

Universidad Internacional del Ecuador

Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Trabajo para la titulación de Ingeniero Mecánico

Tema:

Diseño, desarrollo, fabricación e implementación de un kit de over fenders termoformados y su matricería para el vehículo Peugeot 206 mediante el uso de los softwares Autodesk Inventor, AutoCAD y Adobe Illustrator.

Autor:

César Fernando Calderón Garrido

Director del Trabajo de Titulación:

Ing. Juan Fernando Iñiguez

Quito, Junio 2014

CERTIFICACIÓN

Yo, César Fernando Calderón Garrido declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

Firma del graduando

César Fernando Calderón Garrido

CI:1002241568

Yo, Ing. Juan Fernando Iñiguez declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, César Fernando Calderón Garrido, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

Firma del Director Técnico de Trabajo de Grado

Ing. Juan Fernando Iñiguez

Director

DEDICATORIA

Dedico este Proyecto de Tesis de grado a DIOS porque nunca me ha abandonado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a DIOS por permitirme llegar a esta etapa de la vida en la que estoy a punto de concluir mis estudios superiores con la entrega y defensa de mi tesis de grado. A mis padres y abuelos por el sacrificio que han realizado para que yo tenga mis estudios. A mis amigos José Hernández, Oswaldo Cherres, Edith Araujo y Javier Vera por su apoyo incondicional en este proyecto. A mis profesores y mi tutor el Ing. Juan Fernando Iñiguez, que me han enseñado sobre Mecánica Automotriz de una manera muy técnica y práctica con el fin de que llegue a ser un excelente profesional.

Y de una manera muy especial a Liliana Cherres que me ha acompañado permanentemente en toda esta etapa.

Presentación

Diseño, desarrollo, fabricación e implementación de un kit de over fenders termoformados y su matricería para el vehículo Peugeot 206 mediante el uso de los softwares: Autodesk inventor, AutoCAD y adobe Illustrator.

Debido a la falta de disponibilidad de accesorios de este tipo en el mercado. Dichas limitaciones generan el interés de incursionar en el desarrollo y fabricación de over fenders mediante técnicas como modelado en arcilla, matricería y termoformado los mismos que son procesos industriales a diferencia de los métodos tradicionales artesanales que en la actualidad se realizan en el país.

Con el desarrollo de este tema se busca brindar una guía a quienes desean modificar partes de la carrocería externa de este modelo de automóvil sea con fines estéticos o funcionales.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
SÍNTESIS.....	VII
SUMMARY.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	2
1.1. Historia del termoformado.....	2
1.1.2. Perfil de la industria plástica en Ecuador.....	3
1.1.3. Generación de empleo	5
1.1.4. Exportaciones e importaciones.....	8
1.1.5. Over fender	9
1.2. Justificación.....	11
1.2.1. Desde la industria plástica.....	11
1.2.2. Objetivos Específicos.....	12
1.3. Termoformado.....	13
1.3.1. Proceso de termoformado.....	14
1.3.2. Herramientas de termoformado.....	17
1.3.2.1. Sistema de calentamiento	17
1.3.2.2. Hornos	19
1.3.2.3. Pantallas de calentamiento.....	20
1.3.3. Elementos emisores de calor.....	21

1.3.3.1. Niquelinas eléctricas	21
1.3.3.2. Calentamiento por Gas propano	22
1.3.3.3. Emisores infrarrojos cerámicos.....	23
1.3.3.4. Resistencias alógenas de cuarzo	24
1.3.4. Matricería.....	24
1.3.4.1. Madera MDF (Fibras de mediana densidad).....	26
1.3.4.2. Masilla Mustang	27
1.3.4.3. Resinas poliéster.....	28
1.3.4.4. Aluminio.....	28
1.3.5. Sistema de enfriamiento.....	30
1.3.6. Sistema lámina prensa.....	30
1.3.6. Tipos o técnicas de termoformado	31
1.3.6.1. Moldeado al vacío:.....	31
1.3.6.2. Formado por presión.....	32
1.3.6.3. Formado por estiramiento mecánico.....	33
1.3.6.4. Formado con lámina sellada.....	34
1.3.6.5. Formado de resorteo.....	35
1.3.6.6. Formado directo en cavidades.....	36
1.3.6.7. Formado con moldes emparejados.....	37
1.3.6.8. Formado con empujador.....	38
1.3.6.9. Formado por burbuja y presión de aire.....	39
1.3.7. Materiales	40
1.3.7.1. Tereftalato de Polietileno (PET).....	42
1.3.7.2. Polietileno de alta y baja densidad	43
1.3.7.3. Policloruro de vinilo (PVC)	44
1.3.7.4. Polipropileno	46

1.3.7.5 Acrílicos	46
1.3.7.6 Policarbonato	47
1.3.7.7. Poliestireno	48
1.3.8. Productos termoformados	50
CAPÍTULO 2	54
2.1. Proceso de modelado mediante la utilización de CNC	55
2.1.1. Aplicación del bosquejo a medidas reales	60
2.1.1.1. Toma de medidas	60
2.1.2. Planos mecánicos realizados en AutoCAD	64
2.2 Selección de materiales	73
2.3. Proceso de fabricación de la matricería	74
2.3.1. Ruteado en máquina CNC	75
2.3.2. Ensamble de las partes de MDF	86
2.3.3. Acabados y relleno de los moldes con Masilla Mustang	87
2.3.4. Simulación en Autodesk Inventor	88
2.3.5. Primera prueba de montaje	92
2.4. Investigación del proceso de modelado en arcilla	93
2.5. Proceso de modelado	96
2.5.1. Bosquejos (FASE 1)	97
2.5.2. Preparación y obtención de plantillas (FASE 2)	100
2.5.3. Modelado de las piezas (FASE 3)	103
2.5.3.1 Modelado en arcilla Positivo1 (Over fender Delantero)	106
2.5.3.1.1. Obtención del negativo en molde de yeso	106
2.5.3.2 Modelado en arcilla Positivo 2 (Over fender Posterior)	109

2.5.3.2.1. Obtención del negativo en molde de yeso	110
2.5.3.3. Obtención de la matricería (SUB-FASE 3.2)	111
2.5.3.3.1 Obtención de positivos utilizando los moldes de yeso (negativos).....	111
2.5.3.3.2 Proceso de espejo para obtención de los Over fender Izquierdos.....	115
2.5.4. Proceso de termoformado (FASE 4)	123
2.5.5. Pruebas de comprobación (FASE 5)	127
2.6. Presupuesto del proyecto	129
2.7. Medidas Over fender	130
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	134
BIBLIOGRAFÍA.....	135
.	
ANEXOS	136
Anexo 1 Plano Over fender delantero derecho	136
Anexo 2 Over fender delantero izquierdo.....	137
Anexo 3 Over fender posterior derecho	138
Anexo 4 Over fender posterior izquierdo.....	139
Anexo 5 Molde Over fender delantero derecho	140
Anexo 6 Molde Over fender delantero izquierdo.....	141
Anexo 7 Molde Over fender posterior derecho	142
Anexo 8 Molde Over fender posterior izquierdo.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Personas plenamente ocupadas en la Industria Plástica	6
Figura 1.2 Exportaciones e Importaciones de plásticos.....	9
Figura 1.3 Esquema del proceso de Termoformado.....	13
Figura 1.4 Conjunto lámina-prensa.....	14
Figura 1.5 Inicio del calentamiento de la lámina plástica.....	15
Figura 1.6 Lámina calentada.....	15
Figura 1.7 Contacto matriz con lámina.....	16
Figura 1.8 Succión aplicada al conjunto.....	16
Figura 1.9 Lámina plástica termoformada.....	17
Figura 1.10 Termoformadora con horno.....	19
Figura 1.11 Termoformadora con pantalla de calentamiento.....	20
Figura 1.12 Coeficientes de resistividad.....	21
Figura 1.13 Modelos de resistencias para calentamiento.....	22
Figura 1.14 Emisores infrarrojos cerámicos	23
Figura 1.15 Resistencias alógenas de cuarzo.....	24
Figura 1.16 Planchas de MDF.....	26
Figura 1.17 Masilla Mustang.....	27
Figura 1.18 Formado al vacío.....	32
Figura 1.19 Formado por presión.....	33
Figura 1.20 Formado por estiramiento mecánico.....	34
Figura 1.21 Formado con hoja sellada.....	35
Figura 1.22 Formado por resorteo.....	36
Figura 1.23 Formado directo en cavidades.....	37
Figura 1.24 Formado por moldes emparejados.....	38
Figura 1.25 Formado con empujador.....	39
Figura 1.26 Formado por burbuja.....	40

Figura 1.27 Simbología PET.....	42
Figura 1.28 Simbología Polietileno de baja y alta densidad.....	43
Figura 1.29 Simbología PVC.....	44
Figura 1.30 Simbología Polipropileno.....	46
Figura 1.31 Simbología Policarbonato.....	47
Figura 1.32 Simbología Polipropileno.....	48
Figura 1.33 Blíster.....	50
Figura 1.34 Recipientes y nidos termoformados.....	51
Figura 1.35 Partes automotrices.....	52
Figura 1.36 Termo formados publicitarios.....	52
Figura 2.1 Bosquejo del vehículo.....	56
Figura 2.2 Audi A3 Quattro Rallycar.....	57
Figura 2.3 Trazos iniciales para el diseño de los over fenders.....	58
Figura 2.4 Trazos de los over fenders sobre el vehículo (perspectiva).....	58
Figura 2.5 Trazos de los over fenders sobre el vehículo (vista lateral).....	59
Figura 2.6 Paso 1 para toma de medidas.....	61
Figura 2.7 Medidas arco delantero.....	62
Figura 2.8 Medidas arco posterior.....	62
Figura 2.9 Medidas limitantes del arco delantero.....	63
Figura 2.10 Medidas limitantes del arco posterior.....	63
Figura 2.11 Digitalización de las medidas para la elaboración del plano.....	64
Figura 2.12 Nivel de referencia.....	65
Figura 2.13 Forma básica de los over fenders.....	66
Figura 2.14 Perfil de los over fenders.....	67
Figura 2.15 Herramienta de AutoCAD "Sweep.....	68
Figura 2.16 Sweep paso 1°.....	69
Figura 2.17 Sweep paso 2°.....	69

Figura 2.18 Sweep paso 3°.....	70
Figura 2.19 Sweep paso 4°.....	70
Figura 2.20 Sweep paso 5°.....	71
Figura 2.21 Sweep paso 6°.....	71
Figura 2.22 Sweep paso 7°.....	72
Figura 2.23 Sweep paso 8°.....	72
Figura 2.24 Sweep paso 9°.....	73
Figura 2.25 Máquina CNC Morbidelli U26.....	75
Figura 2.26 Pantalla de software ASPAN	78
Figura 2.27 Trayectoria de ruteado primer arco completada.....	79
Figura 2.28 Segundo arco terminado e inicio del tercero.....	80
Figura 2.29 Tercer arco terminado e inicio del cuarto.....	81
Figura 2.30 Finalización de simulación.....	82
Figura 2.31 Panel de control de la máquina CNC.....	83
Figura 2.32 Plancha de MDF a rutear.....	83
Figura 2.33 Topes blancos de escuadra.....	84
Figura 4.34 Proceso de ruteado.....	85
Figura 2.35 Medidas en mm para ensamblar las piezas ruteadas.....	86
Figura 2.36 Relleno con masilla Mustang.....	87
Figura 2.37 Molde conformado.....	88
Figura 2.38. Over fender modelado en AutoCAD 3D	88
Figura 2.39. Fuerza aplicada al overfender	89
Figura 2.40. Valor de presión aplicada [MPa]	90
Figura 2.41. Valores de desplazamiento.....	90
Figura 2.42 Primera prueba de montaje.....	92
Figura 2.43 Modelado de carros mediante programas virtuales.....	93

Figura 2.44 Render o fotografía de un Modelo en 3D MAX Estudio.....	94
Figura 2.45 Fotografías sobre el proceso de modelado en arcilla.....	95
Figura 2.46 Modelado de un Porsche en arcilla.....	95
Figura 2.47 Esquema de fases de modelado.....	96
Figura 2.48 Esquema de fase 1.....	97
Figura 2.49 Bosquejo de la pieza frontal sobre el auto.....	98
Figura 2.50 Bosquejo de over fenders por colocar en el auto	98
Figura 2.51 Bosquejo de la pieza posterior sobre el auto.....	99
Figura 2.52 Bosquejo de las piezas colocadas en el auto.....	99
Figura 2.53 Esquema de fase 2.....	100
Figura 2.54 Fase 2 – Dibujo de plantillas delanteras.....	101
Figura 2.55 Fase 2— Dibujo de plantillas traseras.....	102
Figura 2.56 Esquema de fases 3.....	103
Figura 2.57 Herramientas de modelado o esteques.....	104
Figura 2.58 Modelado positivo en arcilla del over fender delantero.....	106
Figura 2.59 Colocado de yeso sobre over fender modelado en arcilla.....	107
Figura 2.60 Desmoldado del yeso.....	108
Figura 2.61 Modelado positivo en arcilla del over fender posterior.....	109
Figura 2.62 Modelado positivo en arcilla y secado con pistola de calor.....	110
Figura 2.63 Colocado del yeso sobre arcilla.....	110
Figura 2.64 Obtención del negativo en yeso del over fender posterior.....	111
Figura 2.65 Inicio de colado de macilla en molde negativo de yeso.....	112
Figura 2.66 Formado del molde de macilla y colocado de arco de madera para estructura.....	113
Figura 4.67 Capa de fibra de vidrio para dar resistencia al molde.....	113
Figura 2.68 Desmolde de pieza de macilla.....	114

Figura 2.69 Molde de macilla terminado.....	114
Figura 2.70 Trazado de perfiles principales.....	115
Figura 2.71 Trazado de perfiles frontales.....	116
Figura 2.72 Calado del perfil.....	116
Figura 2.73 Calado interno del arco.....	117
Figura 2.74 Perfiles de la base del molde.....	117
Figura 2.75 Apilamiento de perfiles.....	118
Figura 2.76 Comprobación con escuadra.....	118
Figura 2.77 Relleno de molde con tiras de madera.....	119
Figura 2.78 Relleno del molde previo a definicion de superficies.....	119
Figura 2.79 Relleno con masilla y superficie blanca limitante del perfil del arco externo.....	120
Figura 2.80 Formado de superficie con masilla.....	120
Figura 2.81 Superficies preliminares formadas.....	121
Figura 2.82 Superficie lisa terminada.....	121
Figura 2.83 Matrices concluidas.....	122
Figura 2.84 Esquema de fase 4.....	123
Figura 2.85 Ubicación de moldes en la máquina termoformadora.....	124
Figura 2.86 Colocado de la lámina en marco – prensa de la máquina.....	124
Figura 2.87 Lámina en proceso de calentamiento.....	125
Figura 2.88 Lámina inflada previa a contacto con el molde y succión.....	125
Figura 2.89 Lámina formada por succión, enfrida por aire.....	126
Figura 2.90 Precorte de la pieza.....	126
Figura 2.91 Piezas posterior y delantera cortadas.....	127
Figura 2.92 Esquema de fases 1.....	127
Figura 2.93 Montaje de las piezas termoformadas en el vehículo.....	128
Figura 2.94 Medidas de over fender delantero.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Estructura de la Industria.....	4
Tabla 1.2 PIB Industrial.....	5
Tabla 1.3 Personas ocupadas en la Industria.....	7
Tabla 1.4 Personas dependientes de los empleos generados en la Industria.....	8
Tabla 1.5 Características térmicas de los polímeros.....	41
Tabla 1.6 Codificación internacional de los polímeros.....	41
Tabla 2.1 Datos técnicos de la máquina Morbidelli U26.....	76
Tabla 2.2 Datos técnicos de la lámina plástica de Poliestireno de alto impacto y resumen de resultados.....	91
Tabla 2.3 Hoja de presupuesto.....	129

Síntesis

Diseño, desarrollo, fabricación e implementación de un kit de over fenders termoformados y su matricería para el vehículo Peugeot 206 mediante el uso de los softwares: Autodesk inventor, AutoCAD y adobe Illustrator.

En medida cada vez mayor, y en un espacio geográfico en constante crecimiento dominan nuestro entorno visual productos resultantes de la fabricación industrial. Estos productos hacen parte del hogar, lugar de trabajo, escuelas, fábricas, oficinas, calles y medios de transporte entre otros, dichos productos están compuestos por diversos materiales, un material muy común es el plástico que con diferentes técnicas y procesos se transforma en objetos que constituyen el paisaje cultural de nuestro entorno. El presente trabajo de fin de carrera pretende profundizar en una de las técnicas que se utilizan para moldear objetos, siendo esta “el termoformado” enfocado a la producción de Over fender (Guarda barro) utilizado en el mundo automotriz.

Empezando con antecedentes sobre la historia del termoformado, estadísticas sobre la industria plástica en Ecuador y finalmente dando una idea personal sobre lo que sería la tendencia de los Over fender en el país, el capítulo uno pretende dejar claro datos de mucha relevancia.

Como en todo trabajo de investigación es necesario plantear una problemática, justificación y objetivos, el capítulo dos nos desglosa de manera práctica los mismos, basados principalmente en la investigación que plantea los antecedentes del proyecto.

Teorizar en cualquier trabajo investigativo tiene una gran importancia por lo que el capítulo dos se adentra en lo referente a la teoría del termoformado, todo esto con fotografías que muestran procedimientos, técnicas y demás que logran transformar una simple lámina de plástico en productos de uso común en nuestro medio.

Como aporte de fin de carrera el presente trabajo con el capítulo cuatro deja un esquema metodológico que para efectos de cualquier trabajo de investigación sobre termoformado y matricería puede tomar como referencia debido al nivel de detalles explicados para concebir un producto mediante esta técnica, en este caso Over fender.

Summary

Design, development, manufacture and implementation of a kit of thermoformed over fenders and its mould for a vehicle Peugeot 206 by using the softwares: Autodesk Inventor, AutoCAD and Adobe Illustrator.

In increasing measure and in a growing geographic area in our visual environment dominated by products of industrial manufacturing. These products are part of the home, workplace, schools, factories, offices, streets and transport among others, those products are made of different materials, a very common material is plastic with different techniques and processes is transformed into objects which constitute the cultural landscape of our environment. The following final thesis work aims to deepen one of the techniques used to shape objects, this being "thermoforming" focused on the production of Overfender (Save mud) used in the automotive world.

Beginning with background on the history of thermoformed plastic industry, statistics in Ecuador and finally giving a personal idea about what would be the tendency of Overfender in the country, chapter one seeks to make clear a very relevant data.

As in all research work is necessary to raise an issue, justification and objectives, chapter two we break down practically the same, based mainly on research that outlines the project background.

Theorizing in any investigative work is very important so the chapter two delves into the theory regarding thermoforming, all with photographs showing

procedures, techniques and others who manage to transform a simple sheet of plastic in a commonly used products in our environment.

As a contribution to this work career with the fourth chapter leaves a methodological scheme for the purposes of any research on thermoforming may take as a reference because of the level of details explained to design a product using this technique, in this case Overfender.

Introducción

La falta de tecnificación en la elaboración de accesorios automotrices, y la falta de disponibilidad de este tipo de elementos como son los over fender en el mercado genera el interés y la necesidad de desarrollar este producto con métodos apropiados y controlados que garanticen calidad y facilidad de producción en mayores cantidades.

El método principal para este proceso es el termoformado, el mismo que data desde el siglo XX y en la actualidad ha desarrollado técnicas innovadoras para la transformación de láminas plásticas. Uno de los procesos más importantes del termoformado es la matricería y en este caso específico se ha elegido la técnica de modelado en arcilla.

Como resultado de este proceso se ha obtenido piezas termoformadas listas para el montaje en el vehículo Peugeot 206 cumpliendo con características y requerimientos del mercado para una producción en serie.

CAPÍTULO 1

1.1.1 Historia del termoformado

El manual técnico de la empresa de termoformados PLASTIGLAS data el origen de este proceso desde principios de siglo XX en el cual se conocieron algunas técnicas del formado de láminas, con materiales como el metal, vidrio y fibras naturales. Sin embargo los verdaderos principios del termoformado se dieron con el desarrollo de los materiales termoplásticos 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 satisficieron 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 más 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. 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 termoformador, y darían mayor madurez a ésta bien cimentada industria.

“Muchos de los productos termoformados en uso actualmente, han sido hechos para reemplazar sus formas de uso original; esta situación se ha dado tan rápidamente que ya casi se ha olvidado cuales eran éstas; por ejemplo, no es fácil recordar en que se empacaban las hamburguesas antes de los empaques de una sola pieza de Poliestireno o de que material se recubrían los interiores de los refrigeradores”. (<http://www.termoformado.info/historia.php>)

1.1.2 Perfil de la industria plástica en Ecuador.

La economía ecuatoriana en el 2006 se expandió en un 4,07% y el sector industrial (sin petróleo) contribuyó con el 1,1% de dicha expansión, siendo la segunda actividad económica más importante por su aporte al producto interno bruto del país. Para el 2007 se proyectaba una variación del producto interno bruto del 4,1% y un aporte de la industria para lograr una tasa de 0,7%.

Dentro del sector “Químicos, caucho y plásticos”, se notó para esas fechas un crecimiento del producto interno bruto en un 8% del total.

Tabla 1.1 Estructura de la Industria

Estructura de la industria -% en términos reales-							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006*	2007*
Carnes y pescado	26.9%	27.1%	29.6%	29.9%	32.3%	32.1%	32.4%
Textiles	18.0%	17.7%	16.9%	16.6%	16.0%	15.9%	15.9%
Alimentos diversos	11.4%	11.8%	11.3%	11.3%	10.8%	10.8%	10.6%
Madera	10.1%	10.4%	9.9%	9.9%	9.6%	9.7%	9.8%
Químicos, caucho y plástico	7.8%	7.9%	8.0%	7.9%	7.8%	7.8%	7.7%
Otros minerales no metálicos	6.7%	6.8%	6.5%	6.5%	6.1%	6.2%	6.3%
Papel	4.2%	4.2%	4.1%	3.9%	3.8%	3.8%	3.8%
Azúcar	4.1%	4.0%	4.0%	3.9%	3.8%	3.8%	3.7%
Cereales y panadería	3.6%	3.5%	3.4%	3.4%	3.3%	3.3%	3.2%
Bebidas	3.9%	3.7%	3.2%	3.3%	3.1%	3.2%	3.2%
Maquinaria y equipo	2.8%	2.9%	2.8%	2.8%	2.8%	2.9%	2.9%
Tabaco	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
Otras	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
Manufactura	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaborado por: Dirección técnica CIP

Fuente Virtual: [www. Cip.Org.ec](http://www.Cip.Org.ec)

Así mismo para el 2007 se tenía previsto que la manufactura produzca 4 mil millones de dólares, de los cuales \$293 millones corresponden a “químicos, cauchos y plásticos”, lo que supuso un incremento de 25 millones en relación al 2006.

Tabla 1.2 PIB Industrial

PIB Industrial -miles de dólares corrientes-							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Carnes y pescado	577.772	598.008	674.941	685.445	831.573	994.358	1.089.496
Textiles	467.623	432.095	430.590	442.432	476.403	518.994	562.549
Alimentos Diversos	293.408	310.569	347.539	362.658	388.939	450.948	476.949
Madera	252.882	265.735	272.955	317.449	358.223	390.490	429.788
Químicos, caucho y plástico	197.817	221.570	239.058	246.835	253.975	268.827	293.566
Otros minerales no metálicos	150.071	178.925	166.188	177.310	214.281	233.121	255.752
Bebidas	158.556	168.670	154.658	152.423	164.767	179.069	203.490
Cereales y panadería	99.085	110.140	118.262	137.155	173.383	190.194	198.960
Papel	118.218	132.807	138.845	155.542	171.854	184.842	198.245
Azúcar	94.679	98.053	102.439	103.518	111.872	133.446	139.775
Maquinaria y equipo	62.646	64.735	75.523	87.958	106.886	132.437	136.638
Tabaco	7.857	8.020	9.936	10.676	12.972	14.589	15.539
Otras	3.092	3.722	3.970	3.710	4.241	4.663	4.780
Manufactura	2.483.706	2.593.049	2.734.904	2.883.111	3.269.369	3.695.977	4.005.528

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaborado por: Dirección técnica CIP

Fuente Virtual: [www. Cip.Org.ec](http://www.Cip.Org.ec)

1.1.3 Generación de empleo

Según la cámara de industriales de Pichincha en estudios realizados por el INEC (Instituto Nacional de estadísticas y censos), para Junio del 2007, la industria plástica ha incrementado el número de personas ocupadas con trabajo formal para sus labores productivas, se anota que entre el 2004 y 2005 aumentó sustancialmente el número de empleos a pesar de la reducción en el número de compañías del sector, el siguiente cuadro muestra un diagrama del números de personas empleadas en el mismo durante los años 2004,2005,2006.

