando el desempeño del equipo en condiciones experimentales. La máquina se construyó con componentes básicos: un contenedor hermético, una cubierta adaptable, una pistola de calor y una bomba de vacío, priorizando funcionalidad y bajo costo. Se realizaron pruebas para determinar la temperatura óptima (100 °C a 150 °C), el tipo de plástico adecuado y la eficiencia del sistema de vacío. Entre los materiales evaluados, el polipropileno reciclado mostró mayor estabilidad dimensional tras el termoformado, conservando la forma impuesta durante el moldeo. Se termoformaron cuatro objetos con geometrías distintas (llave mecánica, broca, brida y componente de llave Stilson), confirmando la viabilidad del prototipo. Este trabajo demuestra que la formulación del material influye en su respuesta térmica, aportando una solución práctica para procesos de manufactura accesibles y sostenibles.

Palabras Clave

Termoformado por vacío – Polipropileno reciclado – Diseño de prototipos – Procesos de manufactura

^{1,2}Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

***Autor de correspondencia:** al256156@alumnos.uacj.mx

Programa académico

Maestría en Ingeniería en Manufactura

Fecha de presentación

27 de noviembre de 2025

Financiamiento

SECIHTI (CVU 2084348)

Institución responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Evento académico

1.^{er} Congreso Internacional de las Fronteras de las Ingenierías

Conflicto de interés

Sin conflicto de interés declarado

Referencias

1. Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura*. México: McGraw-Hill Interamericana.
2. Laza, J. M., Pérez, L., & Ruiz, L. (2014). Proyecto OpenCourseWare (OCW) de la UPV/EHU. Recuperado de <https://ocw.ehu.eus/course/view.php?id=256>
3. Serrano, F. L., & Mendizábal, E. (2015). *Introducción a la ciencia de los polímeros*. Universidad de Guadalajara.

Diseño y fabricación de máquina de moldeo

M.A. Carlos Abdiel Alvarez Rivera; M.I. Rocío Alejandra Reyes Carlos

Resumen

En este proyecto se diseñó y fabricó una máquina de termoformado con el propósito de **modificar y conformar materiales plásticos**. Para su desarrollo, se seleccionaron los componentes con base en su disponibilidad y en su compatibilidad con el proceso. Una vez construida la máquina, se realizaron **pruebas experimentales para determinar la temperatura óptima de operación, el tipo de plástico adecuado y el desempeño del sistema de vacío**. A partir de estos ensayos se efectuaron ajustes al equipo, se estableció la temperatura de trabajo de la pistola de calor y se eligió el material más adecuado entre tres alternativas evaluadas. Finalmente, **se termoformaron cuatro objetos con geometrías distintas para validar el funcionamiento del prototipo**, con lo cual se obtuvieron los resultados y las conclusiones del proyecto.

Introducción

El **termoformado** es un proceso de manufactura en el que una lámina termoplástica se calienta hasta volverse maleable y luego se moldea según una geometría específica. En este trabajo se emplea la técnica de **termoformado por vacío** para modificar y mejorar ciertas características físicas de un plástico. Para ello, se diseñó y fabricó una máquina de termoformado de configuración básica, integrada por cuatro elementos principales que garantizan su correcto funcionamiento.

Diseño y fabricación de máquina



Figura 1. Elementos de la máquina de termoformado

Selección de objetos



Figura 2. Objetos a termoformar

Termoformado



Figura 3. Termoformado

Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados, se estableció una metodología compuesta por siete pasos. Los pasos 2 y 3, correspondientes al diseño y la fabricación de la máquina, se centran en la construcción del equipo de termoformado. En esta etapa se priorizó el uso de un contenedor hermético con las adecuaciones necesarias, así como el diseño de una cubierta adaptable tanto a distintos materiales como a la geometría del contenedor. Además, se integraron dos elementos externos esenciales para el funcionamiento del sistema: una pistola de calor y una bomba de vacío.

Materiales

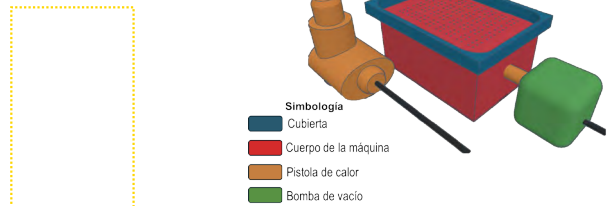


Figura 4. Representación de máquina de termoformado

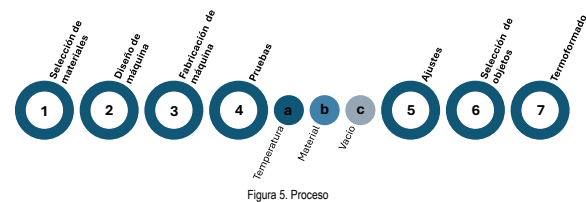


Figura 5. Proceso

Resultados

Desde el punto de vista del **material**, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Material	Estructura	Comportamiento a 100° - 150°
Vinilo PSV (Pressure Sensitive Vinyl)	Amorfa	Deformación, pérdida parcial de adhesión
Poliéster PET	Amorfa	Flexible y estado gomoso
Polipropileno Reciclado	Amorfa	Material se ablanda y puede procesarse



Figura 6. Termoformado de broca

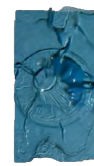


Figura 7. Termoformado de brida



Figura 8. Termoformado de componente de una llave Stilson

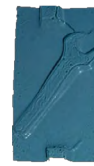


Figura 9. Termoformado de llave mecánica

Objetivo

El presente trabajo contó con el objetivo general, descrito a continuación:

Transformar un material plástico mediante una máquina de termoformado por vacío, generando un cambio físico que permita obtener cubiertas plásticas con la forma de objetos predeterminados.

El equipo deberá ser capaz de realizar correctamente las etapas del proceso de termoformado de los plásticos seleccionados en las geometrías de estudio: una llave mecánica, una broca, una brida y un componente de una llave Stilson.

Referencias

- [1] Groover, M. (2014). Introducción a los procesos de manufactura. México: McGraw-Hill Interamericana.
- [2] Laza, J.M., Pérez, L. & Ruiz, L. (2014). Proyecto OpenCourseWare (OCW) de la UPV/EHU. Recuperado de: <https://ocw.ehu.es/course/view.php?id=255>
- [3] Serrano, F.L., & Mendizábal, E. (2015). Introducción a la ciencia de los polímeros. Universidad de Guadalajara.

Conclusiones

El **polipropileno reciclado**, al ser un termoplástico semicristiano, presenta una estructura amorfa antes del proceso de termoformado, con un aspecto translúcido u opaco y una alta flexibilidad. Durante el calentamiento en el rango de 100 °C a 150 °C, su estructura molecular **no presenta cambios significativos**; sin embargo, sí se modifican sus propiedades físicas. En este intervalo térmico, **el material adquiere mayor rigidez y estabilidad dimensional, lo que le permite conservar la forma impuesta durante el moldeo**. Asimismo, los resultados muestran que los plásticos con estructuras similares pueden comportarse de manera distinta según su composición, lo que evidencia que la formulación del material influye directamente en su respuesta térmica y en la calidad del termoformado.