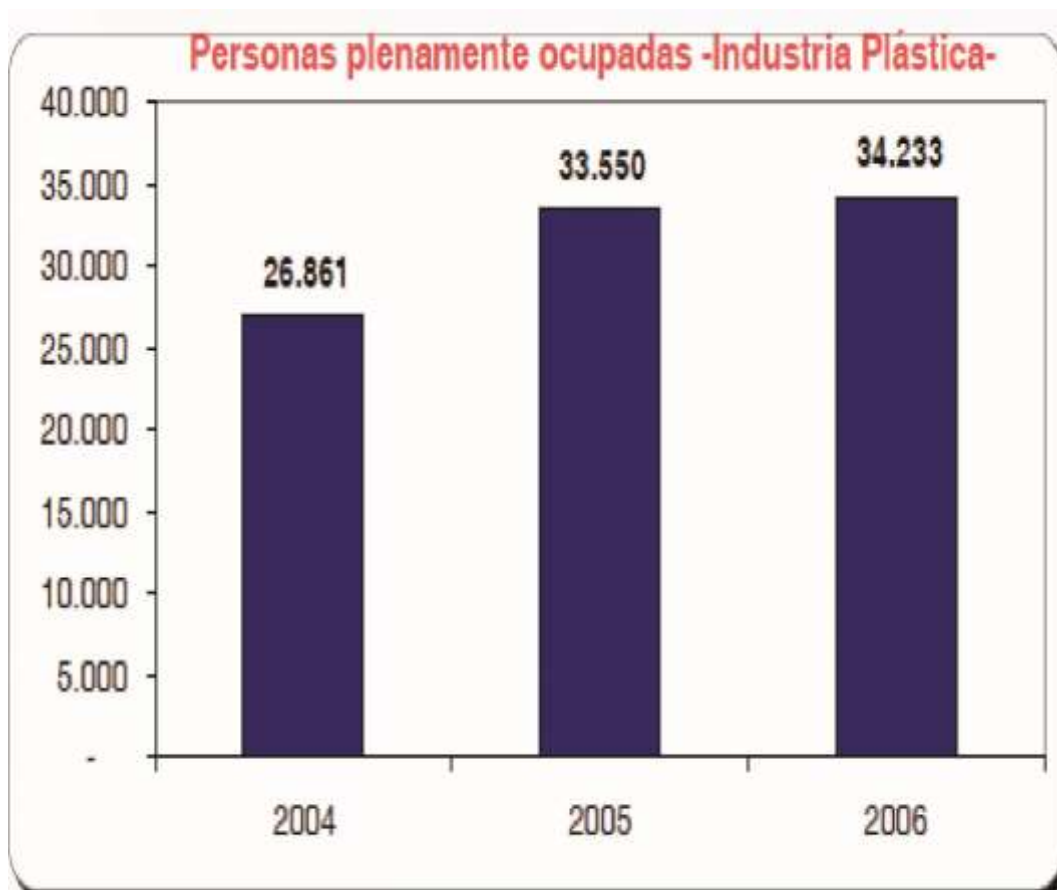


Figura 1.1 Personas plenamente ocupadas en la Industria Plástica

Fuente: INEC

Elaborado por: Dirección técnica CIP

Fuente Virtual: [www. Cip.Org.ec](http://www.Cip.Org.ec)

Así mismo durante el 2006, la industria ecuatoriana en su conjunto empleó de forma adecuada 236 mil personas, de las cuales, el 14,5% fueron generados por las actividades manufactureras del plástico.

Tabla 1.3 Personas ocupadas en la Industria

Personas ocupadas en la Industria Plástica por actividad			
Subsector de la industria plástica	Número de personas ocupadas		
	2004	2005	2006
Fabricación de muebles de plástico	8.816	15.861	15.368
Fabricación de productos de plásticos en formas básicas: planchas, varillas, tubos, etc.; tejidos de plástico, excepto prendas de vestir (por ejemplo, bolsas y artículos); y artículos de plástico, n.c.p. (vajilla de mesa, baldosas, materiales de construcción, etc.)	11.352	8.693	9.747
Fabricación de calzado de plástico	4.667	8.115	7.796
Reciclado de materiales plásticos usados	573	-	605
Fabricación de separadores, contenedores, tapas, cajas, etc., de plástico, para acumuladores	850	-	509
Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético	603	881	208
TOTAL	26.861	33.550	34.233

Fuente: INEC

Elaborado por: Dirección técnica CIP

Fuente Virtual: [www. Cip.Org.ec](http://www.Cip.Org.ec)

Del total de empleos producidos por la industria plástica, 18.000 fueron jefes de hogar, lo que implica que al menos 79 mil personas dependen de esta actividad.

Tabla 1.4 Personas dependientes de los empleos generados en la Industria Plástica

Personas dependientes de los empleos generados en la Industria Plástica			
Subsector de la industria plástica	Ocupados 2006	Jefes de Hogar 2006	Personas vinculadas
Fabricación de muebles de plástico	15.368	8.917	37.551
Fabricación de productos de plásticos en formas básicas: planchas, varillas, tubos, etc.; tejidos de plástico, excepto prendas de vestir (por ejemplo, bolsas y artículos); y artículos de plástico, n.c.p. (vajilla de mesa, baldosas, materiales de construcción, etc.)	9.747	5.042	21.233
Fabricación de calzado de plástico	7.796	4.129	17.388
Reciclado de materiales plásticos usados	605	444	1.870
Fabricación de separadores, contenedores, tapas, cajas, etc., de plástico, para acumuladores	509	-	-
Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético	208	208	876
TOTAL	34.233	18.740	78.918

Fuente: INEC

Elaborado por: Dirección técnica CIP

Fuente Virtual: [www. Cip.Org.ec](http://www.Cip.Org.ec)

1.1.4 Exportaciones e importaciones

Según fuente del Banco central del Ecuador las exportaciones de plásticos han crecido sostenidamente durante los últimos años llegando en el 2006 a nivel de \$59 millones de dólares.

Paralelamente a esto las importaciones crecieron sustancialmente durante estos últimos 7 años a una tasa promedio anual del 19%, registrando en el 2006 un valor de \$561 millones de dólares.

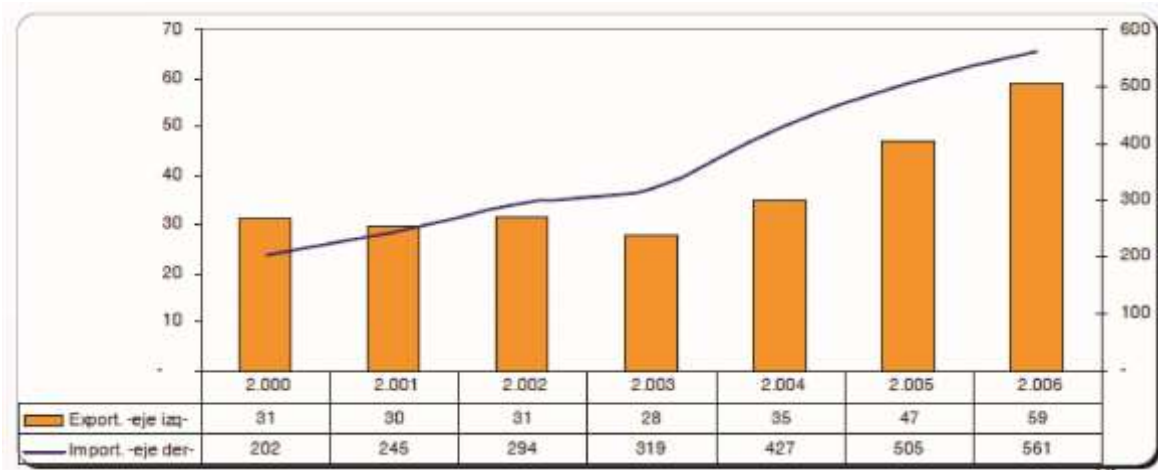


Figura 1.2 Exportaciones e Importaciones de plásticos

Fuente: BCE

Elaborado por: Dirección técnica CIP

Fuente Virtual: [www. Cip.Org.ec](http://www.Cip.Org.ec)

1.1.5 Over fender

Es muy difícil encontrar una definición exacta de *OVER FENDER*, para el presente trabajo intentaremos dar una definición personal partiendo de la traducción que componen sus palabras.

OVER significa: **sobre, encima, por encima, arriba, etc.** Haciendo alusión a la acción de sobreponerse en alguna superficie.

Y FENDER significa: **Defensa, parachoques, guarda fango, guarda fuego, etc.** Y hace alusión a la acción de proteger.

Dentro del común popular a los over fenders se los conoce como guarda fangos y son utilizados generalmente en el mundo automovilístico.

Con estas pautas diremos que un OVER FENDER es:

Un objeto cuya función radica en la protección del vehículo, es decir protege a las llantas y evita en casos de lluvia que el fango salpique ensuciando las paredes laterales del carro, además que por cubrir la llanta actúa como escudo protector que impide que cualquier objeto salga disparado a altas velocidades ya que sería frenado por el mismo e impediría posibles accidentes.

A ciencia cierta no se sabe el origen de estos protectores, pero si nos adentramos un poco en el gran mundo de la competición de autos que es la tendencia que más se acerca para descubrir lo que queremos explicar, podemos deducir de ahí su origen. La palabra tuning en el mundo del automóvil, es sinónimo de personalización de un vehículo motorizado a través de diferentes modificaciones para mejorar el rendimiento del motor, y también aplicado popularmente a cambios externos de la carrocería e incluso de la cabina, no se sabe exactamente su origen lo que sí se sabe es que tiene un gran parecido con el mundo del Rally, donde inicialmente se intentaba conseguir un aspecto más deportivo de los vehículos mediante diversos tipos de alerones, bajos, llantas y demás. Hoy en día todos esos complementos no forman ni la décima parte de lo que se puede realizar a un coche, y por supuesto muchísimos de sus dueños a la hora de Tunear un automóvil no piensan en conseguir mejor velocidad sino darle al auto un carácter estético personalizado. En el Ecuador no existe mucha información en cuanto a lo que se refiere a Over fender, su aceptación se encuentra generalmente en el gran mundo de las carreras de autos, donde los competidores con la finalidad de darle mayor estabilidad al vehículo, hacen crecer el eje delantero y posterior del auto provocando un desplazamiento de sus llantas

fuera de la carrocería, y es justamente en este espacio donde tienen cabida los Over fender para dar continuidad a la carrocería.

En el Ecuador existen varios modelos de vehículos 4x4 y SUV cuyas versiones más completas cuentan con over fenders. Por ejemplo en las camionetas doble cabina versiones full como la Chevrolet Dmax, Nissan Frontier, Mazda BT-50 y en los SUV como en el Kia Sportage, Chevrolet Grand Vitara, etc.

Para automóviles como sedanes o hatchback no es posible acceder a este tipo de accesorios debido a la inexistencia de estos en el mercado. Para tenerlos se tiene que recurrir a la elaboración artesanal en fibra de vidrio con procesos productivos básicos. Para camionetas se encuentran unas pocas opciones de estos, en versiones originales, alternas importadas y alternas nacionales. Uno de los problemas de las piezas actuales nacionales es que su diseño no es atractivo ni de buena calidad.

1.2. Justificación

1.2.1. Desde la industria plástica

Tal y como se muestra en los antecedentes, la industria del plástico en el Ecuador muestra un crecimiento económico sostenido durante el periodo 2001 al 2007, registrado principalmente en las siguientes variables:

- Producción y aporte al PIB
- Empleo

- Exportaciones
- Activos
- Utilidad de las empresas

De esta manera la industria plástica constituye una importante fuente de mano de obra para los ecuatorianos, aporta significativamente y de forma creciente a las rentas del estado, genera importantes encadenamientos productivos dando valor agregado a la economía del país. Además constituye un aporte sustancial para el crecimiento de la industria en su conjunto.

El diseño y desarrollo de este kit de over fenders plástico puede ser el inicio de la incursión de un nuevo producto en el mercado ecuatoriano de los polímeros.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Se aplicará conceptos actuales de diseño automotriz con el fin de lograr una fusión entre la carrocería y los over fenders.
- b) Se empleará métodos y procesos industriales tecnificados que son aplicados por los diferentes fabricantes de automóviles en la actualidad.
- c) Para el desarrollo y fabricación del proyecto se contará con el apoyo de la empresa LATERMEC Cía. Ltda. especialista en termoformado.

1.3. Termoformado

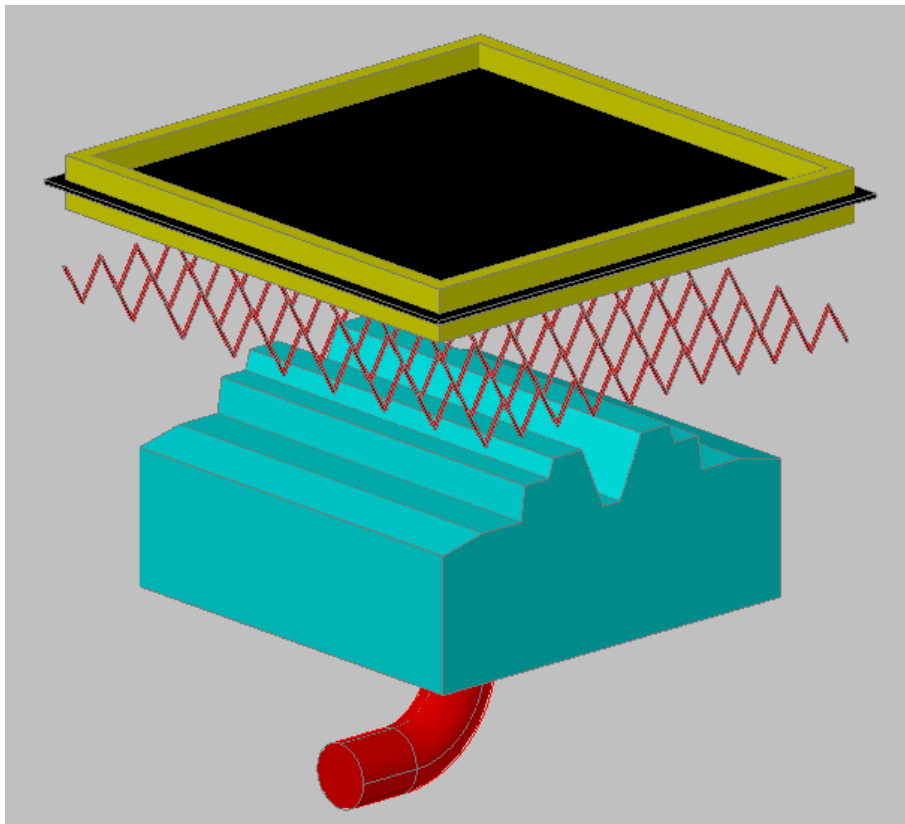


Figura 1.3 Esquema del proceso de Termoformado

Fuente: César Calderón Garrido

Es un proceso en el cual un polímero termoplástico presentado en láminas toma forma a través del calentamiento de la misma y se acopla a un molde previamente elaborado mediante succión.

Para Serope Kalpakjian y Esteven R. Schmid el termoformado o formado caliente es una serie de procesos para conformar una lámina o película de plástico sobre un molde aplicando calor y presión.

En el proceso de termoformado están involucradas distintas herramientas que interactúan para obtener el producto deseado, estas herramientas se consideran indeformables en comparación con la deformación que sufre el termoplástico.

1.3.1. Proceso de termoformado

Se coloca una lámina en medio de dos marcos metálicos que cumplen la función de prensas, además mantienen a la lámina en su posición y facilitan el moldeo de la lámina.

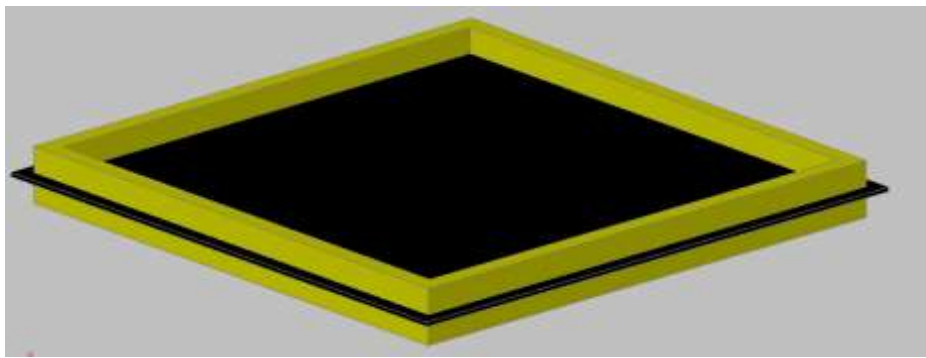


Figura 1.4 Conjunto lámina-prensa

Fuente: César Calderón Garrido

A continuación se somete la lámina a calor durante un tiempo determinado hasta que se llegue a la temperatura óptima de termoformado aproximada a la temperatura de revenido de cada polímero termoplástico.

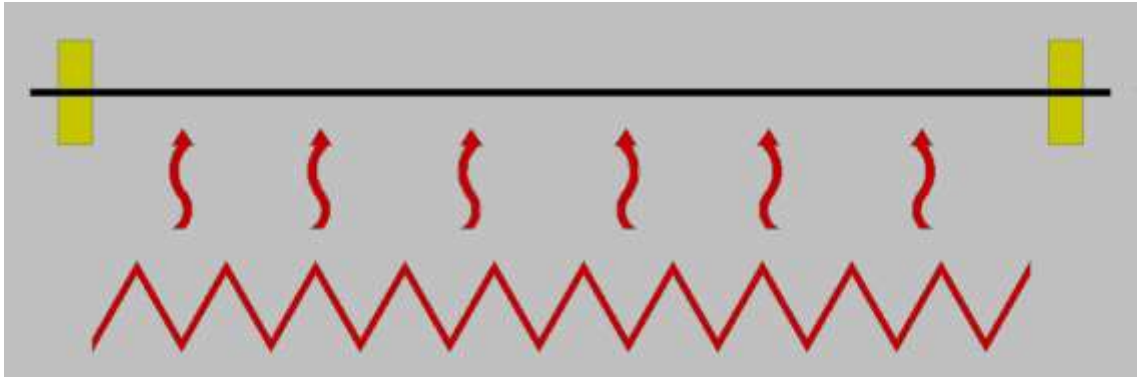


Figura 1.5 Inicio del calentamiento de la lámina plástica

Fuente: César Calderón Garrido

Debido al calentamiento la lámina se pandea y adquiere un estado ahulado.

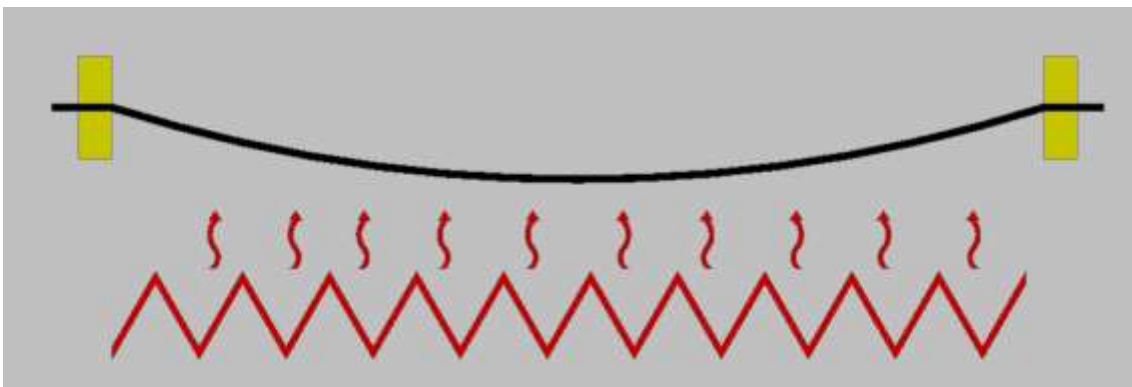


Figura 1.6 Lámina calentada

Fuente: César Calderón Garrido

Una vez lista la lámina se retira el elemento emisor de calor y se procede a hacer contacto con la matriz.

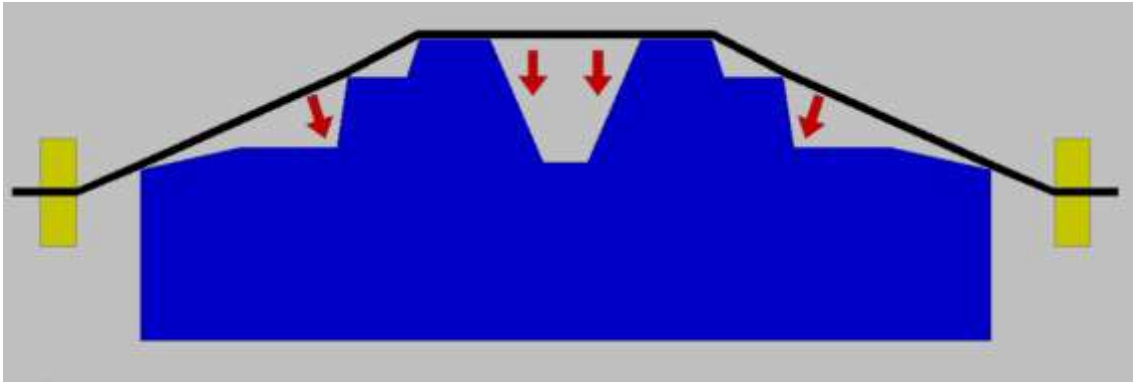


Figura 1.7 Contacto matriz con lámina

Fuente: César Calderón Garrido

Y posteriormente se realiza la succión de la lámina para conformar la forma final de la pieza termoformada.

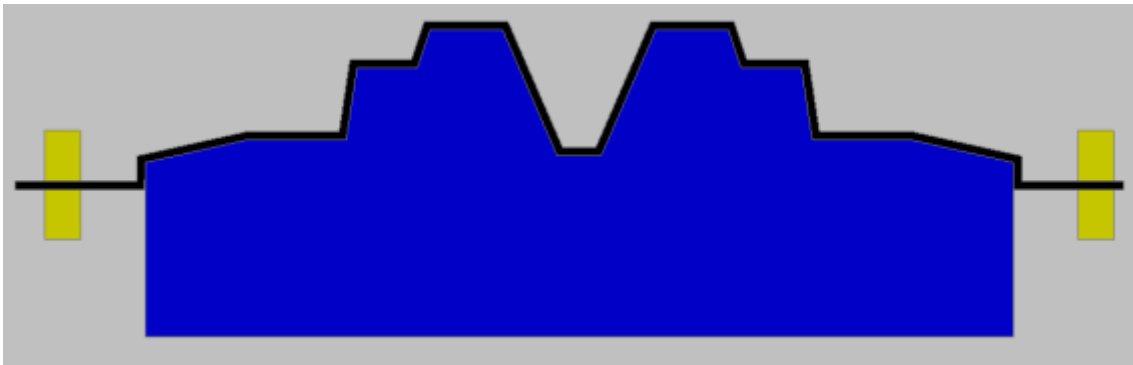


Figura 1.8 Succión aplicada al conjunto

Fuente: César Calderón Garrido

Como último paso se procede a desmoldar la pieza termoformada.

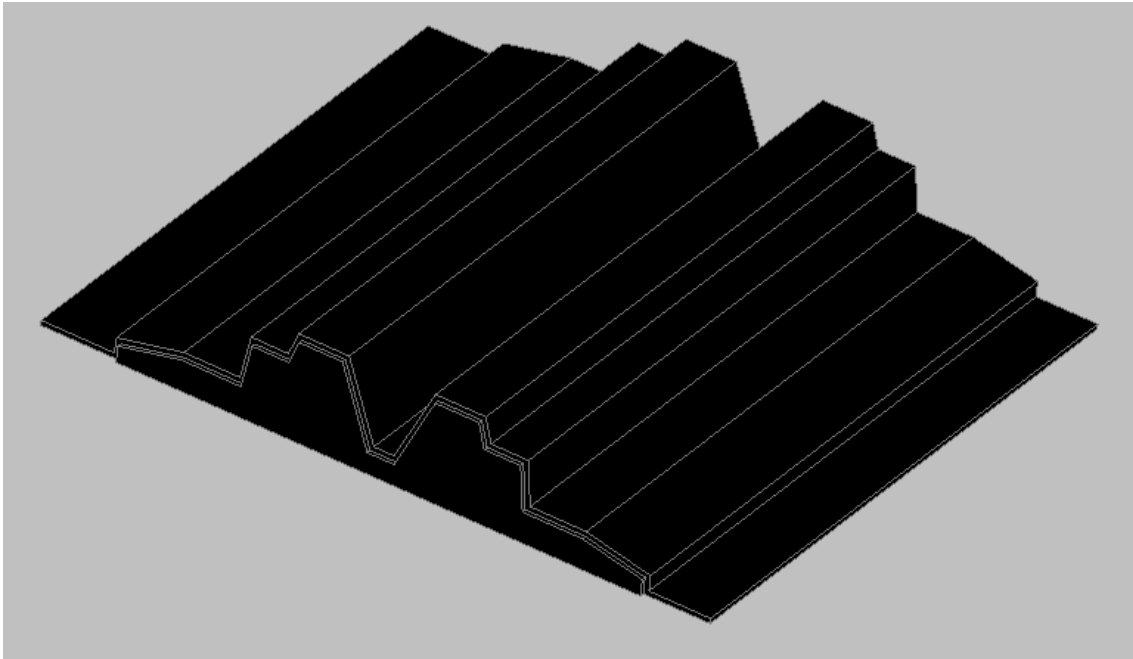


Figura 1.9 Lámina plástica termoformada

Fuente: César Calderón Garrido

A continuación se muestra un ejemplo de lo que sería el proceso real.

1.3.2. Herramientas de termoformado

1.3.2.1. Sistema de calentamiento

Estos elementos pueden ser tipo horno o tipo pantalla y se encargan de calentar la lámina termoplástica y elevar su temperatura a la óptima para el termoformado la cual varía dependiendo del material plástico.

Un horno es un elemento que genera calor y que lo concentra dentro de un espacio cerrado. Y una pantalla es una superficie cubierta por los elementos de calentamiento infrarrojos.

Su principal característica es la de calentar la lámina uniformemente a lo largo de toda la superficie con el objetivo de obtener un espesor homogéneo en el producto terminado.

Con los avances tecnológicos se ha logrado controlar el espesor de la lámina en el producto terminado mediante el seccionamiento de zonas de calentamiento en las que se puede regular la temperatura de acuerdo al tamaño de la lámina y al comportamiento térmico de esta.

En esta etapa de calentamiento la lámina absorbe el calor de forma desigual. Primero se calienta la parte central y luego los bordes o partes externas y es aquí donde el control de temperatura interviene.

En la parte central se debe bajar la temperatura ya sea de forma manual, en caso de que el área de calentamiento no tenga división zona, colocando una pantalla aislante entre la lámina y el elemento emisor de calor. Y de forma automática en caso de existir una regulación individual de cada elemento mediante termo cuplas o reguladores de temperatura.

Dependiendo de la máquina y el diseño del fabricante podemos encontrar estos dos tipos de sistemas.

1.3.2.2. Hornos

Son elementos que siempre se mantienen en el mismo lugar de la máquina y la lámina ingresa en el horno para ser calentada. La ventaja es que al estar estáticos se tiene un espacio cerrado con solo una abertura para el ingreso del elemento a calentar y así la disipación de calor al ambiente es menor en comparación a las pantallas. En la siguiente imagen podemos ver una termoformadora con horno fijo.



Figura 1.10 Termoformadora con horno

Fuente: Empresa Latermec Cia. Ltda.

1.3.2.3. Pantallas de calentamiento



Figura 1.11 Termoformadora con pantalla de calentamiento

Fuente: Empresa Latermec Cía. Ltda.

Elaborado por: César Calderón Garrido

En este caso la pantalla es la que recorre en la máquina. A través de un mecanismo de avance, se ubica en la parte inferior o superior del conjunto lámina-prensa. La diferencia es que el almacenamiento del calor no es efectivo como en el caso anterior. Una de las superficies (inferior o superior) se encuentre completamente descubierta y el calor generado se disipa con más facilidad al ambiente.

1.3.3. Elementos emisores de calor

Los sistemas de calentamiento son elementos emisores de rayos infrarrojos. La fuente de radiación infrarroja es el calor o radiación térmica que es emitida por cualquier objeto que tenga una temperatura superior al cero absoluto, es decir superior a $-273,15^{\circ}\text{C}$ o 0°K .

A continuación una descripción de los sistemas de calentamiento utilizados en el proceso de termoformado.

1.3.3.1. Niquelinas eléctricas

Son elementos metálicos emisores de rayos infrarrojos. Todos los elementos metálicos generan resistencia al paso de corriente eléctrica y cada material tiene su resistividad eléctrica. En el siguiente cuadro podemos observar el coeficiente de resistividad “ ρ ” para varios materiales y observamos que la aleación metálica de níquel–cromo (Nichrom) es la de mayor índice resistivo por lo que es el material apropiado para generar calor.

Material	ρ en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
Aluminio	0,026
Bronce	0,13 ~ 0,29
Carbón	100 ~ 1000
Cobre	0,0175
Hierro	0,10 ~ 0,14
Mercurio	0,95
Niquelina	0,44
Nichrom	1,10
Oro	0,022
Plata	0,016
Platino	0,094

Figura 1.12 Coeficientes de resistividad

Fuente: <http://i.mkt.lu/cont/170514/239/208/javaz.gif>

Estas son algunas de las presentaciones en las que se fabrican niquelinas para diferentes tipos de usos industriales.



Figura 1.13 Modelos de resistencias para calentamiento

Fuente: <http://www.diamoresa.com.ar/Blindadas.html>

1.3.3.2. Calentamiento por Gas propano

Su funcionamiento es similar al de un horno de cocina. Tienen quemadores múltiples distribuidos de forma homogénea para lograr una temperatura uniforme sobre la lámina. La llama de los quemadores no se dirige directamente sobre la lámina porque esta se quemaría, estos calientan el ambiente interno del horno. La ventaja de este sistema es el menor costo de operación debido al costo del combustible (gas propano) comparado al de la energía eléctrica.

1.3.3.3. Emisores infrarrojos cerámicos

Estos sistemas constan de elementos emisores infrarrojos metálicos de aleación de níquel-cromo, recubiertos por una masa cerámica que impide su oxidación, además añade durabilidad y resistencia a los golpes. Los elementos cerámicos operan en el rango de temperatura de 300°C a 700°C produciendo longitudes de onda larga. Una característica de los plásticos es que absorben mejor los rayos infrarrojos en este rango de ondas por lo que este tipo de calentamiento es el apropiado para el proceso de termoformado. Este tipo de longitud de onda es absorbida a través de la superficie de la lámina teniendo como consecuencia un tiempo de calentamiento más corto y tiempos de producción reducidos. (www.eletroforming.com)



Figura 1.14 Emisores infrarrojos cerámicos

Fuente: www.eletroforming.com

1.3.3.4. Resistencias alógenas de cuarzo

Estos elementos son efectivos en sistemas donde se requiera una respuesta rápida de calentamiento y/o una zona de calentamiento controlada. En el proceso de termoformado se los utiliza para el calentamiento de láminas de grandes calibres aproximadamente entre 6mm hasta 10mm o superiores.

Su espectro de alcance es amplio por lo que cubre un mayor rango de área. También proporcionan una mayor penetración de calor en las láminas plásticas y el calentamiento es más uniforme sobre la superficie.

(<http://www.ceramicx.com/es/analisis-espectral>)



Figura 1.15 Resistencias alógenas de cuarzo

Fuente: www.eletroforming.com

1.3.4. Matricería

La matricería es una rama de la mecánica que estudia y desarrolla la técnica de fabricación de utillajes adecuados para obtener piezas en serie. (FLORIT Antonio, Fundamentos de matricería, ediciones Ceac, 2005. Pag.11)

Dentro de la industria del termoformado, la matriz o molde es el elemento que da la forma a la lámina plástica para obtener un producto en serie. Para los diferentes procesos de fabricación de productos plásticos las matrices o moldes tienen características específicas. Las matrices de termoformado tienen la ventaja de ser menos costosas comparado con otros procesos como por ejemplo: la inyección de plástico en donde una puede costar hasta medio millón de dólares. Para termo formar plástico se utiliza materia prima pre fabricada o pre formada; que es la lámina plástica. En el resto de procesos se necesita maquinaria que diluya el plástico para que pueda ingresar en los moldes en el caso de inyección y roto moldeo y en extrusión de perfiles, tubos, etc.

Hay muchos factores que intervienen el momento de decidir en qué material se fabricará un molde. Por ejemplo: la cantidad de unidades que se fabricarán, la calidad de la pieza que se desea obtener, el tipo de uso del producto terminado, el diseño del producto, la máquina Termoformadora que se posea y la tecnología que se tenga al alcance. El proceso de termoformado permite realizar lotes de pocas piezas así como lotes de grandes cantidades de piezas, productos terminados con rangos de tolerancia mínimos y otros en los que no importa la tolerancia como en productos de publicidad.

Dependiendo de estos factores las matrices son construidas con diferentes materiales, por ejemplo:

1.3.4.1. Madera MDF (Fibras de mediana densidad)



Figura 1.16 Planchas de MDF

Fuente: <http://www.sydenhamstimber.co.uk/Files/Images/mdfsmall.jpg>

El MDF “es un tablero de fibras de madera de pino radiata unidas por adhesivos urea-formaldehido. Las fibras de madera son obtenidas mediante un proceso termo-mecánico y unidas con adhesivo que polimeriza mediante altas presiones y temperaturas”.(Fuente: Empresa maderera MASISA) Sus siglas significan “Medium Density Fibreboard” que en español quiere decir “tablero de fibra de mediana densidad”. La ventaja de este material es que puede ser maquinado con fresas de filo de widia a altas RPM, el acabado superficial es regular y si es necesario realizar correcciones manuales con herramientas como un formón o limas se las realiza sin ninguna dificultad.

Se parte con el uso de planchas de madera, se secciona el formato de la plancha de acuerdo al tamaño de la matriz, se procede a dar forma en dos

dimensiones con el uso de herramientas por ejemplo un cierra de cinta o una máquina fresadora que puede ser manual o de control numérico CNC, y los acabados se los da con masilla automotriz Mustang.

1.3.4.2. Masilla Mustang



Figura 1.17 Masilla Mustang

Fuente: Industria Cóndor

Es un producto de dos componentes a base de resina poliéster, carbonato de calcio y peróxido de cobalto. Sus principales características son su gran capacidad de relleno, excelente adhesión, fácil lijado, secado rápido y alta

resistencia a impactos. Este producto fue desarrollado para corregir imperfecciones e irregularidades en superficies metálicas. En el termoformado se la utiliza para la realización de matricería ya que permite realizar acabados finales de mejor calidad con una superficie homogénea. También se adhiere muy bien al MDF y permite realizar variaciones modificando las dimensiones del molde de una forma simple y con herramientas elementales como una lima, lija, estiletes, brocas, etc.

1.3.4.3. Resinas poliéster

Se la utiliza cuando el molde a elaborar parte de una pieza previamente fabricada en la que se fundirá la nueva matriz. Para su fabricación, se procede a realizar una base para la pieza en la que se fundirá, con el fin de lograr un nivel en su superficie y obtener mayor firmeza para facilitar el colado de la resina. La resina debe estar previamente preparada con el catalizador y endurecedor en las proporciones recomendadas por el fabricante, aunque en algunos casos por la forma de la pieza es necesario retardar o apresurar el secado de la resina para evitar cuarteaduras o fisuras en el momento del curado. Previamente se coloca una capa de alcohol poli vinílico como desmoldante y se procede a colar la resina.

Otra forma de fabricar moldes con resinas es mediante un maquinado. Se funde un bloque de resina sobredimensionado con respecto a las medidas finales del molde y se lo maquina ya sea en fresadora, torno, taladros, etc.

1.3.4.4. Aluminio

Los moldes de aluminio son óptimos para producir grandes tirajes de piezas.

Se los utiliza para la fabricación de termoformados del sector alimenticio. Por ejemplo tarrinas, vasos desechables, platos desechables, empaques para tortas, empaques para postres o en general para comidas para llevar. También se los aplica en la industria automotriz en la fabricación de parachoques, guarda polvos, tapicería interna, fenders, over fenders, cobertores de baldes de camionetas que son unas matrices muy grandes.

Su característica principal es que tienen un sistema de enfriamiento por agua. En todo su interior existen conductos por donde circula agua o refrigerante y como la mayoría de sistemas de enfriamiento industrial el agua circula a través de un circuito con torres de enfriamiento y continúa el flujo hacia el interior de la matriz con el líquido ya enfriado.

Para fabricar estos moldes primero se funde el bloque de aluminio con sus respectivas medidas. Previo a la fundición se coloca tubería por todos los lugares necesarios para conseguir un enfriamiento óptimo durante el proceso de termoformado. Este dato se lo obtiene mediante softwares de simulación específicos para la fabricación de matricería. Una vez realizada la fundición se procede a maquinar la pieza de aluminio, ya sea en máquinas manuales o en máquinas de control numérico.

1.3.5. Sistema de enfriamiento

El enfriamiento es un paso muy importante en el termoformado. Al calentarse la lámina rígida termoplástica hasta la temperatura de termoformado, toma una consistencia flexible para que se facilite el moldeo, luego hace contacto con la matriz y es sometida a fuerzas de succión. Una vez formada la lámina se espera un determinado tiempo para realizar el enfriamiento y luego se baja la temperatura de la lámina para mantener la nueva forma de esta. Es muy importante mantener la succión y el contacto de la lámina con la matriz durante el enfriamiento para que el material no tienda a regresar a su forma original de lámina. Una vez enfriado el material hasta un estado sólido rígido se procede con el desmolde de la pieza termoformada.

El principal método de enfriamiento es mediante aire. En la mayoría de máquinas de termoformado el enfriamiento se lo realiza con ventiladores dirigidos a la lámina. Es un método simple y a la vez el más efectivo.

1.3.6. Sistema lámina prensa

Son dos marcos metálicos uno sobre otro que tiene la función principal de sostener la lámina plástica. Además evita la formación de arrugas y pliegues en el proceso gracias a que mantienen la lámina tensada y firme. Tienen la característica de ser regulables, es decir se recorren los perfiles metálicos con el objetivo de variar el área de sujeción. Por lo general se utilizan perfiles rectangulares de 1" x 3". El lado de 1" es el que hace contacto con la lámina

1.3.6. Tipos o técnicas de termoformado

Como indica la autora Ma. Laura Cornish existen varias técnicas de termoformar, la diferencia entre estas técnicas está en la manera en la que la lámina toma una nueva forma, por lo tanto entre las técnicas usadas se tiene:

“Por aire a presión, vacío, de forma mecánica o mediante la combinación de uno de los anteriores.” (CORNISH María, El ABC de los plásticos, ediciones UIA, 1997. Pag.97)

1.3.6.1. Moldeado al vacío:

Es el método que describe el principio básico del termoformado.

Se baja el marco con la lámina caliente y se aplica succión, así la pieza toma la forma del molde.

Los moldes usados son hembra o macho indistintamente.

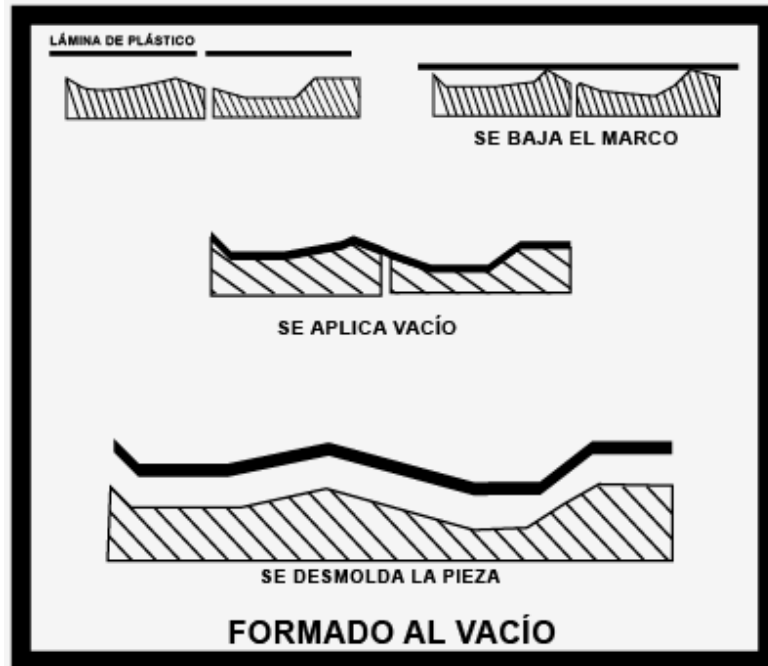


Figura 1.18 Formado al vacío

Fuente: El ABC de los plásticos

1.3.6.2. Formado por presión

En este tipo de termoformado el proceso es contrario al mencionado anteriormente ya que en este, el aire presiona sobre la parte superior de la lámina contra el molde.

Este proceso puede resultar más barato ya que la temperatura de formación de la lámina es menor e invierte menor tiempo en el proceso.

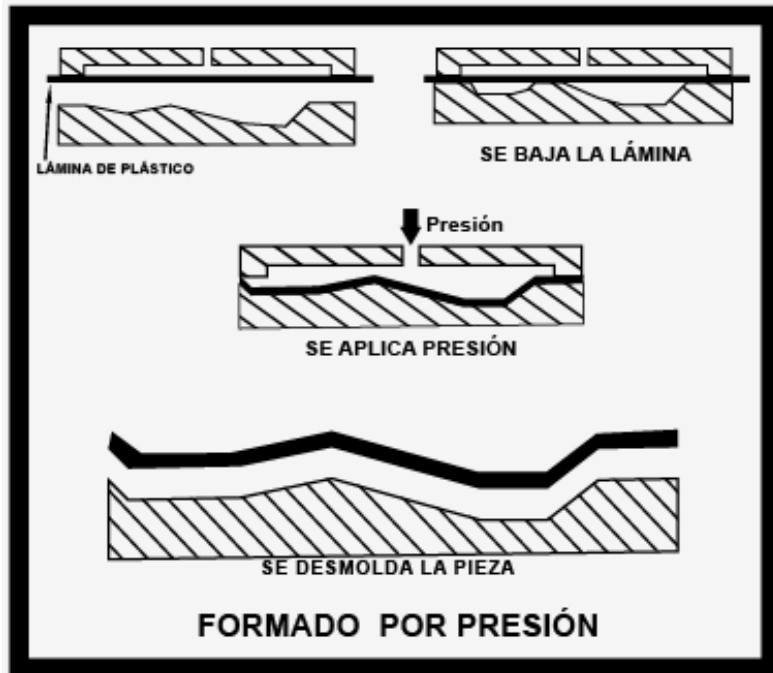


Figura 1.19 Formado por presión

Fuente: El ABC de los plásticos

1.3.6.3. Formado por estiramiento mecánico

En este proceso se baja la lámina quedando estirada sobre el molde. El borde del material forma un sello con la periferia y después se aplica la succión.



Figura 1.20 Formado por estiramiento mecánico

Fuente: El ABC de los plásticos

1.3.6.4. Formado con lámina sellada

Se empuja la lámina por medio de aire a presión contra la platina que se encuentra caliente y perforada hasta que alcance la temperatura adecuada, el molde se mueve para sellar su borde con la lámina plástica y ésta a su vez con la platina, al soplar aire a presión, la lámina adopta la forma del molde hembra, finalmente se presiona la lámina contra la platina para que las cuchillas del molde corten la pieza.

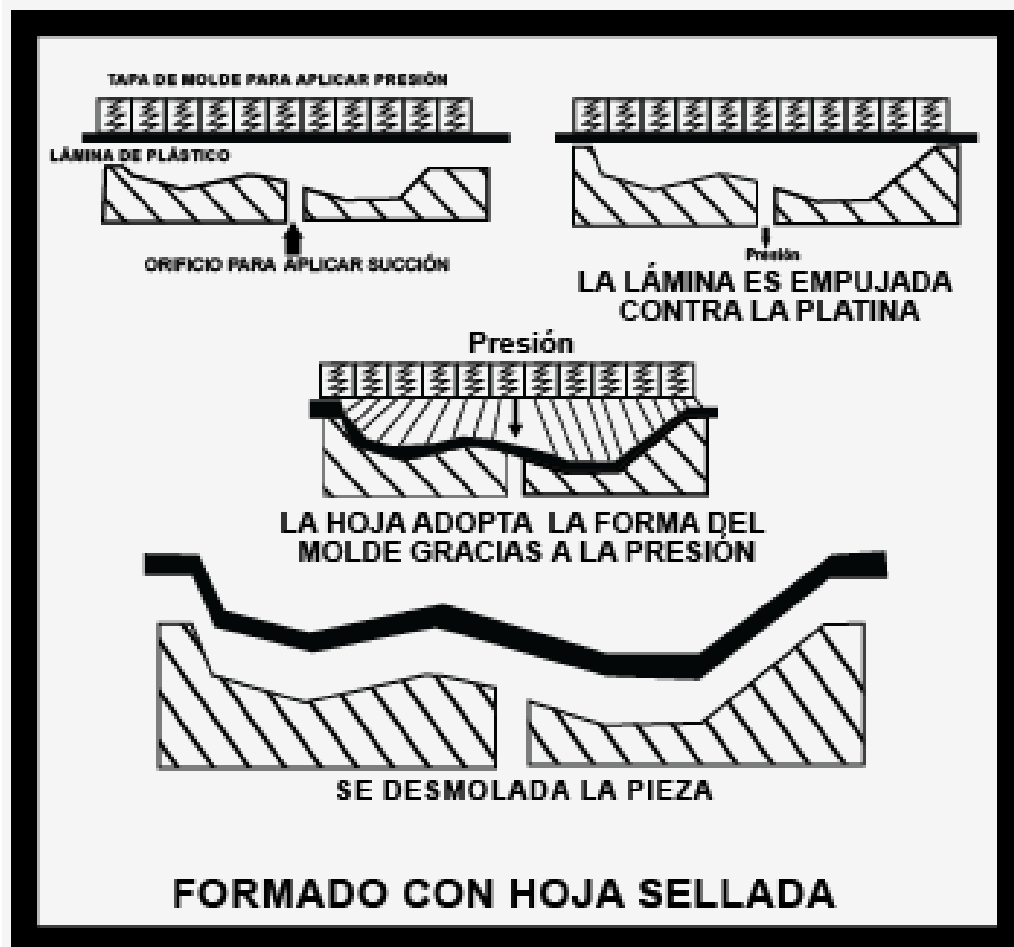


Figura 1.21 Formado con hoja sellada

Fuente: El ABC de los plásticos

1.3.6.5. Formado de resorteo

En este proceso hay una platina fija en donde se encuentra el molde positivo y una platina móvil que se traslada de un lugar a otro por un sistema de resortes o cilindros de aire. Una vez calentada la hoja, la platina móvil, baja la lámina haciendo contacto con el molde.

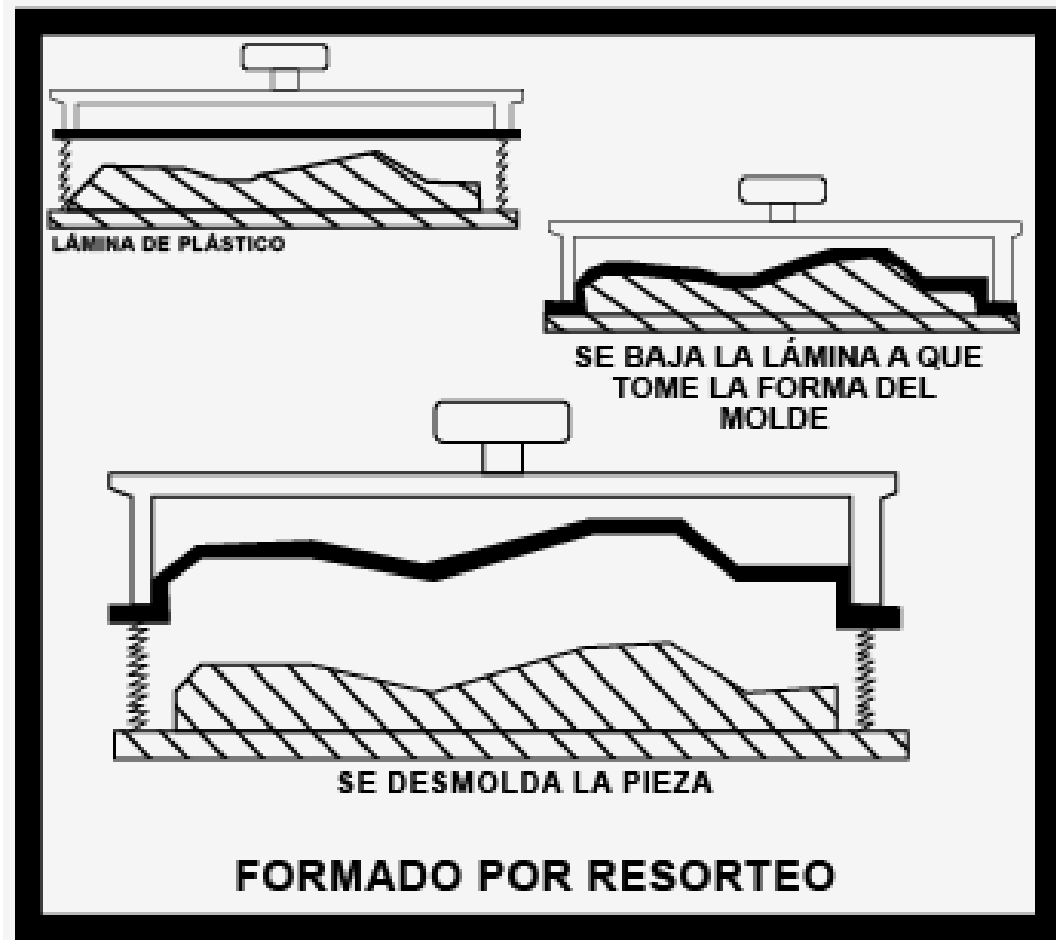


Figura 1.22 Formado por resorteo

Fuente: El ABC de los plásticos

1.3.6.6. Formado directo en cavidades

Para este proceso se utiliza un molde negativo, la lámina se coloca sobre la cavidad y se aplica presión o vacío y de esta manera adopta la forma del molde.

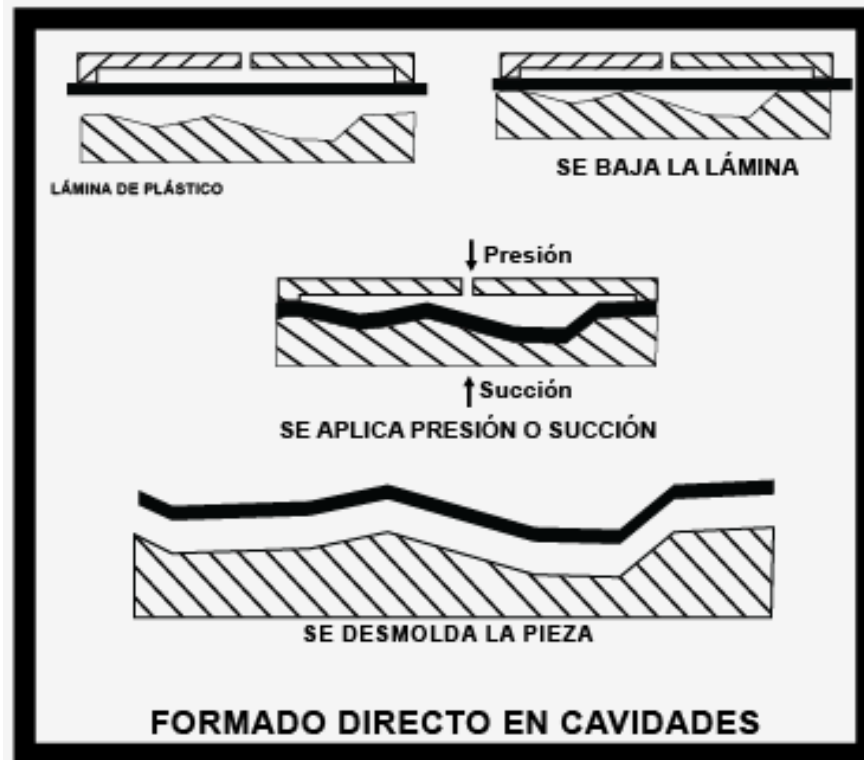


Figura 1.23 Formado directo en cavidades

Fuente: El ABC del Plástico

1.3.6.7. Formado con moldes emparejados

En esta técnica no se emplea presión ni vacío, La lámina caliente es formada mediante dos moldes emparejados.

Al colocar la lámina en la mitad de los dos moldes abiertos y posteriormente cerrados la lámina toma forma.

Es necesario que los dos moldes estén perfectamente alineados por lo que generalmente se utiliza un molde de material rígido y uno de material blando como silicon o caucho.

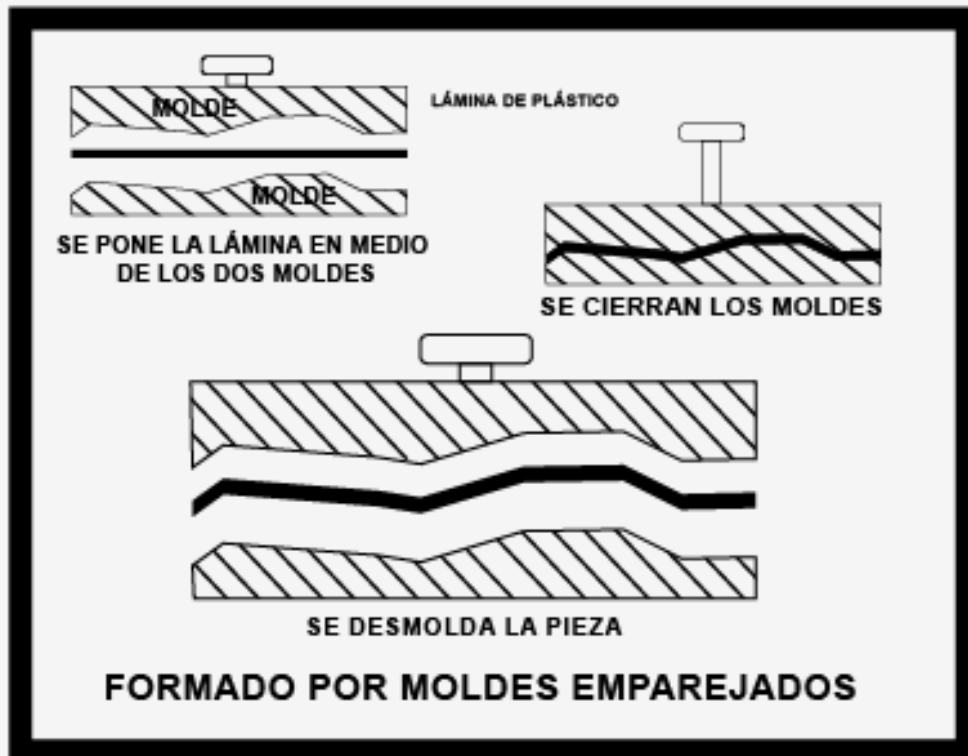


Figura 1.24 Formado por moldes emparejados

Fuente: El ABC de los plásticos

1.3.6.8. Formado con empujador

La lámina caliente se prensa al molde y el empujador baja forzando lámina dentro de la cavidad, al presionar el empujador contra la lámina, el aire debajo de ella se comprime haciendo que la lámina se pegue al empujador y así no toque los bordes del molde.

El empujador se detiene antes de que llegue al fondo y el aire es evacuado, transfiriendo así la lámina desde el empujador hasta el molde por la diferencia de presión. En todos los casos el empujador tiene formas redondas con radios grandes con el fin de evitar el arrastre excesivo de la lámina plástica previniendo la variación del espesor.



Figura 1.25 Formado con empujador

Fuente: El ABC de los plásticos

1.3.6.9. Formado por burbuja y presión de aire:

Para este proceso se calienta el material y se eleva el molde a que forme un sello con la lámina, mientras que sopla una burbuja, el empujador baja, distribuyéndola por la cavidad en una operación de boblamiento. Se aplica vacío para que la hoja tome la forma final.

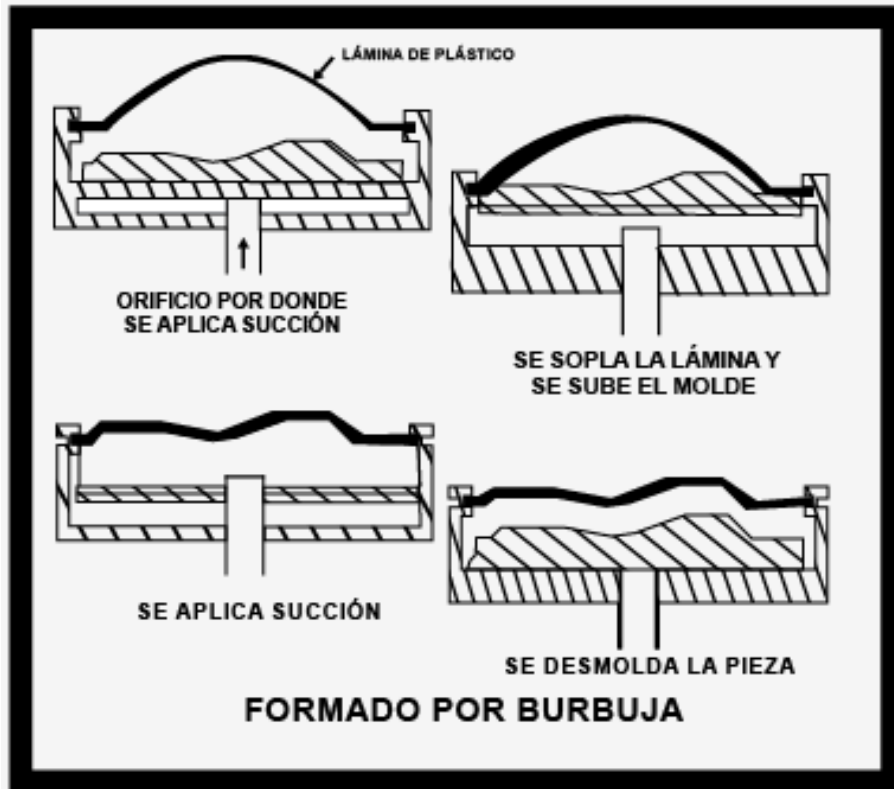


Figura 1.26 Formado por burbuja

Fuente: El ABC de los plásticos

1.3.7. Materiales

En el proceso de elaboración de productos termoformados, es posible el uso de cualquier polímero termoplástico. Dependiendo de sus propiedades térmicas y del calibre que se esté utilizando, variará el tiempo de calentamiento para llegar a un estado ahulado y por ende, termoformable.

En el siguiente cuadro se muestra las temperaturas adecuadas para termoformar los distintos polímeros.

Tabla 1.5 Características térmicas de los polímeros

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		
Poliétileno 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 (R.V.C.)	70	75	110	135-175	45	80
Policarbonato	130	140	160	180-230	95-120	140

Fuente: Plastiglas, Manual Técnico Termoformado

A continuación se presenta la codificación internacional para los distintos plásticos.

Tabla 1.6 Codificación internacional de los polímeros

TIPO DE PLÁSTICO	Poliétileno Tereftalato	Poliétileno de alta densidad	Policloruro de vinilo	Poliétileno de baja densidad	Polipropileno	Poliestireno	Otros
ACRÓNIMO	PET	PEAD/PEHD	PVC	PEBD/PELD	PP	PS	Otros
CÓDIGO	1	2	3	4	5	6	7

Fuente: El ABC de los plásticos

Elaborado por: El ABC de los plásticos

1.3.7.1. Tereftalato de Polietileno (PET)



Figura1.27 Simbología PET

Fuente: El ABC de los plásticos

Elaborado por: El ABC de los plásticos

El PET está formado sintéticamente con Etilenglicol más tereftalato de dimetilo, produciendo el polímero o poltericoletano. Como resultado del proceso de polimerización, se obtiene la fibra, que en sus inicios fue la base para la elaboración de los hilos para coser, y actualmente tiene múltiples aplicaciones como la fabricación de botellas de plástico que anteriormente se elaboraban con PVC.

Se endurece a la temperatura ordinaria y es muy resistente a la humedad, a los productos químicos y a las fuerzas mecánicas. Se usa en la fabricación de fibras, recubrimientos de láminas, etc.

Las resinas de poliéster (termoestables) son usadas también como matriz para la construcción de equipos, tuberías anticorrosivas, fabricación de pinturas. Para dar mayor resistencia mecánica suelen ir reforzados con cortante o también llamado endurecedor o catalizador.

1.3.7.2. Polietileno de alta y baja densidad



Figura 1.28 Simbología Polietileno de baja y alta densidad

Fuente: El ABC de los plásticos

Elaborado por: El ABC de los plásticos

El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Por su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas son producidas anualmente (2005) alrededor del mundo) es también el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes.

Aplicaciones:

- Películas para agro.
- Recubrimiento de acequias.
- Embasamiento automático de alimentos y productos industriales: leche, agua, plásticos, etc.
- Stretch film.
- Base para pañales desechables.
- Bolsas para suero.
- Contenedores herméticos domésticos.
- Tubos y pomos: cosméticos, medicamentos y alimentos.

- Tuberías para riego.

1.3.7.3. Policloruro de vinilo (PVC)



Figura 1.29 Simbología PVC

Fuente: El ABC de los plásticos

Elaborado por: El ABC de los plásticos

El policloruro de vinilo o PVC se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80°C y se descompone sobre 140°C. Cabe mencionar que es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama.

En la industria existen dos tipos:

- Rígido: para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente).
- Flexible: cables, juguetes, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados.

Entre sus características están su alto contenido en halógenos. Es dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental. Además, es reciclable por varios métodos.

Características:

Buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción.

Es estable e inerte por lo que se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad, por ejemplo los catéteres y las bolsas para sangre y hemoderivados están fabricadas con PVC.

Es un material altamente resistente, los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años como se comprueba en aplicaciones tales como tuberías para conducción de agua potable y sanitarios; de acuerdo al estado de las instalaciones se espera una prolongada duración del PVC así como ocurre con los marcos de puertas y ventanas.

Su alto contenido en cloro y aditivos convierten a este plástico en un veneno ambiental y para la salud en todo su ciclo de vida.

1.3.7.4. Polipropileno



Figura 1.30 Simbología Polipropileno

Fuente: El ABC de los plásticos

Elaborado por: El ABC de los plásticos

El polipropileno (PP) es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno), es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos.

1.3.7.5 Acrílicos

Son derivados del ácido acrílico, su propiedad extraordinaria es la transparencia excelente que lo hace competir con el vidrio en aplicaciones ópticas algunos ejemplos luces traseras de los automóviles comparación con el vidrio tiene resistencia a las ralladuras mucho menor.

1.3.7.6 Policarbonato



Figura 1.31 Simbología Policarbonato

Fuente: El ABC de los plásticos

Elaborado por: El ABC de los plásticos

Es un grupo de termoplásticos fácil de trabajar, moldear y termoformar, y son utilizados ampliamente en la manufactura moderna. Presenta gran resistencia a los impactos y a la temperatura

Aplicaciones:

- Óptica: usado para crear lentes para todo tipo de gafas.
- Electrónica: se utilizan como materia prima para cd, DVD y algunos componentes de los ordenadores.
- Seguridad: cristales antibalas y escudos anti-disturbios de la policía.
- Diseño y arquitectura: cubrimiento de espacios y aplicaciones de diseño.

1.3.7.7. Poliestireno



Figura 1.32 Simbología Polipropileno

Fuente: El ABC de los plásticos

Elaborado por: El ABC de los plásticos

El Poliestireno (PS) es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno. Existen tres tipos principales:

- El PS cristal, que es transparente, rígido y quebradizo.
- El PS de alto impacto, resistente y opaco.
- El PS expandido, el cual es muy ligero.

Las aplicaciones principales del PS de alto impacto y el PS cristal son la fabricación de envases mediante extrusión-termoformado y de objetos diversos mediante moldeo por inyección. La forma expandida se emplea principalmente como aislante térmico en construcción.

Aplicaciones:

El Poliestireno se utiliza principalmente en la fabricación de objetos mediante moldeo por inyección. Algunos ejemplos: carcasas de televisores, impresoras, puertas e interiores de frigoríficos, maquinillas de afeitar desechables,

juguetes. Según las aplicaciones se le pueden añadir aditivos como por ejemplo sustancias ignífugas o colorantes.

El Poliestireno cristal se utiliza también en moldeo por inyección allí donde la transparencia y el bajo coste son importantes. Ejemplos: cajas de CD, perchas, cajas para huevos.

Otra aplicación muy importante es en la producción de espumas rígidas, denominadas a veces "Poliestireno extruido" o XPS, a no confundir con el Poliestireno expandido EPS. Estas espumas XPS se utilizan por ejemplo para las bandejas de carne de los supermercados, así como en la construcción.

El Poliestireno es uno de los materiales más utilizados para termoformado debido a que su costo es bajo y es el polímero termoplástico más fácil de termoformar. Se lo utiliza en piezas para la agricultura, placas y paneles de torres de enfriamiento, piezas automotrices, carcasas de maquinarias agrícolas y de máquinas y equipos para la medicina, paneles internos de enfriadores y refrigeradoras, productos desechables para alimentos como vasos, tapas de vasos con ranuras para meter sorbetes, tarrinas y tapas de tarrinas, entre otras.

En la empresa LATERMEC el Poliestireno es el polímero termoplástico más utilizado y sobre el que más experiencia tiene. Se trabaja en láminas de espesores desde 410micras o 0,41mm hasta 7mm. Además se puede adicionar una gran variedad de pigmentos también conocidos como "masterbach".

1.3.8. Productos termoformados

El diseño de formas termoformadas, es infinito al igual que la imaginación, el uso industrial de éste es bastante amplio, y presenta varias ventajas, su producción puede darse tanto en pequeñas como en grandes cantidades haciendo adecuaciones al material y a la matricería.

El uso del termoformado se puede presentar en la industria publicitaria, automotriz, alimenticia, médica e infinidad de empaques para distintos productos de los cuales los más comunes son los BLISTERS, esta área es la que tiene mayores volúmenes de producción, y se utiliza para el empaqueo de alimentos, autopartes, cosméticos, juguetes etc.



Figura 1.33 Blíster

Fuente: LATERMEC

Elaborado por: LATERMEC

En la industria alimenticia el termoformado se utiliza para la fabricación de platos y vasos para la comida “rápida” como para los empaques de verduras,

huevo, frutas, carnes frías, etc. En la imagen 7 se encuentran ejemplos de empaques para chocolates, para frascos y vasos plásticos.



Figura 1.34 Recipientes y nidos termoformados

Fuente: LATERMEC

Elaborado por: LATERMEC

En la industria automotriz se encuentra piezas fabricadas por termoformado.

Externamente una de las piezas que en ciertos casos son termoformadas son los parachoques delanteros, guarda lodos o guarda fangos y over fenders. También se termo forman piezas internas de tapicería como los paneles de las puertas y algunas partes del tablero de instrumentos. En la imagen 8 se puede ver guardafangos y over fenders de Vitara



Figura 1.35 Partes automotrices

Fuente: LATERMEC

Elaborado por: LATERMEC

En publicidad puede ser utilizada 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.



Figura 1.36 Termo formados publicitarios

Fuente: LATERMEC

Elaborado por: LATERMEC

En la línea blanca se utiliza el termoformado para recubrimiento de refrigeradores, lavaplatos, para gabinetes de televisión, radio, ventiladores, etc.

CAPÍTULO 2

El presente capítulo aborda la metodología que se utilizó para llegar a la materialización de los Over fenders propuestos. En primera instancia y sin investigación sobre el proceso de diseño y fabricación de los mismos, se pensó en utilizar una tecnología disponible en la Planta industrial de la empresa LATERMEC, en este caso CNC “Control numérico computarizado”, que es una máquina ruteadora de madera que permite ingresar datos que luego procesa para obtener piezas de madera con un perfil pre determinado, las formas que se podían obtener eran limitadas en el sentido que era imposible cortar dando doble curvatura a la madera en todos sus ejes por lo que limitaba el proceso de modelado. Dada la poca amigabilidad de esta técnica para la elaboración de piezas que formalmente presentan un aspecto orgánico se decide hacer una investigación sobre los procesos de modelado que utilizan las grandes empresas automovilísticas para dar forma a sus ideas. Los pasos previos a la elaboración del diseño de un automóvil exigen determinados factores para su configuración, para esta investigación se centró en aquellos factores técnicos productivos, haciendo énfasis en todos aquellos procesos que preceden al diseño final con sus materiales finales, encontrándose que el material que da forma a la idea de un carro es la ARCILLA por su plasticidad y por ser un material noble que permite el modelado de cualquier pieza con su respectivo detalle, tema del cual se habla más adelante.

Para el presente trabajo y debido a que forma parte del proceso investigativo se hace necesario hablar del proceso CNC, y sobre cómo se

pretendía desarrollar el producto, todo esto con la finalidad de no dejar al margen procedimientos que fueron claves ya que se presentaron como las primeras ideas.

2.1. Proceso de modelado mediante la utilización de CNC

El principal requerimiento para poder desarrollar y fabricar una pieza física, indistintamente del material y su uso, es un bosquejo de donde se pueda partir con una idea clara de lo que se quiere producir. Los métodos o recursos que se apliquen varían de acuerdo a las herramientas que se dispongan. En este caso se ha decidido realizar el bosquejo en el programa de ilustración gráfica “Adobe Ilustrador CS4”.

A continuación se detallará brevemente los pasos que se seguirán para definir y plasmar la idea del autor en un concepto visual real.

Después de consultar con varios diseñadores profesionales se llegó a la conclusión de que se calcarán fotografías del vehículo por sus líneas principales como por ejemplo el perfil, las líneas del capó, puertas, vidrios, techo, faros, mascarilla, aros y neumáticos es decir líneas que permitirán reconocer al vehículo a simple vista y en proporciones reales.

La herramienta del Adobe Ilustrador que se utilizará es la “pluma”. Esta permite realizar segmentos de línea rectos y curvas con gran facilidad.

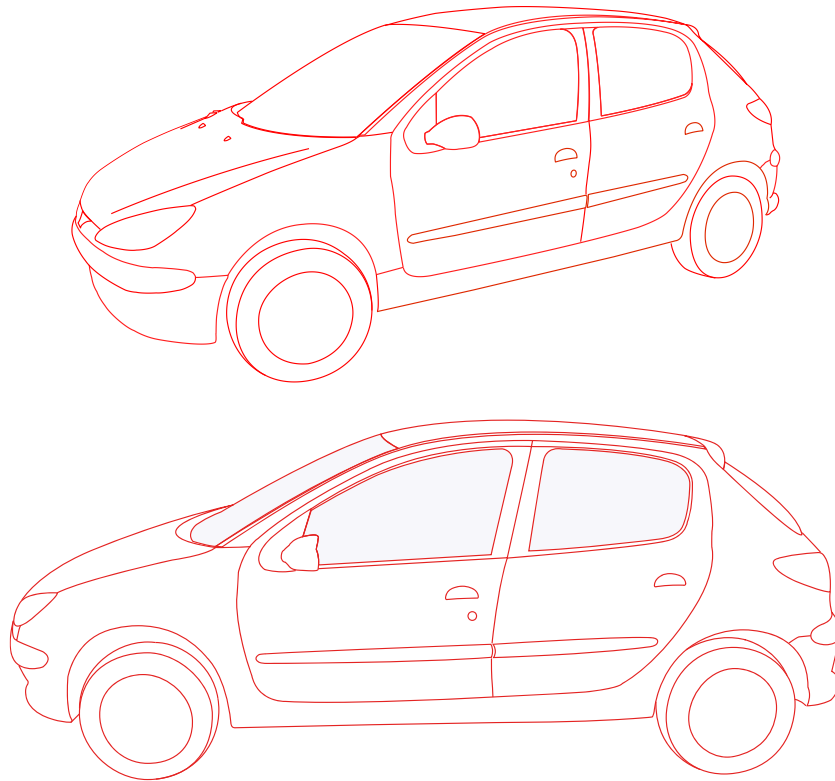


Figura 2.1 Bosquejo del vehículo

Fuente: César Calderón Garrido

Una vez calcado se tomará imágenes de otros vehículos que posean over fenders para tener una referencia y poder realizar un montaje de los mismos en el Peugeot. En este caso se eligió como referencia la imagen de un Audi S3 de rally debido a que el diseño de sus over fenders es simple pero a la vez deportivo, agresivo y permite mantener las líneas elegantes del modelo original.



Figura 2.2 Audi A3 Quattro Rallycar

Fuente:

http://fc06.deviantart.net/fs32/f/2008/226/0/b/Audi_A3_Quattro_Rally_by_hussain1.jpg

El siguiente paso consistió en realizar el montaje del diseño de los over fenders en la imagen calcada del Peugeot 206. Para comenzar se tomó como referencia las curvas originales de los guardafangos, se realizó una copia del perfil del arco, se varió la escala y se mantuvo el paralelismo de un arco respecto al otro y de acuerdo con la perspectiva de la imagen se los ubicó.

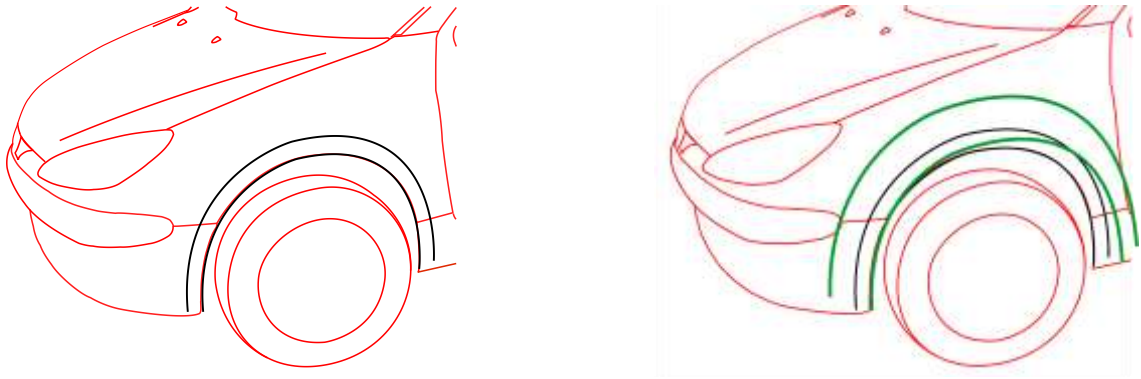


Figura 2.3 Trazos iniciales para el diseño de los over fenders

Fuente: César Calderón Garrido

Finalmente se realizaron los trazos que definen la primera idea o bosquejo de lo que serían los over fenders plásticos termoformados montados en el vehículo.

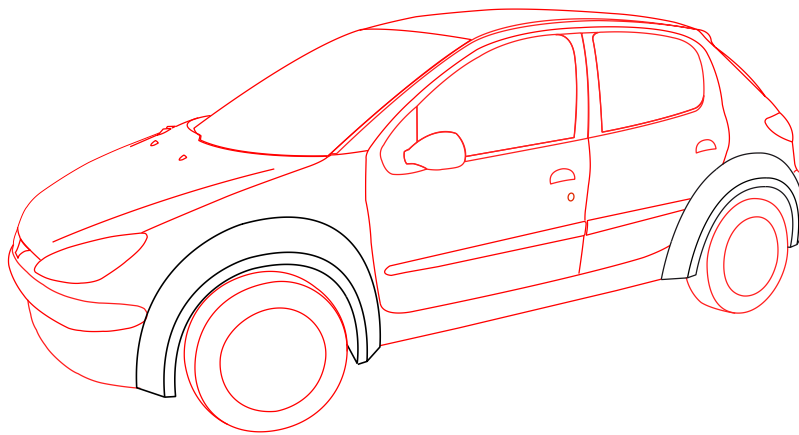


Figura 2.4 Trazos de los over fenders sobre el vehículo (vista en perspectiva)

Fuente: César Calderón Garrido

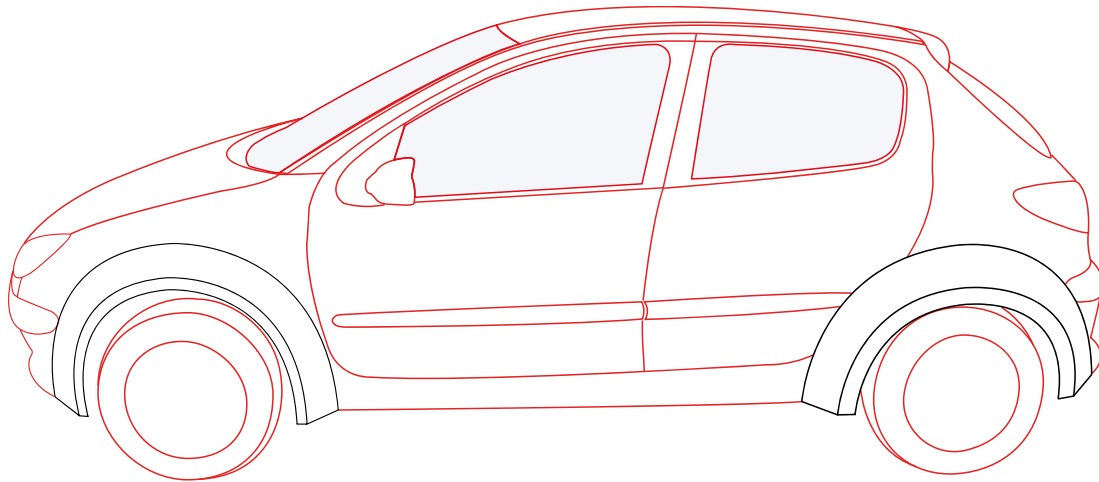


Figura 2.5 Trazos de los over fenders sobre el vehículo (vista lateral)

Fuente: César Calderón Garrido

En esta etapa del diseño técnico se procederá con el planteamiento de las piezas de una forma más concreta. Se realizará una toma de datos de las dimensiones del vehículo, específicamente de los guarda fangos delanteros, traseros, izquierdos y derechos. Posteriormente se trasladarán las medidas tomadas a planos finales en dos dimensiones, los que serán realizados en el programa AutoCAD Mechanical 2009 la realización de los over fender en el programa Autodesk INVENTOR y se obtendrán las piezas modeladas en 3D. Se ingresará las características físicas y mecánicas del material plástico del que estarán fabricados estos elementos. Se realizará una simulación de esfuerzos en el supuesto que los over fenders sean golpeados por una fuerza equivalente a la de una colisión y se analizará la mejor opción en cuanto a la geometría adecuada para lograr obtener cierta absorción de impacto en el caso de una colisión real.

2.1.1. Aplicación del bosquejo a medidas reales

2.1.1.1. Toma de medidas

Es importante analizar la forma en que se realizara las mediciones para obtener datos precisos y evitar que la pieza termoformada terminada tenga problemas para encajar en el vehículo.

En esta etapa interviene la materia de Metrología que es la ciencia que estudia los sistemas de medidas. Tiene dos etapas principales que son: el resultado de la medición y la incertidumbre de la medida. (Fuente: Materia de Metrología de la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador.)

Para obtener medidas precisas se procederá a realizar mediciones por tres veces y se sacará un promedio.

Los instrumentos de medición que se utilizarán son: una escuadra con el fin de tomar medidas perpendiculares a la superficie de referencia, regla metálica de 1m que tienen la ventaja de ser rígidas lo cual ayuda a la precisión de la medición, y un flexómetro para medir elementos que intervendrán en la fabricación como por ejemplo piezas de madera.

También se tendrá la precaución de que el observador este alineado de forma horizontal con el punto del arco que coincide con la escuadra con el fin de minimizar errores de medición.

En esta etapa se adaptó el método de medición de acuerdo a la geometría del vehículo y a los limitantes de forma y espacio que se presentaron. Por ejemplo se encontró que el arco de la lata tiene varios centros con distintos radios por lo que era complicado trazar el arco con elementos tipo compas. Por lo tanto se decidió fijar una superficie o nivel de referencia para cada eje y se la dividió en siete partes, seis de ellas de 10cm y la restante en la distancia sobrante.

A continuación se describirán los pasos que se siguieron para la toma de medidas.

- a) Se retiró el neumático.
- b) Se fijó un nivel de referencia.



Figura 2.6 Paso 1 para toma de medidas

Fuente: César Calderón Garrido

- c) Se tomó medidas con una escuadra a diferentes alturas del arco del guarda fango con respecto al nivel de referencia.

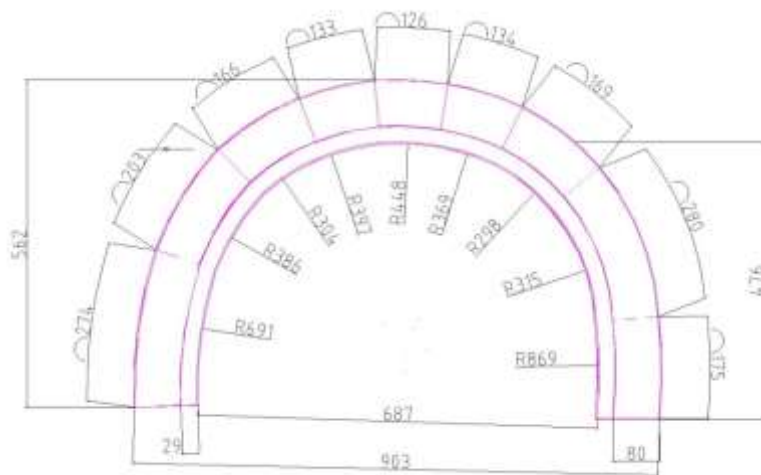


Figura 2.7 Medidas arco delantero

Fuente: César Calderón Garrido

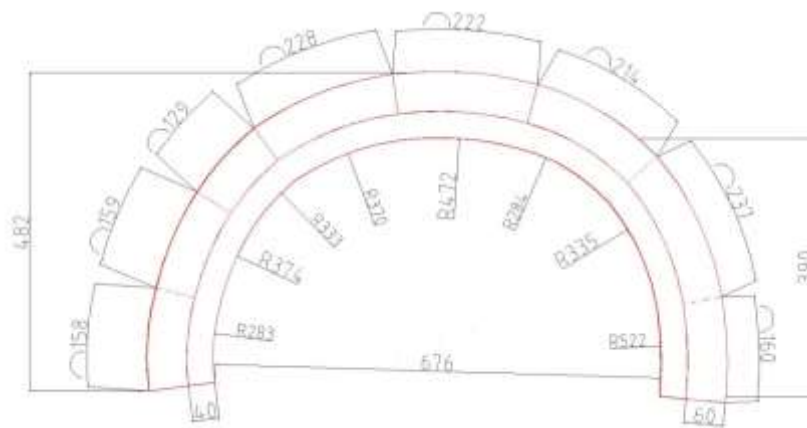


Figura 2.8 Medidas arco posterior

Fuente: César Calderón Garrido

d) Se tomó medidas de las áreas limitantes para la superficie del over fender.

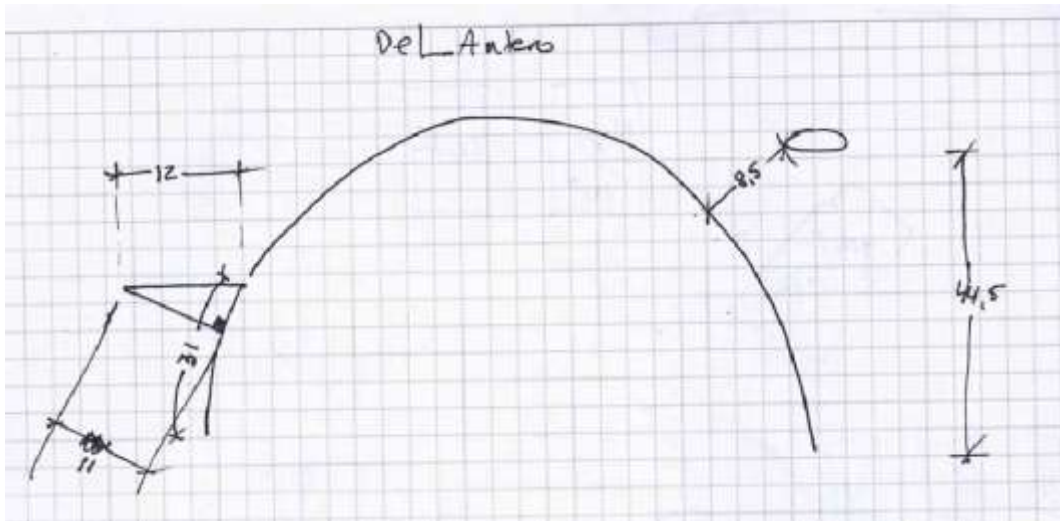


Figura 2.9 Medidas limitantes del arco delantero (cm)

Fuente: César Calderón Garrido

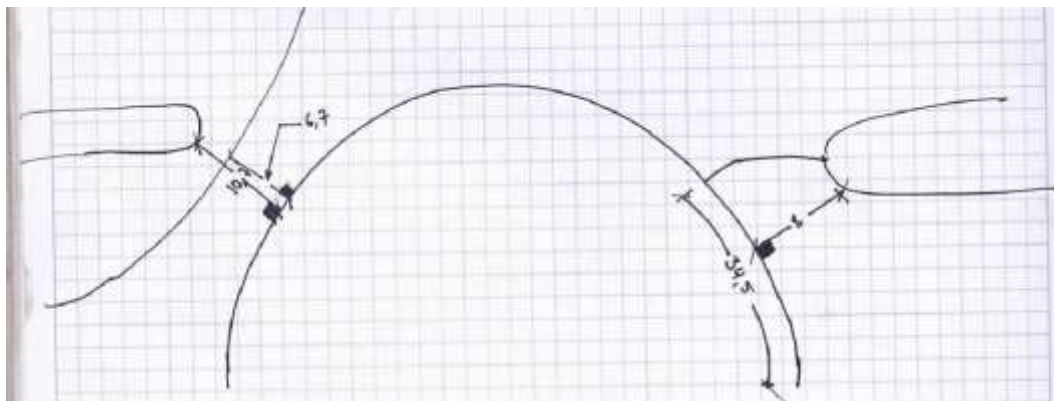


Figura 2.10 Medidas limitantes del arco posterior (cm)

Fuente: César Calderón Garrido

2.1.2. Planos mecánicos realizados en AutoCAD

Los planos mecánicos realizados son aquellos correspondientes a la matricería. Se partió de la matricería ya que es el elemento que determinó la forma final del producto plástico.

Con las medidas establecidas y la silueta del arco principal definido se procedió a la realización de los planos mecánicos. El siguiente arco es el que definió la forma principal de los over fenders y en base a este se procedió con el desarrollo. Primero se analizaron las medidas generales de acuerdo al boceto planteado, a las limitantes de la carrocería, sus accesorios y el espacio del que se dispone para decidir cuál es el ancho de arco máximo de los over fenders.

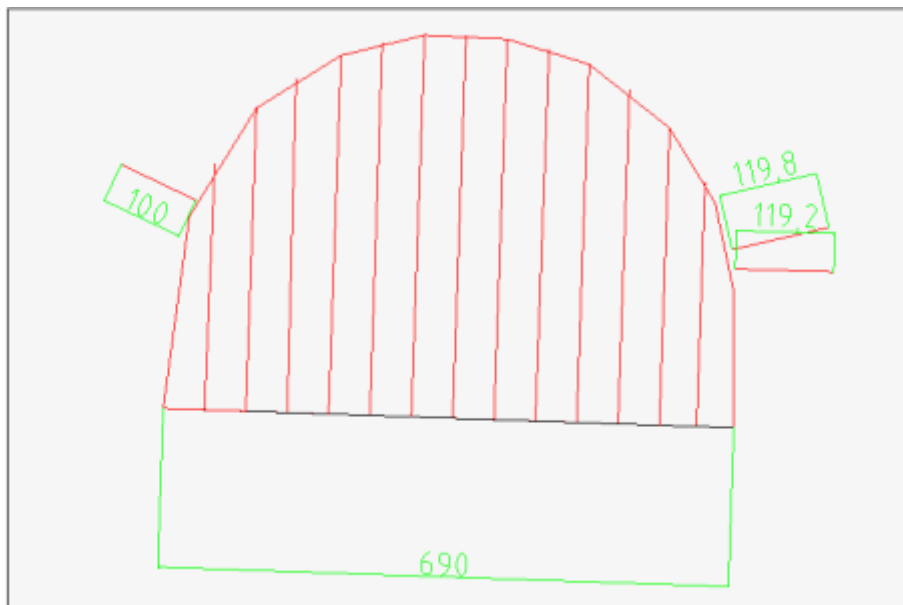


Figura 2.11 Digitalización de las medidas para la elaboración del plano

Fuente: César Calderón Garrido

Para facilitar la construcción del arco se utilizó una fotografía tomada perpendicularmente al plano del arco del guarda fango y sobre esta se trasladaron las medidas de las alturas y el nivel de referencia.



Figura 2.12 Nivel de referencia

Fuente: César Calderón Garrido

Una vez definidos los arcos principales se realizó un offset hacia el lado externo del arco. Se definió una medida de 100mm para el ancho de este.

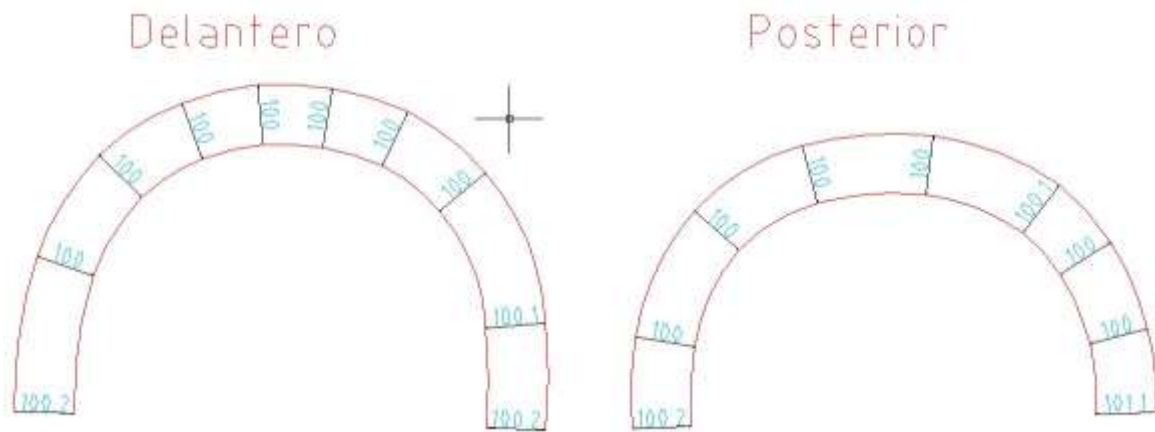


Figura 2.13 Forma básica de los over fenders

Fuente: César Calderón Garrido

Lo siguiente será definir la forma del sólido y la profundidad de este. Es necesario que tenga una forma que vaya de la mano con el diseño de la carrocería y de la profundidad dependerá mucho el aspecto final. No puede ser un over fender muy extendido porque los neumáticos quedarán metidos en la carrocería. Tienen que ser ligeramente extendidos para que el ancho total de la carrocería se vea acorde con el ancho total de los ejes con sus neumáticos respectivamente.

Se definió las siguientes medidas y forma de los over fenders.

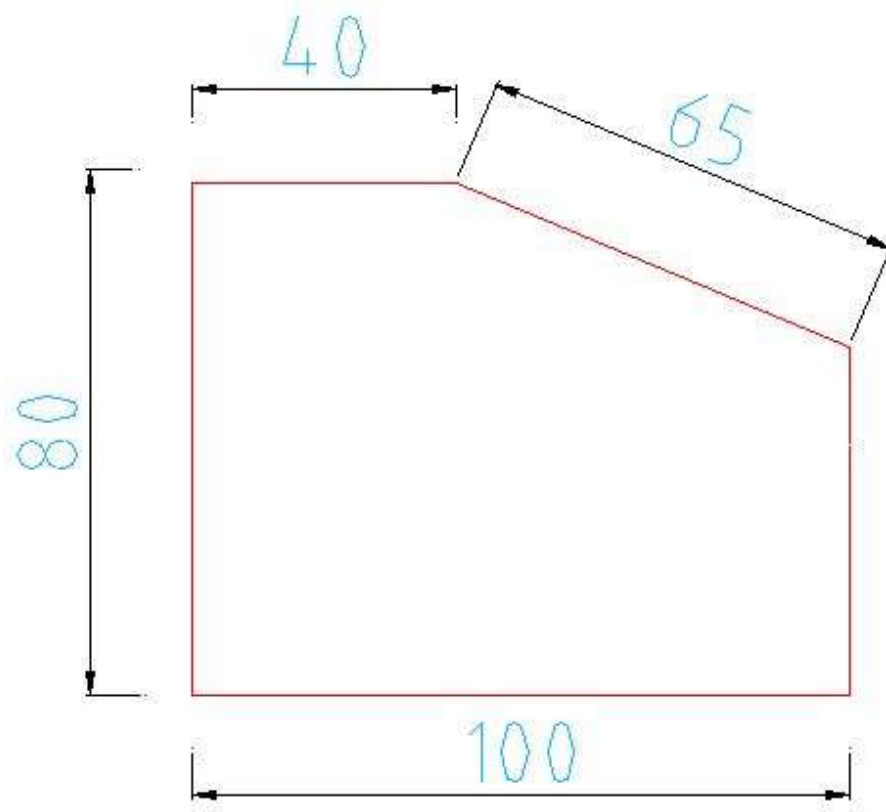



Figura 2.14 Perfil de los over fenders

Fuente: César Calderón Garrido

Este es el plano del perfil definido del over fender.

El siguiente paso consistió en extruir este plano a lo largo de los dos arcos definidos. La herramienta a utilizar es “sweep” 

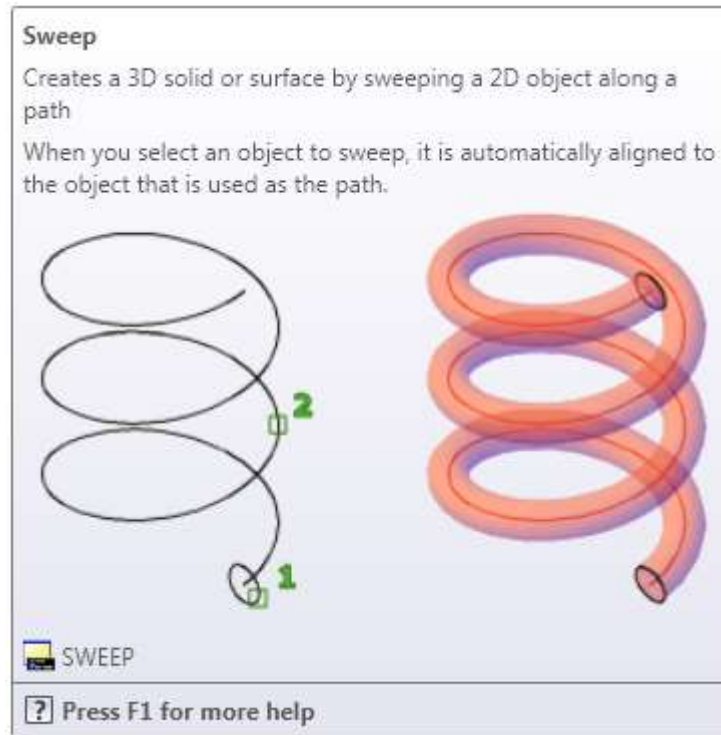


Figura 2.15 Herramienta de AutoCAD “Sweep

Fuente: AutoCAD

Esta herramienta sirve para crear sólidos o superficies 3D mediante el “barrido” de un objeto 2D a lo largo de una trayectoria.

A continuación se detallarán los pasos a seguir para realizar el sólido 3D del molde.

- Primero se ubicaron los dos arcos, delantero y posterior, y el plano del perfil.

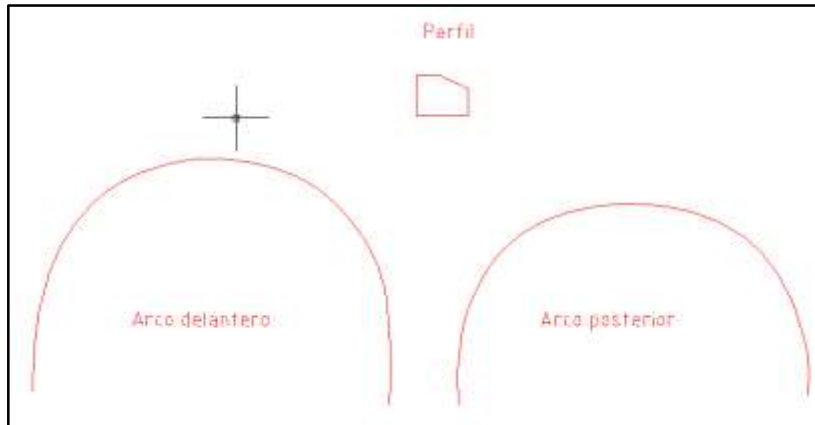


Figura 2.16 Sweep paso 1º


Fuente: César Calderón Garrido

- Se procedió a ubicar el perfil en uno de los extremos de cada arco.



Figura 2.17 Sweep paso 2º

Fuente: César Calderón Garrido

- Se seleccionó la herramienta 3D Rotate  que permite rotar un objeto sobre un eje. Se seleccionó el eje.

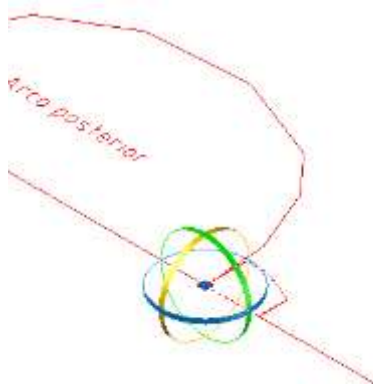


Figura 2.18 Sweep paso 3º

Fuente: César Calderón Garrido

- Se determinó el ángulo hacia donde se quiere girar, que en este caso es de 90°

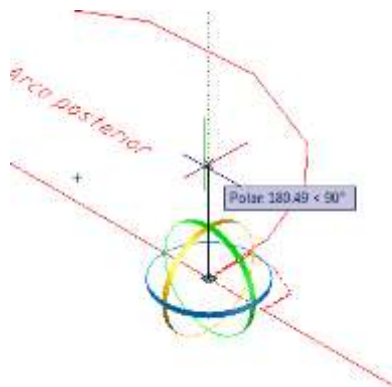


Figura 2.19 Sweep paso 4º

Fuente: César Calderón Garrido

- El perfil se colocó perpendicularmente al arco.

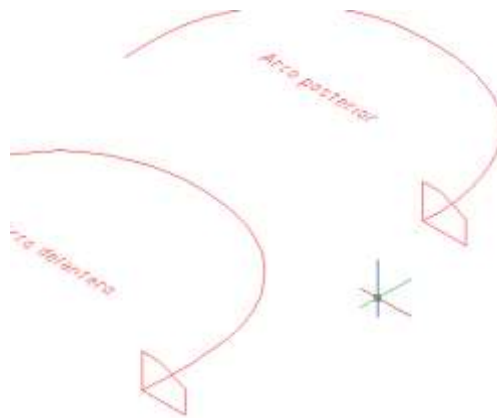



Figura 2.20 Sweep paso 5º

Fuente: César Calderón Garrido

- Finalmente se procedió a realizar el 3D con la herramienta sweep .
- Una vez seleccionada la herramienta, se selecciona el objeto.

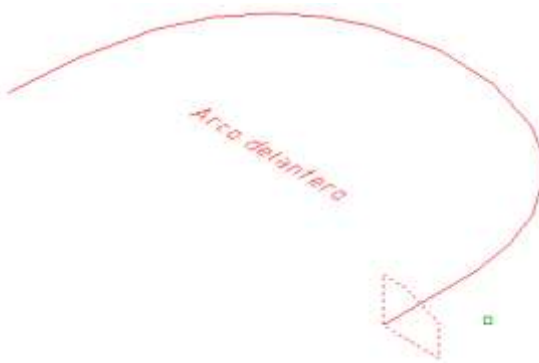


Figura 2.21 Sweep paso 6º

Fuente: César Calderón Garrido

- Luego se seleccionó la trayectoria.

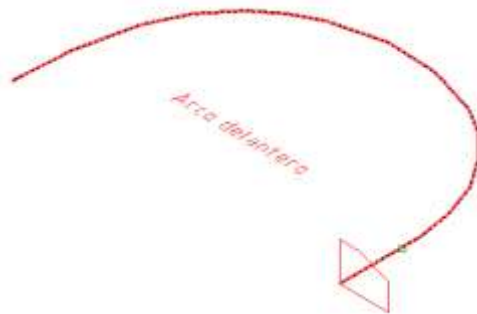


Figura 2.22 Sweep paso 7º

Fuente: César Calderón Garrido

- Finalmente se generó el objeto 3D.

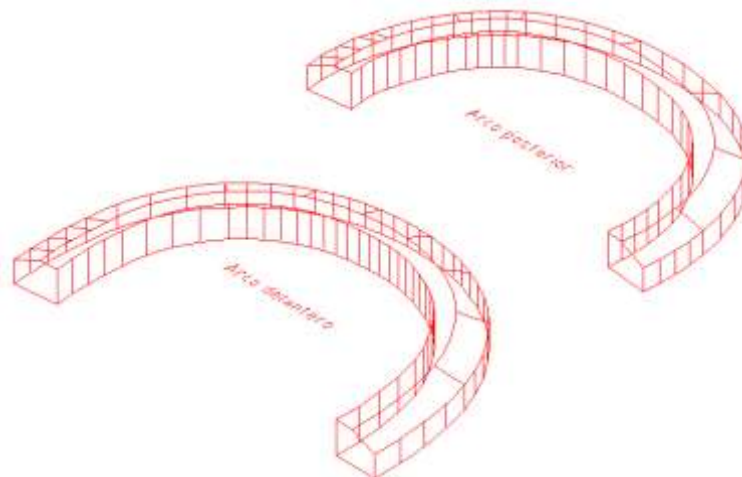


Figura 2.23 Sweep paso 8º

Fuente: César Calderón Garrido

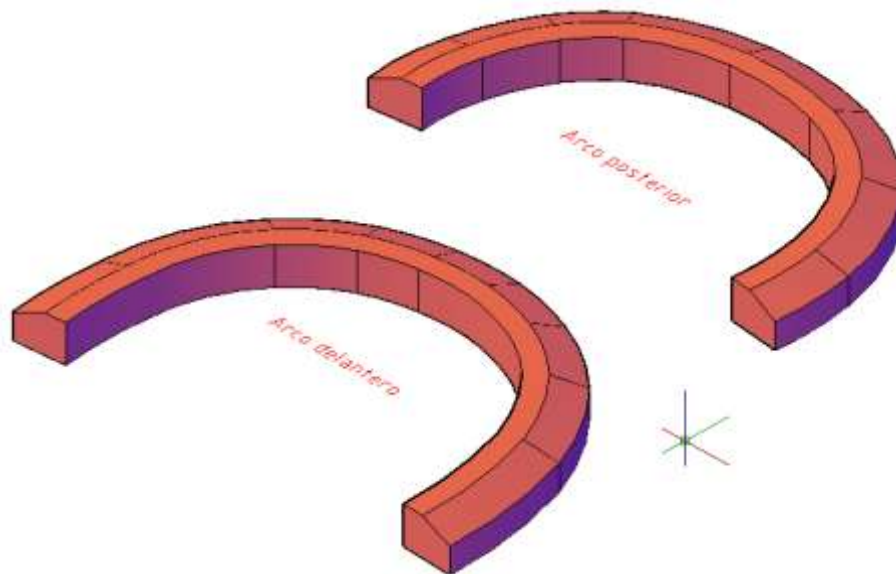


Figura 2.24 Sweep paso 9°

Fuente: César Calderón Garrido

Con estos antecedentes se procedió al modelaje de la matricería que es un aspecto importante en la fabricación de una pieza termoformada.

2.2 Selección de materiales

Los materiales principales que se utilizaron son tableros de madera MDF y masilla automotriz Mustang.

El MDF se lo utilizará debido a que es un material duro que no se deforma y a la vez es fácil de trabajar ya que con lija, estilete, formón o cualquier herramienta de corte se lo puede trabajar.

En la empresa LATERMEC también utilizan este material como relleno de moldes ya que es sólido y económico.

La masilla Mustang automotriz es una mezcla de resina epóxica, carbonato de calcio, endurecedor y catalizador. Es una mezcla líquida que una vez endurecida es bastante fácil trabajarla al igual que el MDF. Se la utiliza como cuerpo principal del molde y como material superficial.

Este material junto con el MDF son las principales materias primas seleccionadas para este proyecto.

2.3. Proceso de fabricación de la matricería

Para proceder con la fabricación de la matricería se necesitó los planos técnicos de la misma en los cuales se indicaba la forma y ubicación de todas sus partes. Son la referencia que se utilizó para armar la estructura o cuerpo del molde con diferentes piezas de MDF previamente maquinadas con una máquina ruteadora CNC de 3 ejes.

Los pasos que se siguieron para la fabricación de la matricería fueron:

1. Se ruteo la estructura del molde en madera MDF.
2. Se ensambló las piezas de madera ruteadas.
3. Se realizó los rellenos y acabados finales con masilla Mustang y finalmente se ubicó los moldes en una base de madera que en última instancia pretendía ser termoformada.

A continuación se detallarán los pasos.

2.3.1. Ruteado en máquina CNC

El ruteado o fresado CNC es un proceso de desbaste de material que se lo realiza en una máquina gobernada por un “control numérico computarizado” o CNC. Esto quiere decir que los movimientos de la herramienta con respecto al material están controlados por una computadora mediante un software que traduce los vectores de CAD al lenguaje CAM.

A continuación se puede observar una imagen y los datos técnicos de la máquina que se utilizará para el ruteado.



Figura 2.25 Máquina CNC Morbidelli U26

Fuente: LATERMEC

Elaborado por: El autor

Tabla 2.1 Datos técnicos de la máquina Morbidelli U26

MORBIDELLI U 26

Año de fabricación	1991
campo de trabajo X (mm)	3200
campo de trabajo Y (mm)	940
campo de trabajo Z (mm)	100
Electromandrín	1
motor principal kW	3
número de revoluciones máx. rpm	18000
Sistema de fijación de herramientas	MK2
broca vertical	9
mecha horizontal X	2
accesorio de sierra	Starr in X-Richtung
Mesa de la máquina	mesa de travesas
capacidad	
bomba vacío	80
Mando	TRIA 4000
conexión de aspiración mm	200
aire comprimido bar	6

potencia total de alimentación kW	9.5
espacio necesario largo x ancho x altura	
mm	4650x2300x2250
peso kg	1895

Fuente: Manual técnico de Morbidelli U26

Un requerimiento necesario para proceder a la utilización de la máquina Ruteadora es tener el dibujo o forma a cortar en un archivo de AutoCAD.

El primer paso fue abrir el archivo de AutoCAD para realizar una breve inspección de este. Se aseguró que todos los puntos o extremos de líneas y arcos estuvieren anclados o hechos poli línea con el fin de que al momento de rutear la máquina reconozca a las líneas como un solo elemento evitando que en cada punto, vértice o unión el cabezal se detuviera, se alce e ingrese a la misma posición para continuar hacia el siguiente punto y repetir los mismos pasos. Esto genera una demora innecesaria en el proceso.

Segundo, se abre el software de programación del ruteado de la máquina CNC. Este se llama "ASPAN" que es un programa integrado de CAD-CAM. Se importa el archivo desde AutoCAD y se procede a realizar el programa de ruteado de las piezas. Al igual que el AutoCAD, el ASPAN tiene una serie de herramientas las cuales facilitan la construcción de los programas de ruteado o fresado. En este software prácticamente se define por donde pasará la herramienta fresadora. Es

decir, se elige la trayectoria de esta y también se define si pasará justo sobre la línea, afuera de la línea o por la parte interna de la línea.

También se ingresa el diámetro de la fresa para tomar en cuenta el área que será desbastada y así distribuir la ubicación de las piezas a rutear.

Una vez cumplidos estos pasos se procede a ubicar las medidas de las piezas de MDF en el área trabajo y se procede a hacer una simulación previa del ruteado.

En las imágenes a continuación se muestra cómo será la trayectoria del ruteado.

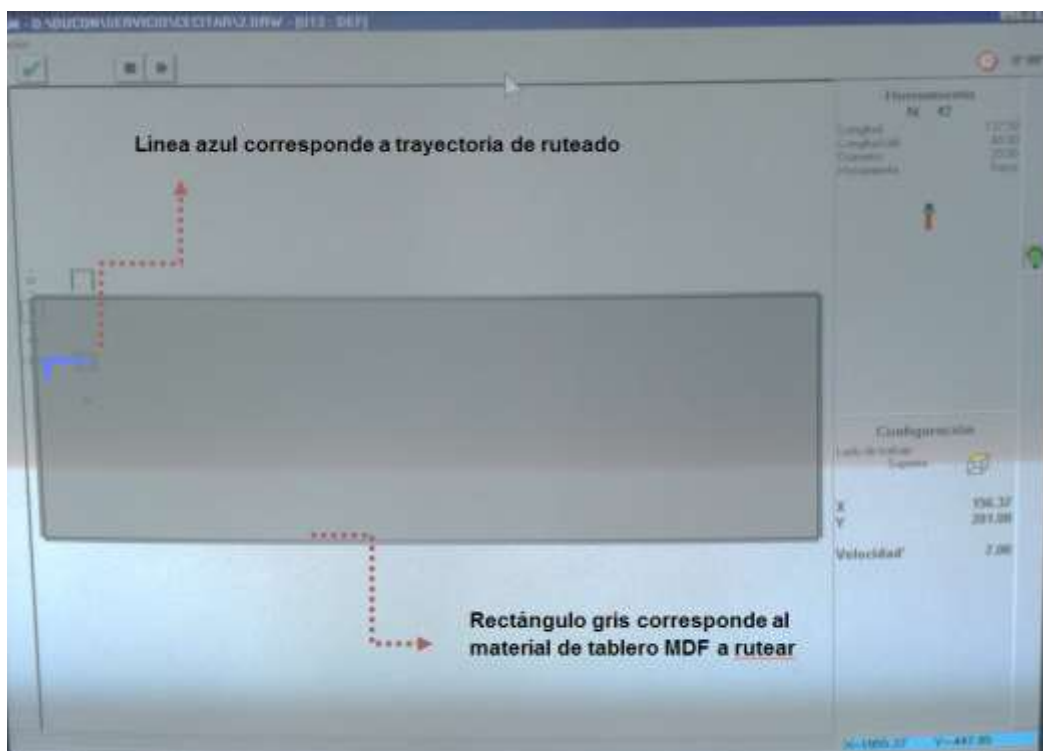


Figura 2.26 Pantalla de software ASPAN – Inicio de simulación de ruteado.

Fuente: LATERMEC Cía. Ltda.

En esta etapa se finalizó la trayectoria del primer arco.

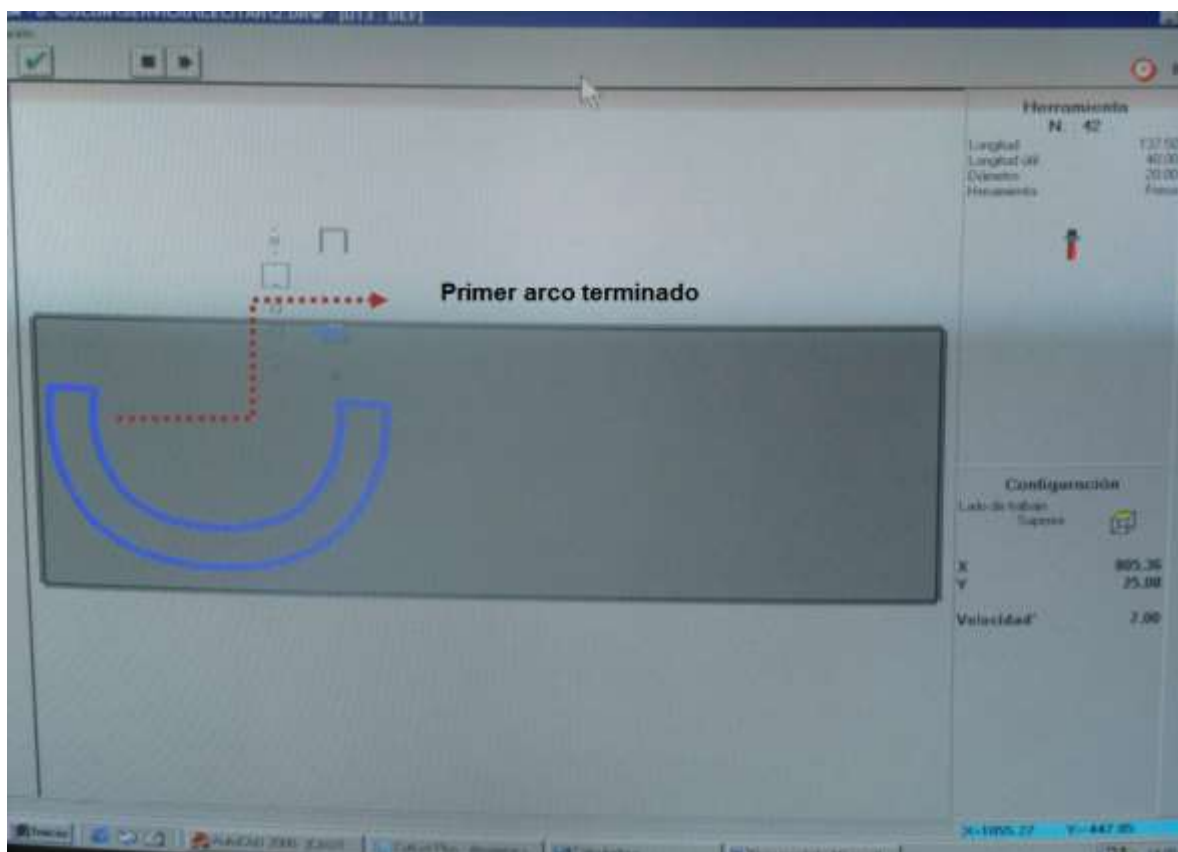


Figura 2.27 Trayectoria de ruteado primer arco completada

Fuente: LATERMEC Cía. Ltda.

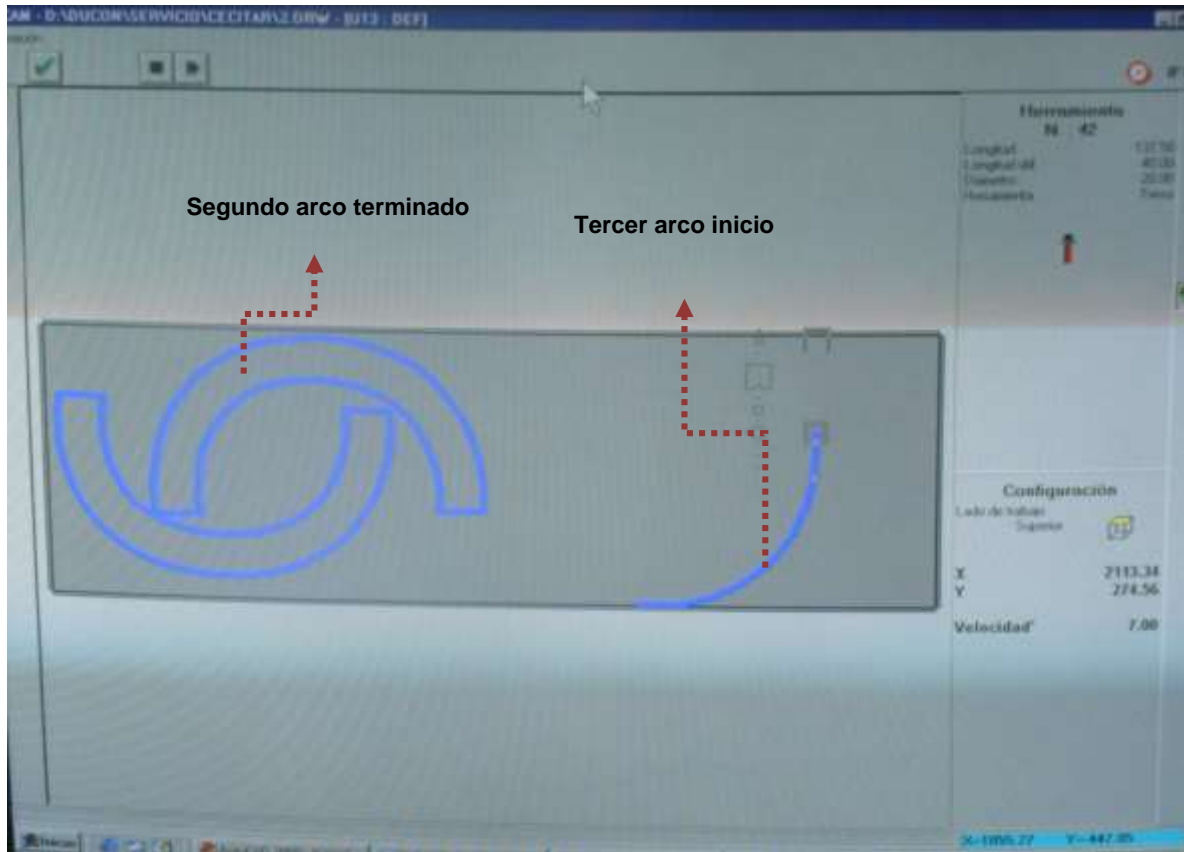


Figura 2.28 Segundo arco terminado e inicio del tercero.

Fuente: LATERMEC Cía. Ltda.

Elaborado por: El autor

El área gris rectangular es exactamente el área del tablero de MDF y las cuatro piezas de bordes azules son los perfiles de los over fenders, y justamente por las líneas y curvas azules es por donde se ha programado que pase la herramienta fresadora que realizará el corte.

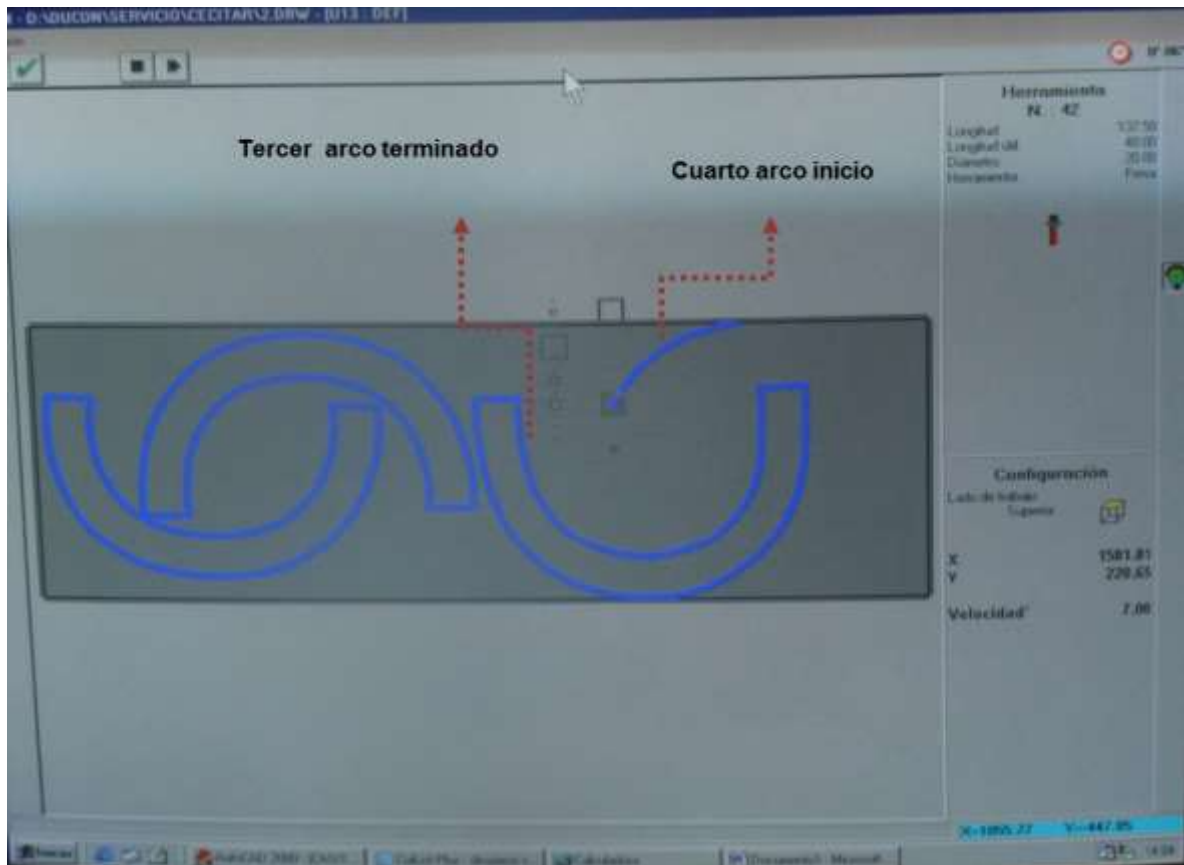


Figura 2.29 Tercer arco terminado e inicio del cuarto.

Fuente: LATERMEC Cía. Ltda.

Elaborado por: El autor

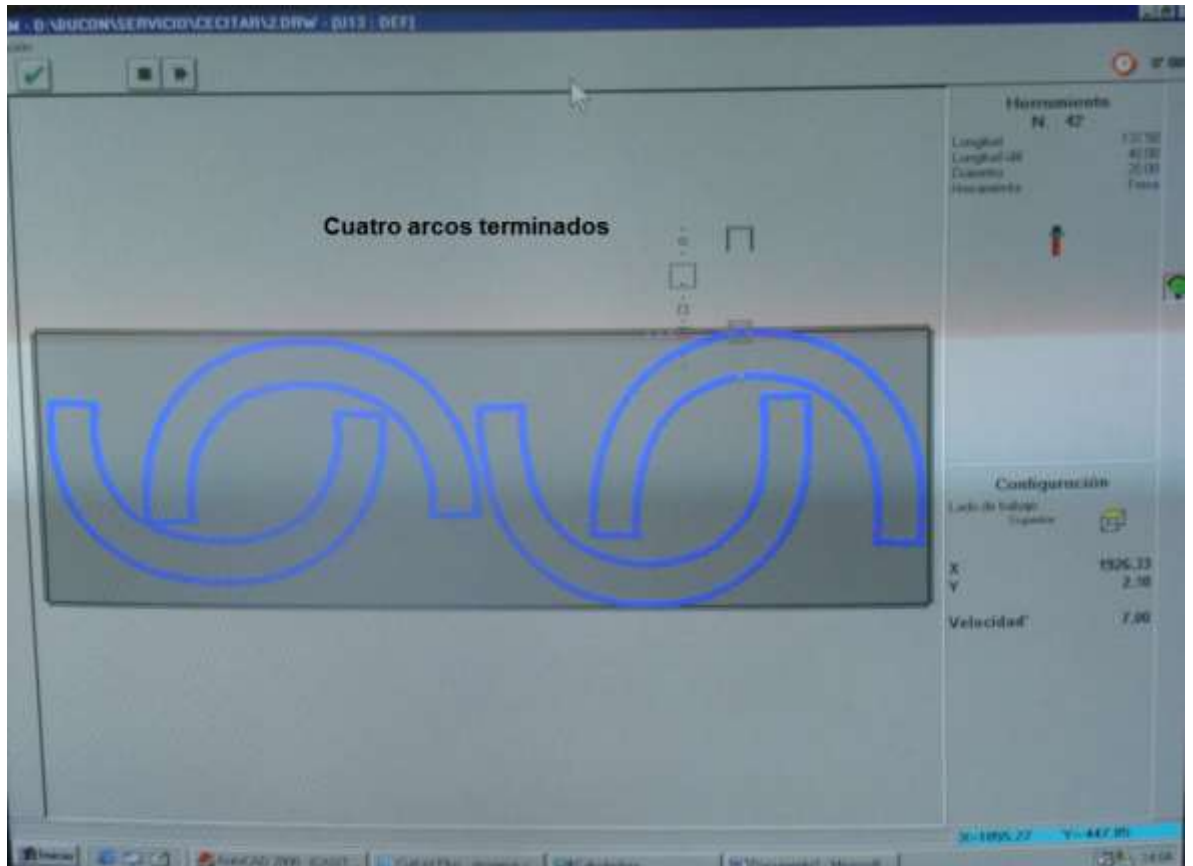


Figura 2.30 Finalización de simulación

Fuente: LATERMEC Cía. Ltda.

Elaborado por: El autor

El siguiente paso consistió en cargar el archivo del programa a la máquina CNC y para esto se ha grabado el archivo en un diskette y posteriormente se lo guardó en el disco duro de la computadora de la máquina.

En las siguientes imágenes se muestra el tablero de control de la máquina con sus elementos como el monitor, drive de diskette de 3" ½, botón amarillo con rojo para STOP de emergencia y varios botones para la programación.



Figura 2.31 Panel de control de la máquina CNC

Fuente: LATERMEC Cía. Ltda.

Elaborado por: El autor

A continuación se procede a colocar el tablero de MDF en la máquina.



Figura 2.32 Plancha de MDF a rutear

Fuente: LATERMEC Cía. Ltda.

Elaborado por: El autor

El sistema de sujeción es un conjunto de 16 ventosas divididas en cuatro campos que junto a una presión negativa generada por una bomba de vacío de paletas proporcionan la fuerza suficiente para sujetar un tablero de madera.

También es necesario un sistema de topes para que siempre el tablero quede en la posición correcta. En la imagen se puede observar unos elementos blancos redondos. Estos se desplazan hacia arriba cuando se va a colocar el tablero, luego se aplica la succión.

Antes de iniciar a rutear estos elementos se bajan para evitar que la fresa pase sobre ellos y los dañe.



Figura 2.33 Topes blancos de escuadra

Fuente: LATERMEC Cía. Ltda.

Elaborado por: El autor

A continuación se procedió con el proceso de ruteado en el cual la máquina previamente programada inicia a desbastar material de MDF



Figura 4.34 Proceso de ruteado

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

2.3.2. Ensamble de las partes de MDF

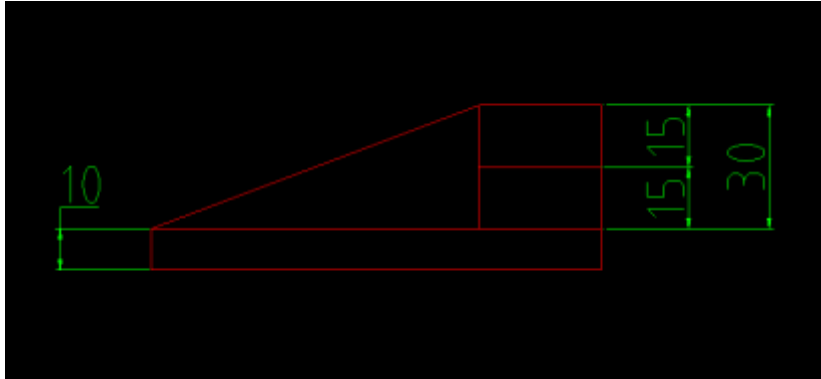


Figura 2.35 Medidas en mm para ensamblar las piezas ruteadas

Fuente: César Calderón Garrido

Una vez ruteadas las piezas se procedió a ensamblarlas una sobre otra para formar la base del molde. Se rutearon 3 arcos por over fender, dos en MDF de 15mm y uno que es el de la base en 10mm. Sobre este se montaron los dos arcos que suman 30mm.

Es necesario colocarlos precisamente uno sobre otro para que quede todo bien cuadrado. Para unirlos el mejor adhesivo es la cola blanca misma que se untó sobre las superficies que hacían contacto y para un mejor resultado se lo prensó con prensas manuales.

2.3.3. Acabados y relleno de los moldes con Masilla Mustang

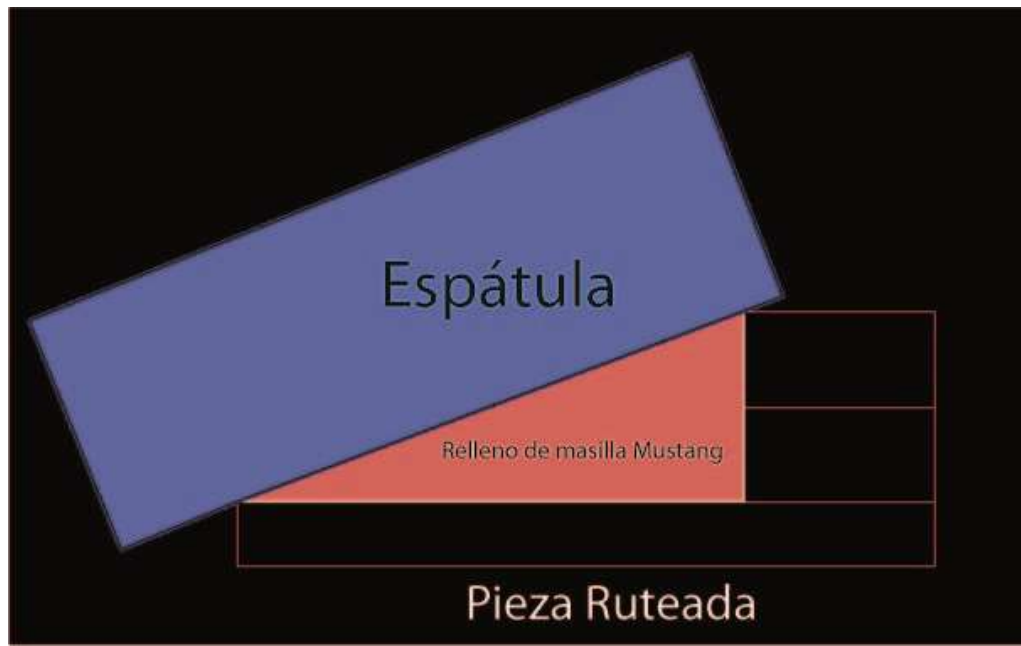


Figura 2.36 Relleno con masilla Mustang

Fuente: César Calderón Garrido

Como se puede observar en la imagen, el triángulo que resulta de la unión de los arcos de MDF visto lateralmente se lo rellena con Masilla Mustang y con una lámina (rectángulo lila de la imagen), que cumple la función de espátula, se la apoya en las esquinas de los arcos de madera y se la recorre a lo largo de todo el arco quedando así una superficie lisa, plana y regular.



Figura 2.37 Molde conformado

Fuente: César Calderón Garrido

El resultado fue una estructura de arcos de madera MDF con rellenos de Masilla Mustang y una superficie lisa lograda con lija de madera número 240 y posteriormente con lija 400.

2.3.4. Simulación en Autodesk Inventor

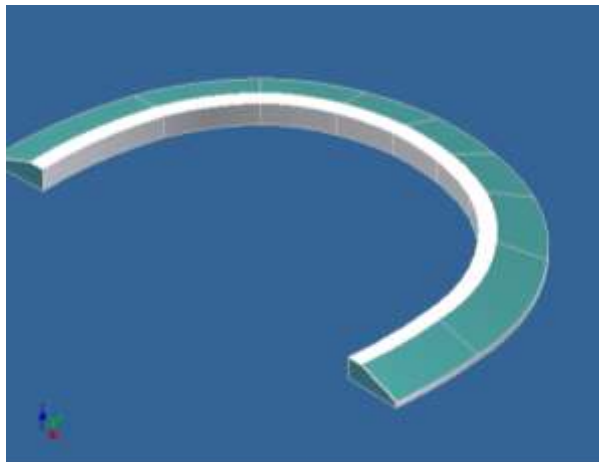


Figura 2.38 Over fender modelado en AutoCAD 3D

Fuente: AutoDesk Inventor

Elaborado por: César Calderón Garrido

Para poder realizar una simulación es necesario tener la pieza dibujada exactamente como será en la realidad. Factores como el espesor de la lámina plástica, medidas, propiedades del material plástico son importantes para lograr un resultado confiable.

El siguiente paso es agregar una fuerza en cualquier sección del over fender. En este caso se seleccionó la parte central de la pieza y se aplicó una fuerza de 800N que equivale a un golpe de una masa de 81kg de forma perpendicular al over fender como se muestra en la figura.

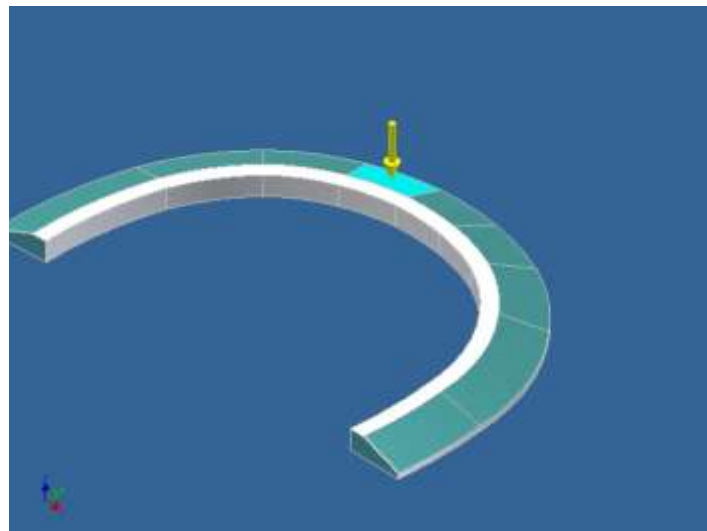


Figura 2.39 Fuerza aplicada al overfender

Fuente: AutoDesk Inventor

Elaborado por: César Calderón Garrido

Una vez aplicada la fuerza se procede a la simulación del esfuerzo al que es sometido el overfender plástico termoformado.

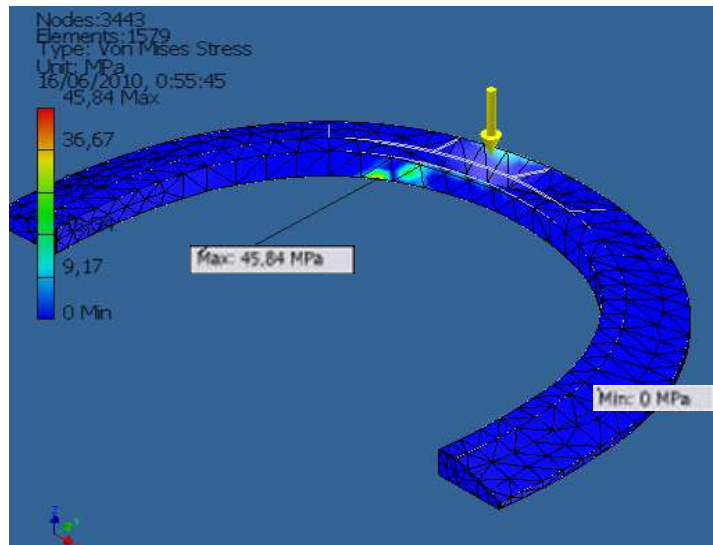


Figura 2.40 Valor de presión aplicada [MPa]

Fuente: AutoDesk Inventor

Elaborado por: César Calderón Garrido

En la Figura 2.40 podemos ver el resultado de la presión máxima ejercida por la fuerza de 800N con un valor de 45.84MPa.

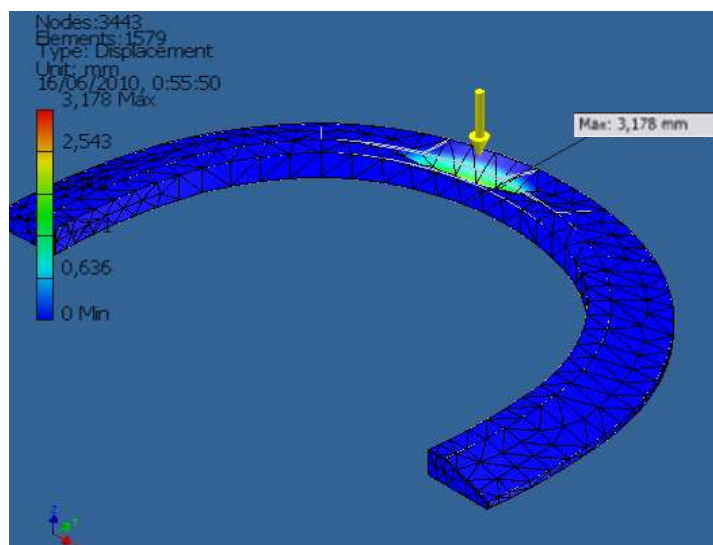


Figura 2.41 Valores de desplazamiento.

Fuente: AutoDesk Inventor

Elaborado por: César Calderón Garrido

En la figura 2.41 podemos observar los valores de desplazamiento que se dieron en el overfender. El valor máximo desplazado es de 3.178mm siendo este un valor irrelevante ya que no existe daño en el material aplicando la fuerza de 800N.

Tabla 2.2 Datos técnicos de la lámina plástica de Poliestireno de alto impacto y resumen de resultados

MATERIAL		
Nombre	Poliestireno de alto impacto (HIPS)	
General	densidad	1,07 g/cm ³
	Límite elástico	35 - 40 MPa
	Resistencia a la tracción	46-60 MPa
Esfuerzos	Módulo de Young	2,5 GPa
	Relación de Poisson	0 ul
	Módulo de cizallamiento	1,25 GPa
Esfuerzo Térmico	Coefficiente de Expansión	0 ul/c
	conductividad Térmica	0.033 W/(m·K)
	Calor específico	0 J/(kg c)
Nombre de la instancia de parte	Over Fender	

RESUMEN DE RESULTADOS		
Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	608488 mm ³	
Masa	0,851883 kg	
Esfuerzo Von Mises	0,0000764782 MPa	45,8383 MPa
1er Esfuerzo principal	-3,07342 MPa	28,281 MPa
3er Esfuerzo principal	-35,2356 MPa	0,507399 MPa
desplazamiento	0 mm	3,17828 mm
Factor de Seguridad	1,01509 ul	15 ul
X Desplazamiento	-0,0304758 mm	0,307714 mm
Y Desplazamiento	-1,09717 mm	0,0179684 mm
Z Desplazamiento	-2,98724 mm	0,0459485 mm
Tensión equivalente	0,000000042408 ul	0,0122454 ul

Fuente: AutoDesk Inventor

Elaborado por: César Calderón Garrido

2.3.5. Primera prueba de montaje



Figura 2.42 Primera prueba de montaje

Fuente: César Calderón Garrido

Con el molde prácticamente concluido se procedió a realizar la primera prueba para simular al over fender colocado sobre el vehículo. Lo que se hizo fue ubicar el molde sobre la lata del vehículo haciendo que coincidiera el arco del auto con el arco del molde o matriz. Se lo sujetó con una prensa para que se mantuviera fijo y así poder observar desde lejos.

Como conclusión de esta técnica y después de lo observado se puede decir que la pieza modelada presentaba problemas de acoplamiento, al momento de montar la pieza en el espacio para el que fue diseñada no encajaba ya que la base de la misma era una superficie plana, mientras que el soporte en este caso el auto presentaba doble curvatura.

Con estos antecedentes se procede a buscar una técnica de modelado que permitiera realizar modelos orgánicos.

2.4. Investigación del proceso de modelado en arcilla

Hoy en día los procesos tecnológicos nos traen distintas maneras para Modelar y preconcebir el diseño de un auto, sin duda el más actual es el modelado en 3D mediante el uso de programas para computadoras que permiten realizar modelos de cualquier producto con asombrosos resultados en cuanto a la presentación fotográfica casi real de los mismos.

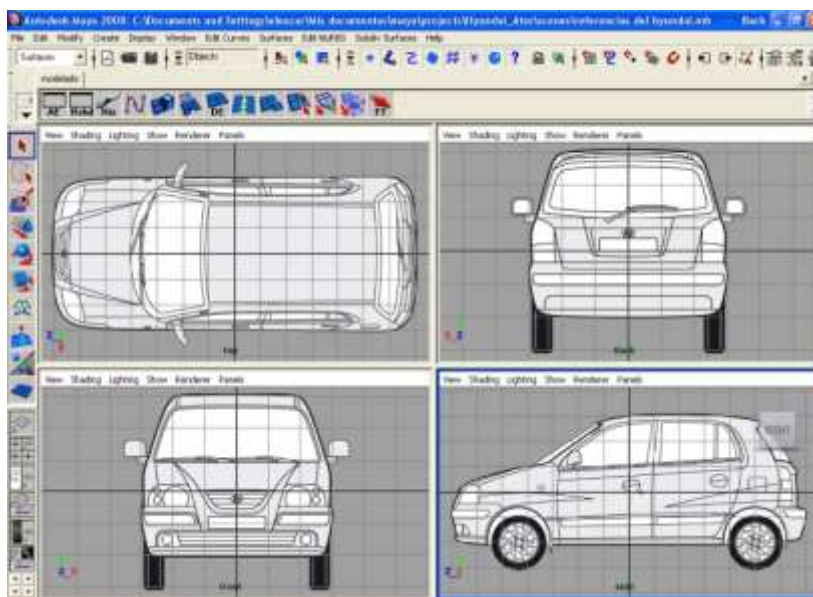


Figura 2.43 Modelado de carros mediante programas virtuales

Fuente: <http://www.foro3d.com/f121/colocar-blueprints-autodesk-maya-62537.html>



Figura 2.44 Render o fotografía de un Modelo en 3D MAX Estudio

Fuente: http://www.bibliocad.com/biblioteca/carro-en-modelado-en-3d-max_35404

Una vez concebida la idea de cualquier modelo virtual mediante la utilización de estos programas viene la fase del desarrollo mediante la utilización de la técnica de modelado con arcilla; Esta técnica es utilizada por grandes industrias automovilísticas para dar forma a sus ideas. A continuación se muestran fotografías sobre este proceso.



Figura 2.45 Fotografías sobre el proceso de modelado de autos en arcilla

Fuente: <http://webdelautomovil.com/2007/09/el-diseno-del-automovil>



Figura2.46 Modelado de un Porsche en arcilla

Fuente: <http://es.autoblog.com>

Esta técnica es muy laboriosa, complicada y exige mucha paciencia y excelente dominio de la arcilla. El presente trabajo de fin de carrera la utilizó partiendo de los consejos y ayuda de un profesional experto en el tema.

2.5. Proceso de modelado

El proceso de modelado se dividió en varias fases. A continuación se muestra un esquema de estas fases:



Figura 2.47 Esquema de fases de modelado

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.1. Bosquejos (FASE 1)



Figura 2.48 Esquema de fase 1

Fuente: César Calderón Garrido

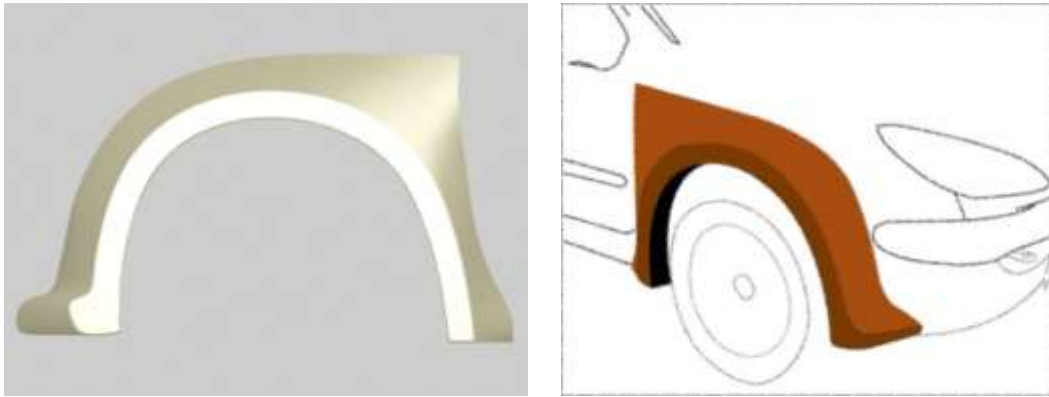


Figura 2.49 Bosquejo de la pieza frontal sobre el auto.

Fuente: César Calderón Garrido

Se realiza una un bosquejo del montaje en el automóvil para previsualizar el resultado final y proveer cambios y adaptaciones en caso de ser necesario



Figura 2.50 Bosquejo de over fenders por colocar en el auto

Fuente: César Calderón Garrido

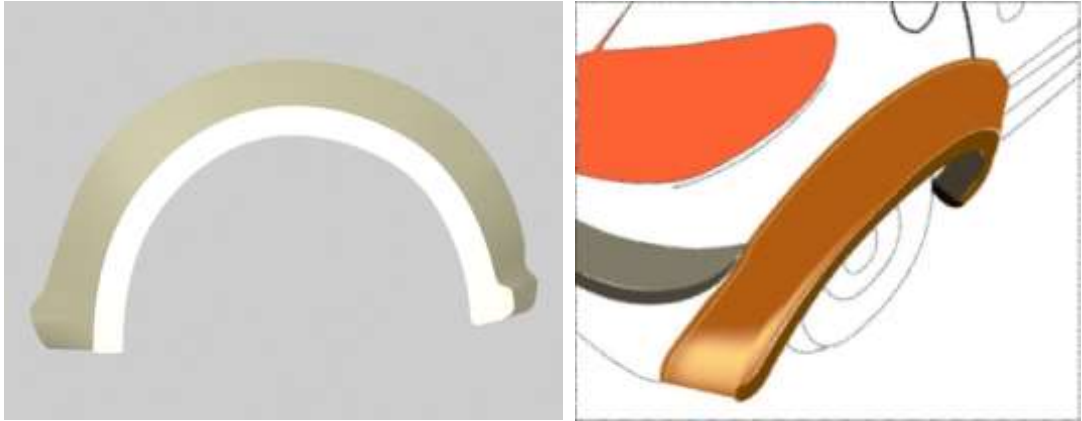


Figura 2.51 Bosquejo de la pieza posterior sobre el auto.

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.52 Bosquejo de las piezas colocadas en el auto

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.2. Preparación y obtención de plantillas (FASE 2)

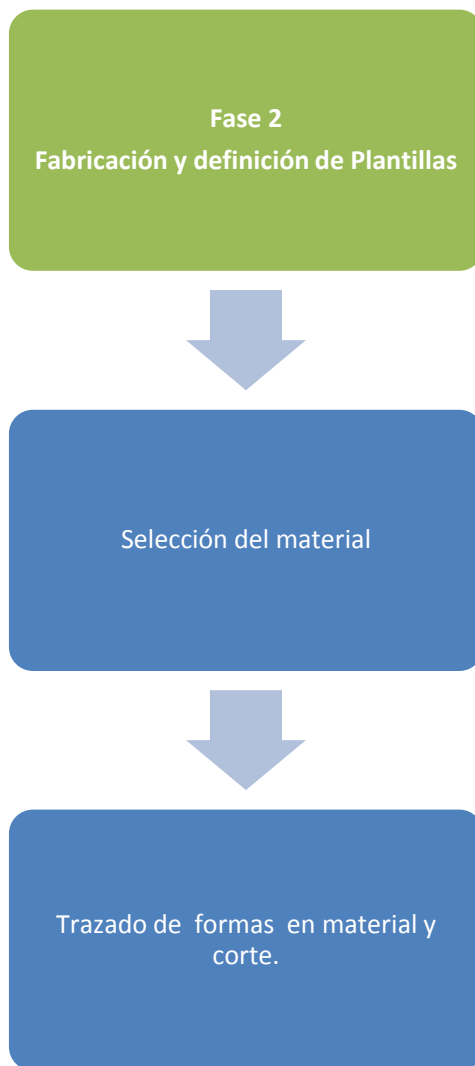


Figura 2.53 Esquema de fase 2

Fuente: César Calderón Garrido

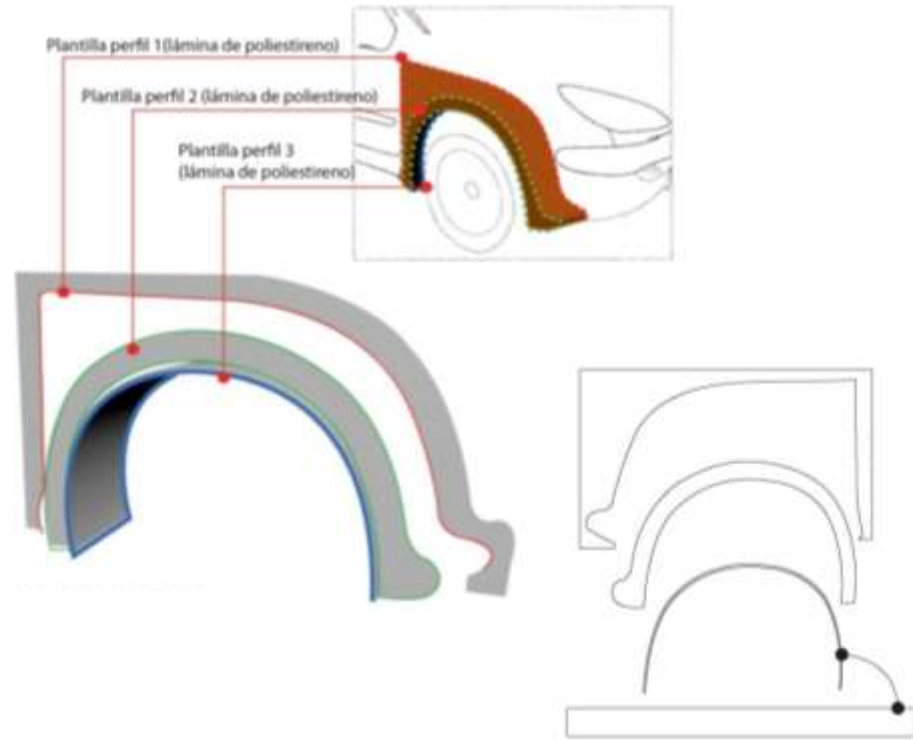


Figura 2.54 Fase 2 – Dibujo de plantillas delanteras

Fuente: César Calderón Garrido

Para modelar el over fender delantero se recurrió al uso de plantillas, estas plantillas se elaboraron con láminas de Poliestireno en base a los bocetos y planos que plasmaban la idea que se quería obtener. Fueron tres plantillas que limitaron y dieron precisión a la pieza o modelo en arcilla que sería el positivo a utilizar para hacer la matricería en su material correspondiente.

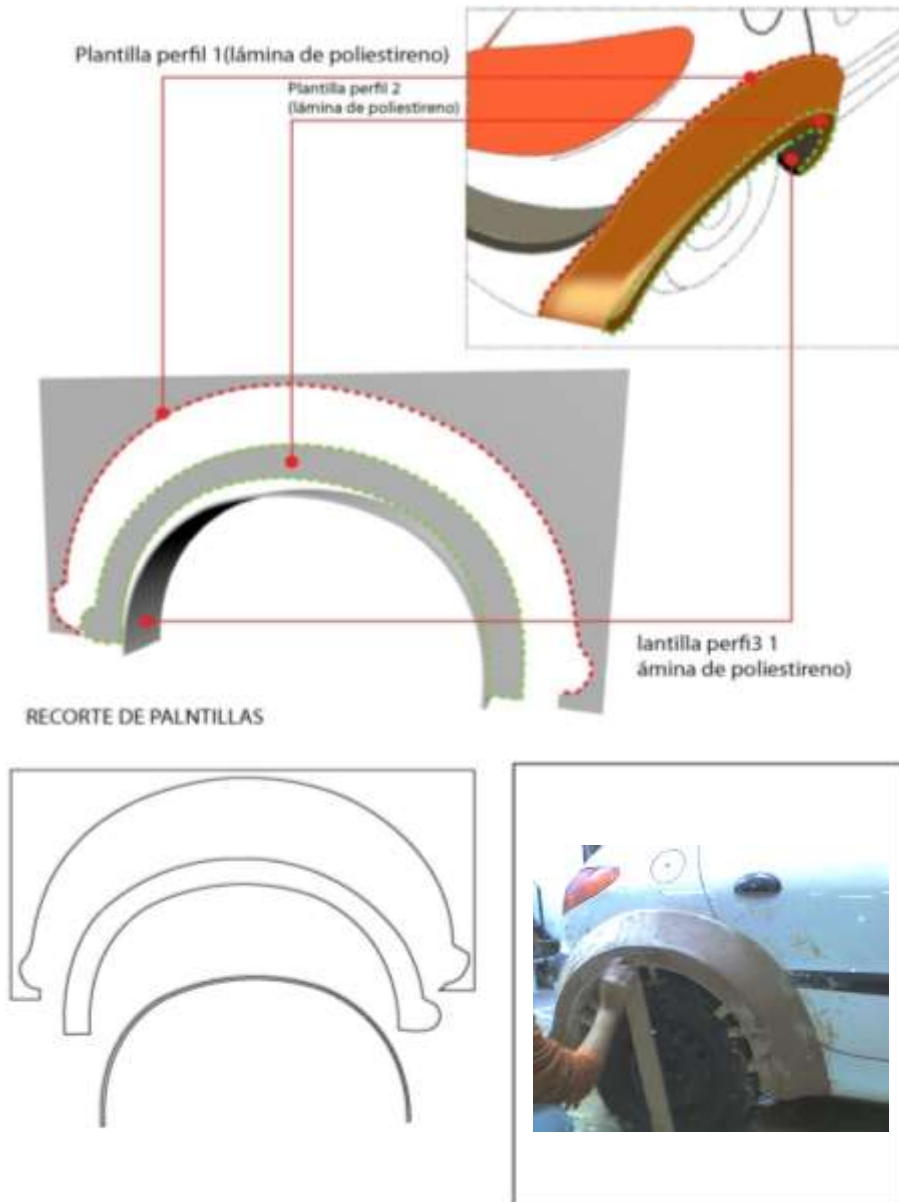


Figura 2.55 Fase 2 -- Dibujo de plantillas traseras

Fuente: César Calderón Garrido

De la misma manera se procedió con el Over fender posterior.
 Para ilustrar la idea a continuación una fotografía del detalle.

2.5.3. Modelado de las piezas (FASE 3)

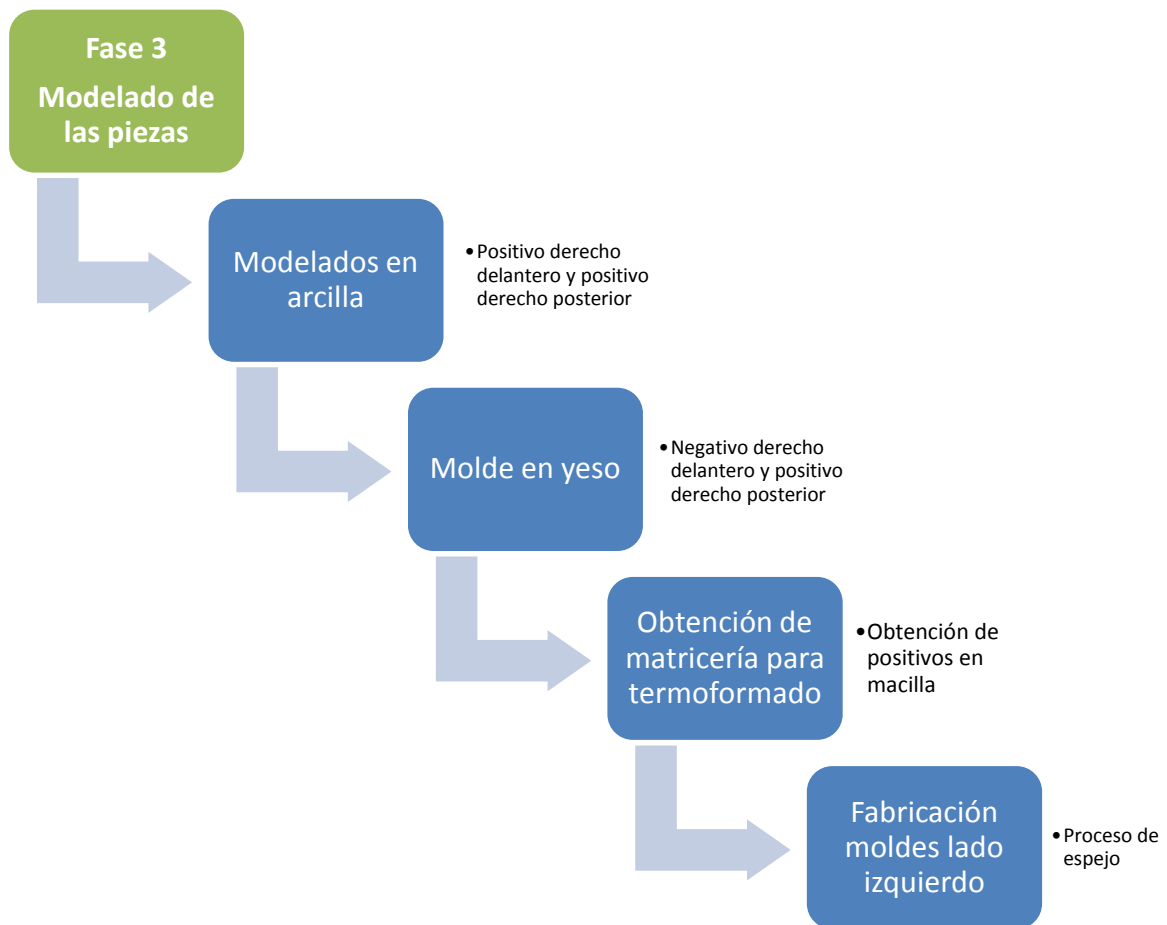


Figura 2.56 Esquema de fases 3

Fuente: César Calderón Garrido

Para seguir el orden y como se hizo en la fase 1 y 2, se empieza por el modelado en arcilla del Over fender delantero y después el posterior.

Antes que nada cualquier trabajo en arcilla requiere de la preparación de la misma para lo cual se la amasó mezclándola con agua hasta dejarla en un estado plástico trabajable.

Una vez colocadas las plantillas sobre al carro se procedió al modelado. Las herramientas a utilizar fueron esteques que se utilizan comúnmente en alfarería por los alfareros para dar detalles a sus piezas cerámicas.

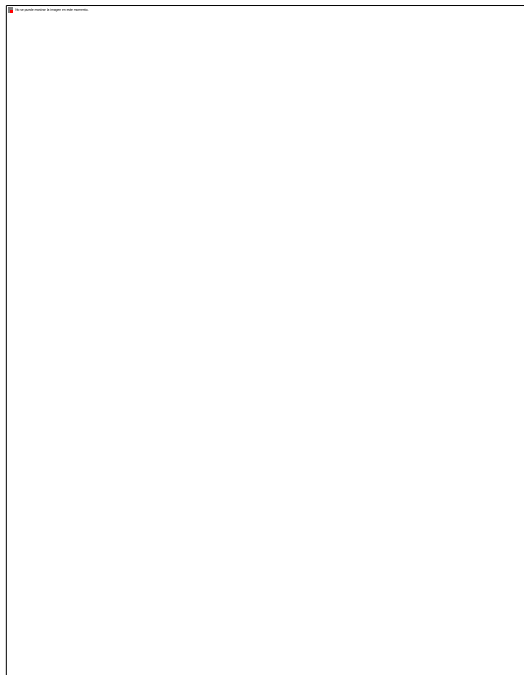


Figura 2.57 Herramientas de modelado o esteques

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.3.1 Modelado en arcilla Positivo1 (Over fender Delantero)

Tanto para el Over fender delantero como posterior se iba colocando o pegando sobre el carro pedazos de arcilla hasta obtener de acuerdo al diseño el modelo en su totalidad pero en forma bruta, ya que la arcilla en ese estado no permite trabajar muchos detalles por estar muy plástica por lo que para superar ese problema se dejó reposar la arcilla del modelo en bruto hasta que la misma iba adquiriendo consistencia y su estado se volvía más sólido, En alfarería esta etapa se llama estado de cuero y como su nombre lo dice es el estado de la arcilla cuando ha perdido más o menos un 60% de humedad y se parece al cuero, sobre la arcilla en este estado es muy fácil dar distintos detalles con mucha precisión. A continuación y de acuerdo al esquema metodológico se muestra una secuencia fotográfica de cómo se modeló la idea de diseño.

En la siguiente figura podemos observar como la persona que modela maneja las diferentes plantillas y esteques sobre la arcilla en un estado perfecto para dar acabados.

En el arco interno del overfender podemos ver que una lámina plástica arqueada es el soporte de la arcilla y a la vez es la plantilla que copia la forma del arco de la lata del auto.



Figura 2.58 Modelado positivo en arcilla del over fender delantero con esteque y espátulas

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.3.1.1. Obtención del negativo en molde de yeso

Una vez concluido el proceso de modelado en arcilla, el siguiente paso fue obtener un molde negativo, para este último se utilizó yeso volcan utilizado en la industria cerámica para la obtención en serie de productos cerámicos.

Se mezcló yeso al agua en proporciones 1/1 y exactamente en ese orden. El yeso nos daba más o menos un tiempo de fraguado de 15 a 20 minutos. Se colocó varias capas del mismo hasta obtener un un espesor relativamente resistente para posteriormente desmoldar y evitar cualquier contratiempo de ruptura del molde, para hacer más resistente el molde de yeso se utilizó almas de madera que durante el proceso quedaron dentro del molde.



Figura 2.59 Colocado de yeso sobre over fender modelado en arcilla

Fuente: César Calderón Garrido

Una vez que el yeso se seco se procedió a desmoldar la pieza para lo cual se encendió el vehículo con la finalidad de que vibrara y el molde de yeso desprendiera fácilmente.



Figura 2.60 Desmoldado del yeso

Fuente: César Calderón Garrido

Después hay que humedecer el molde de yeso para homogenizar el material. Luego se la deja secar por completo y así se tendrá la pieza finalmente curada.

Finalmente se pule toda la superficie con una lija de agua número 800.

2.5.3.2 Modelado en arcilla Positivo 2 (Over fender Posterior)

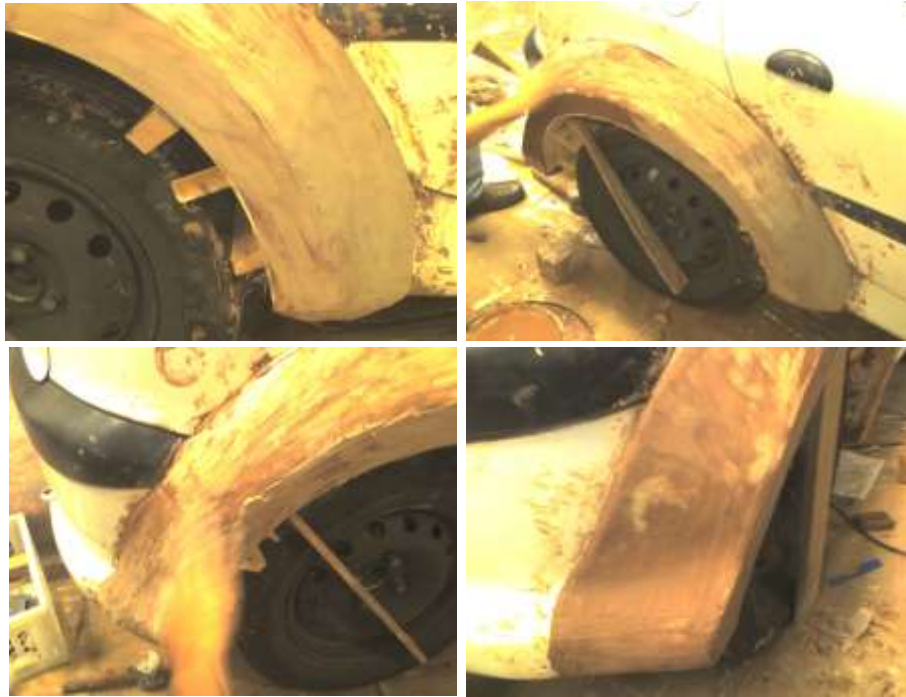


Figura 2.61 Modelado positivo en arcilla del over fender posterior

Fuente: César Calderón Garrido

Se procede a repetir los pasos que se realizaron con el over fender delantero. Se coloca la plantilla principal que determina el arco interno y se aplica la arcilla poco a poco hasta completar aproximadamente la forma deseada.

En ciertas partes la arcilla no está aún en estado de cuero por lo que es necesario acelerar la eliminación de agua o humedad de la arcilla con una pistola industrial de aire caliente y así dejar a la arcilla en el estado preciso para modelar.



Figura 2.62 Modelado positivo en arcilla y secado con pistola de calor

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.3.2.1. Obtención del negativo en molde de yeso



Figura 2.63 Colocado del yeso sobre arcilla

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.64 Obtención del negativo en yeso del over fender posterior

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.3.3. Obtención de la matricería (SUB-FASE 3.2)

Tal y como lo indica el concepto de matricería en la página 14, la matriz es el elemento o modelo sobre el cual tomará forma la lámina plástica que posteriormente será el producto final.

2.5.3.3.1 Obtención de positivos utilizando los moldes de yeso (negativos)

Para el presente trabajo y luego de la obtención de los moldes de yeso que anteriormente habían sido limpiados y pulido con lija 400. Se fundió dentro de los mismos una mezcla que estaba conformada por masilla Mustang y Resina poliéster en proporciones de 3/1, además para hacerla más resistente se añadió tiras de fibras de vidrio, y para evitar problemas al momento de desmoldar se utilizó alcohol Poli vinílico que actuó como desmoldante. Finalmente se desmoldó

y se pulieron los modelos hasta dejar la superficie lisa para garantizar el producto termo formado final.

Este proceso se utilizó para obtener tanto el Over fender delantero y posterior. A continuación la secuencia fotografía muestra detalladamente el proceso:



Figura 2.65 Inicio de colado de macilla en molde negativo de yeso

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.66 Formado del molde de macilla y colocado de arco de madera para estructura

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.67 Capa de fibra de vidrio para dar resistencia al molde

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.68 Desmolde de pieza de macilla

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.69 Molde de macilla terminado

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.3.3.2 Proceso de espejo para la obtención de los Over fender Izquierdos del auto.

Para este proceso, se utilizaron como referencia, plantillas que se obtuvieron de los perfiles de la matricería anterior, es decir de los moldes fundidos en masilla Mustang que corresponden al lado derecho del automóvil.

Se copiaron los perfiles principales en tableros de madera y luego se los colocaron uno encima de otro uniéndolos con cola blanca y pernos auto roscantes tal y como detallan las siguientes fotografías:



Figura 2.70 Trazado de perfiles principales

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.71 Trazado de perfiles frontales

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.72 Calado del perfil

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.73 Calado interno del arco

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.74 Perfiles de la base del molde

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.75 Apilamiento de perfiles

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.76 Comprobación con escuadra

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.77 Relleno de molde con tiras de madera

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.78 Relleno del molde previo a definicion de superficies

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.79 Relleno con masilla y superficie blanca limitante del perfil del arco externo

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.80 Formado de superficie con masilla

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.81 Superficies preliminares formadas

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.82 Superficie lisa terminada

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.83 Matrices concluidas

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.4. Proceso de termoformado (FASE 4)

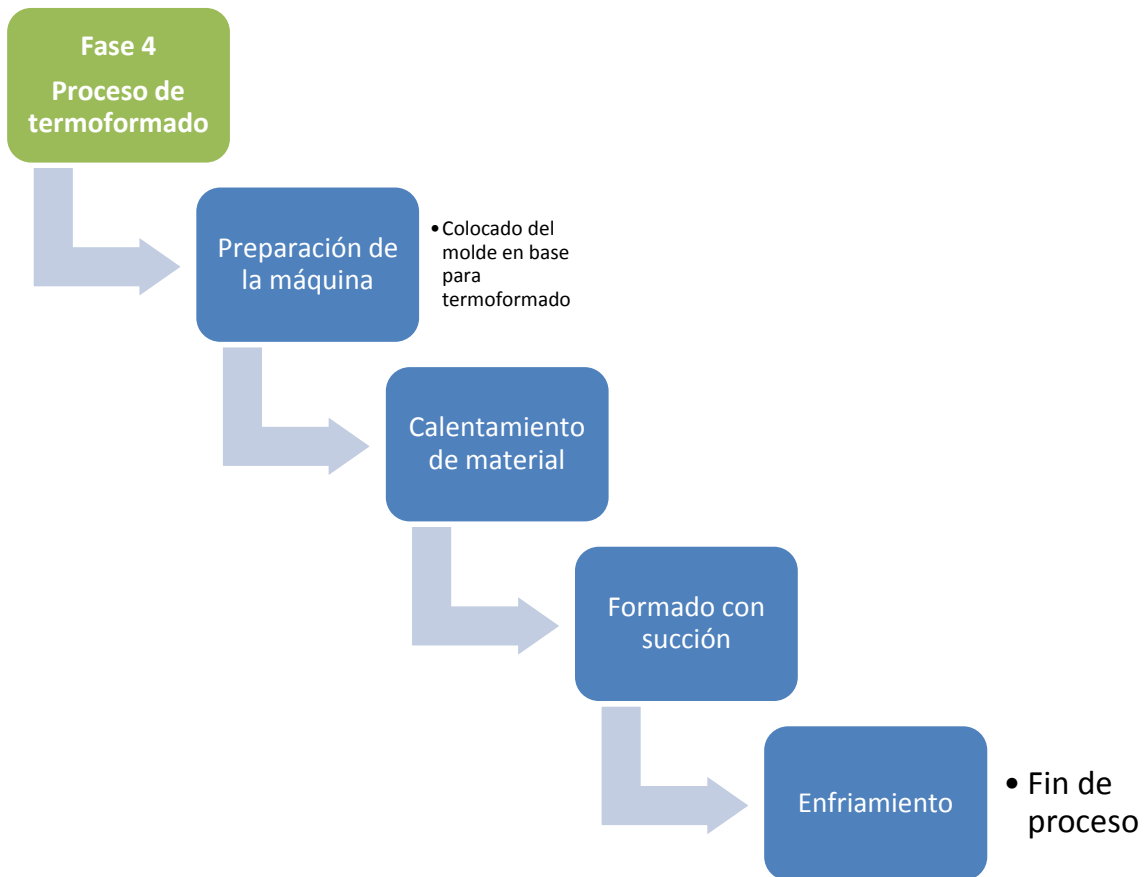


Figura 2.84 Esquema de fase 4

Fuente: César Calderón Garrido

Una vez lista la matricería se procedió a realizar pruebas de termo formado con la finalidad de descubrir posibles fallas en el proceso y además establecer tiempos de calentamiento, succión, y de enfriamiento, todos estos parámetros servirían para las pruebas finales.



Figura 2.85 Ubicación de moldes en la máquina termoformadora

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.86 Colocado de la lámina en marco – prensa de la máquina

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.87 Lámina en proceso de calentamiento

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.88 Lámina inflada previa a contacto con el molde y succión

Fuente: César Calderón Garrido

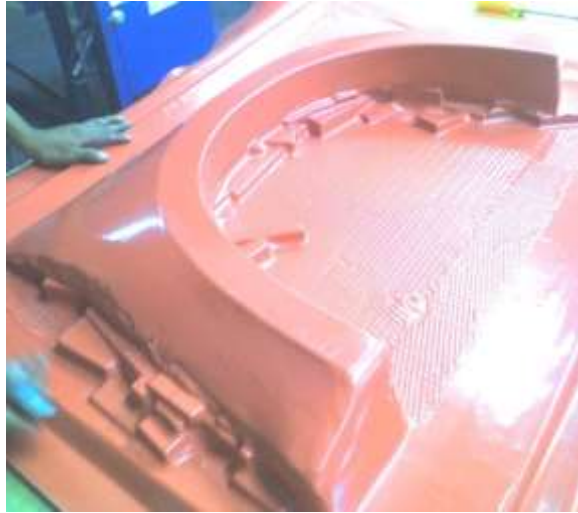


Figura 2.89 Lámina formada por succión, enfrida por aire

Fuente: César Calderón Garrido

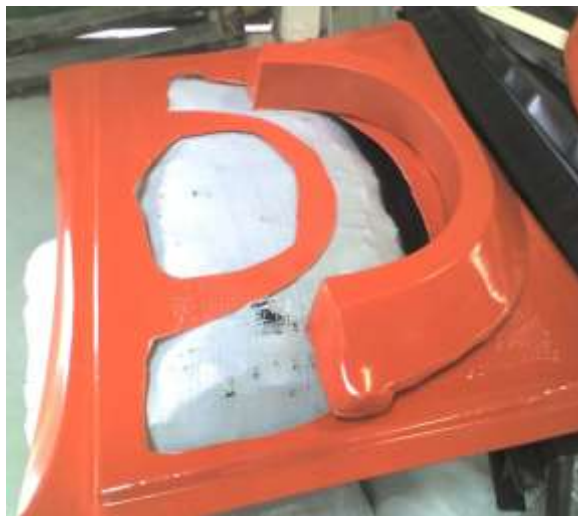


Figura 2.90 Precorte de la pieza

Fuente: César Calderón Garrido



Figura 2.91 Piezas posterior y delantera cortadas

Fuente: César Calderón Garrido

2.5.5. Pruebas de comprobación (FASE 5)

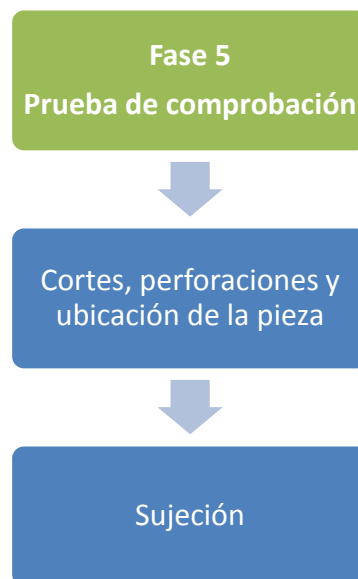


Figura 2.92 Esquema de fases 1

Fuente: César Calderón Garrido

Posterior a todo el proceso de elaboración de los over fenders se procedió a la implementación de las piezas delanteras, traseras, izquierdas y derechas en el automóvil Peugeot 206.

Lo primero fue realizar los cortes para ubicar las piezas en el vehículo. En este punto se cortó el plástico poco a poco, y paulatinamente se montó la pieza en el automóvil para observar donde es necesario corregir el corte.

Para su colocación se realizaron perforaciones a lo largo del arco interno de la pieza las mismas que sirven para anclar la pieza a la lata mediante pernos y contratuercas.

En los extremos del arco de cada pieza (parte inferior) van colocados pernos de mayor diámetro con el fin de lograr una mayor sujeción de la pieza al auto. Finalmente se procede a empernar la pieza colocandola en la ubicación correcta con las perforaciones como guía.



Figura 2.93 Montaje de las piezas termoformadas en el vehículo

Fuente: César Calderón Garrido

2.6. Presupuesto del proyecto

Tabla 2.3. Hoja de presupuesto

COSTOS DE FABRICACIÓN			
	Cantidad	Precio unitario	Total \$
MATERIALES			
Tableros de Madera	4	\$ 88.00	\$ 352.00
Servicio de ruteado	1	\$ 120.00	\$ 120.00
Masilla Mustang	5	\$ 25.00	\$ 125.00
Clavos (ciento)	1	\$ 1.25	\$ 1.25
Tornillos (ciento)	1	\$ 5.40	\$ 5.40
Cola blanca (gl)	1	\$ 9.00	\$ 9.00
Láminas plásticas	25	\$ 47.41	\$ 1,185.25
Arcilla (kg)	15	\$ 4.60	\$ 69.00
Yeso Volcan (quintal)	2	\$ 30.00	\$ 60.00
MANO DE OBRA			
Personas calificadas*	2	\$ 400.00	\$ 800.00
TOTAL			\$ 2,726.90

* La mano de obra fue asumida por la empresa Latermec Cía. Ltda.

Fuente: César Calderón Garrido

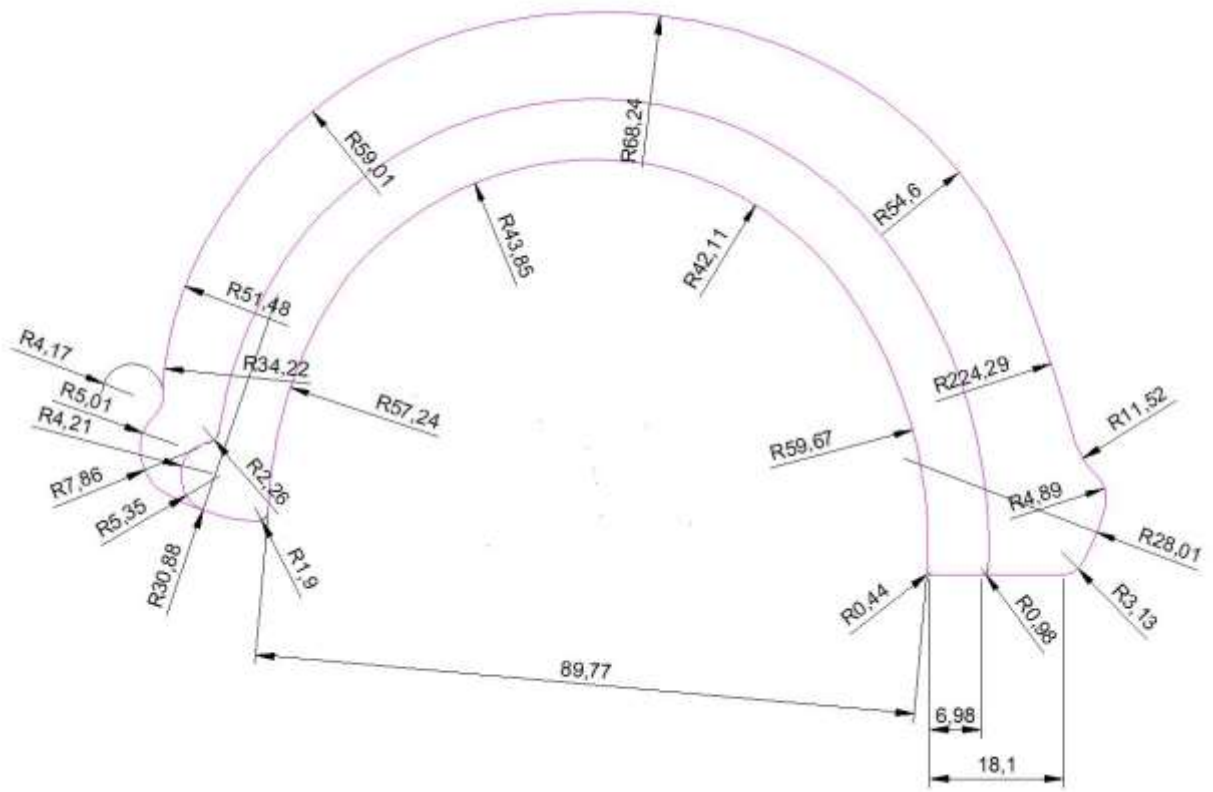


Figura 2.95 Medidas de over fender delantero

Fuente: César Calderón Garrido

CONCLUSIONES

1. El proceso de termoformado permite realizar infinidad de productos los cuales se adaptan a distintos usos y áreas, entre estas y con mayor frecuencia está el área automotriz la cual a lo largo de los años ha incluido en sus diseños piezas y accesorios de este material el cual ha permitido la mejor apariencia y funcionalidad.
2. Para este proceso es de vital importancia hacer los bocetos y diseños del producto a fabricar en 3 dimensiones ya que esto permite una idea más clara del producto final y de ésta manera se pueden corregir a tiempo errores y hacer modificaciones, por el contrario al hacerlo en dos dimensiones, la imagen es plana por lo tanto no proporciona detalles de profundidad o aspectos necesarios para visualizar el proyecto.
3. En el desarrollo del proceso no todos los programas o software recomendados son adecuados, ya que cada proceso es diferente según los objetivos que se plantee alcanzar, en este caso Autocad no es un elemento apropiado ya que no permite la adaptación de las curvas del diseño del auto, es decir el diseño es recto.
4. Es de vital importancia hacer pruebas de sobre posición del molde en el auto ya que esto permite concluir si la forma del over fender es el adecuado o requiere alguna modificación.
5. El modelado con arcilla es fundamental ya que permite acoplar los over fenders a una forma armónica con el diseño del auto, este modelado además permite apreciar la forma exacta que tendrá el termoformado, incluso permite observar cómo se verán implementados en el vehículo.

6. Para la técnica de modelado en arcilla, las herramientas pueden ser fabricadas personalmente de acuerdo a las necesidades, además esta técnica es fácil de aprender y muy didáctica.

RECOMENDACIONES

1. Al seleccionar el tema de investigación es importante tener cierto conocimiento y dominio del mismo ya que esto facilitará la trayectoria del proceso investigación y ayudará a la mejor consecución de los objetivos planteados.
2. Se recomienda hacer un análisis previo de los distintos métodos de termoformado y matricaria para hacer una elección correcta y de esta manera evitar errores en el proceso y por ende la pérdida tanto de los recursos materiales como del tiempo empleado para el mismo.
3. Es muy importante contar con la ayuda de personas con cierto conocimiento del proceso ya que pueden aportar con información que no se encuentra escrita en un libro o manual, esta información la da la experiencia obtenida en este campo y es de vital importancia en el desarrollo del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- KALPAKJIAN, Serope y SCHMID, Steven R (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología, México, Pearson Educación
- DeGARMO, E. Paul, TEMPLE BLACK, J, KOHSER, Ronald A (2002). Materiales y procesos de fabricación, España, Editorial Reverté S.A.
- GROOVER, Mikell P. (1era Ed. 1997). Fundamentos de Manufactura Moderna, materiales, procesos y sistemas, México, Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
- PLASTIGLAS. Manual Técnico TERMOFORMADO, México, Plastiglas de México S.A. de C.V.
- PLASTIGLAS. Manual Técnico LÁMINA ACRÍLICA CELL CAST USO GENERAL, México, Plastiglas de México S.A. de C.V.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO. Manual de aligeramiento de estructuras.
- MEDINA, Jorge Alberto (2002). Polímeros Biodegradables, Colombia, Centro de Investigación en Procesamientos de Polímeros de la Universidad de los Andes.
- RODRÍGUEZ MONTES, Julián, CASTRO MARTÍNEZ, Lucas, del REAL ROMERO Juan Carlos (2006). Procesos industriales para materiales no metálicos, España, Editorial Visión Net.
- CORNISH ALVAREZ, María Laura (1997). El ABC de los plásticos, Universidad Iberoamericana, Departamento de Diseño Industrial, Gráfico y Textil.
- www.electro-forming.com.br
- LATERMEC Cía. Ltda. www.latermec.com.ec, Dir.: Francisco Montalvo Oe8-53 y Leonor Stacey. Telf: 022445510, Quito-Ecuador
- EGAR S.A. www.egar.com.ec, Dir.: Cochapata 112 Y G. De Villarroel, Telf: 022465213 / 214, Quito-Ecuador

ANEXOS