



ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE
POLIURETANO PARA SIMULAR APARIENCIA DE PIEL
EN UNA CUBIERTA TRASERA DE AUTOMÓVIL.

TESINA

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN DISEÑO
Y DESARROLLO DE PRODUCTOS PLÁSTICOS

PRESENTA

ING. GUILLERMO MAGUEY NAVA

ASESOR: DR. MANUEL GUTIÉRREZ NAVA

TOLUCA ESTADO DE MÉXICO, AGOSTO 2018.



02 de Mayo de 2018.

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial del alumno Ing. Guillermo Maguey Nava, una vez revisada la Tesis o tesina titulada: "Análisis de factibilidad técnica del uso de poliuretano para simular apariencia de piel en una cubierta trasera de automóvil", autorizamos que el citado trabajo sea presentado por el alumno para la revisión del mismo con el fin de alcanzar el grado de "Especialidad en diseño y desarrollo de productos plásticos" durante el Examen de Titulación correspondiente.

Y para que así conste se firma la presente a los 02 días del mes de Mayo del año 2018.

Dr. Manuel Gutiérrez
Asesor Académico



Santiago de Querétaro, Qro.
13 de Junio del 2018

Dra. María Guadalupe Navarro Rojero
Directora
Posgrado CIATEQ
PRESENTE.

Por medio de la presente me estoy dirigiendo a Ud. de la manera más atenta, de que fui designado como revisor del trabajo de tesis del **Ing. Guillermo Maguey Nava**, del trabajo titulado:

“Análisis de factibilidad técnica del uso de poliuretano para simular apariencia de piel en una cubierta trasera de automóvil”

Después de haber leído, corregido e intercambiado información con el estudiante antes mencionado, el trabajo de tesis que me fue entregado y haciendo resaltar que el estudiante realizó todos los cambios que le fueron sugeridos a la tesis, ésta puede ser autorizada para su publicación y que de ésta manera pueda iniciar los trámites correspondientes para iniciar el proceso de titulación.

Sin otro particular por el momento y en espera de que mis sugerencias sean tomadas en cuenta y en beneficio del estudiante y la institución, agradezco la atención que se sirva prestar a la presente,

A T E N T A M E N T E

Dr. José Manuel Rojas García. ROGM690811HVZJRN05

INDICE

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN.	I
ABSTRACT.	II
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS.	III
GLOSARIO Y ABREVIACIONES.	V
CAPITULO 1. INTRODUCCION.	
1.1 Importancia y justificación del proyecto.	1
1.2 Objetivo.	4
1.3 Alcance.	4
1.4 Antecedentes.	5
CAPITULO 2. MARCO TEORICO Y REQUERIMIENTOS DE UNA CUBIERTA TRASERA DE AUTOMOVIL.	
2.1 Conceptos generales de cubierta trasera de automóvil.	6
2.2 Función y requerimientos.	11
2.3 Procesos actuales de manufactura y sus limitantes de diseño.	14
2.4 Casos y modos de falla de diseño actual.	20
CAPITULO 3. PROPUESTA DE USO DE POLIURETANO (ELASTOSKIN®) PARA APARIENCIA DE PANEL DE VENTANA TRASERA.	
3.1 Características de poliuretano y sus aplicaciones actuales.	24
3.2 Proceso de manufactura propuesto.	29
3.3 Configuraciones de propuesta de diseño.	31
3.4 Recomendaciones de diseño para uso de poliuretano.	32
CAPITULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL USO DE POLIURETANO.	
4.1 Factibilidad técnica para uso de poliuretano en cubierta de ventana trasera.	33
4.2 Resultados de pruebas desarrolladas y pendientes para aprobación de uso de poliuretano.	34
4.3 Conclusiones.	37
BIBLIOGRAFIA.	39
ANEXOS.	40

RESUMEN.

El concepto principal de la presente tesina se enfoca en una aplicación con una tecnología existente, plateando investigar el uso de un material basado en poliuretano sobre un panel de ventana trasera de un automóvil tipo "sedan" y "coupe", es decir sobre una nueva aplicación basado en un proceso de manufactura existente. Este componente forma parte del interior del vehículo y se localiza debajo del vidrio trasero (coloquialmente llamado medallón) y detrás de la segunda fila de asientos de este tipo de automóviles. Este material fue desarrollado por la división de poliuretanos de BASF con el nombre de "Elastoskin®" y tiene uso en otros componentes del automóvil como paneles de puerta y panel de instrumento conocido comúnmente como tablero de un automóvil.

La idea surge durante una visita del fabricante de plásticos BASF al centro de ingeniería de General Motors de México, visita en la cual muestran la existencia de este material. De igual forma surge con la intención de resolver una serie de problemas que se han presentado repetidamente en las pruebas de validación de este componente durante el desarrollo de su diseño; tales como la delaminación y presencia de aberturas con componentes con las que hace interface. Con este planteamiento se pretende resolver una serie de limitantes de diseño que se han tenido que enfrentar debido a las propiedades de los materiales que se utilizan actualmente para el moldeo de este panel.

El material "Elastoskin®" es usado por fabricantes de automóviles en componentes como panel de instrumentos y panel de puerta. El objetivo de la presente tesina es analizar la factibilidad técnica del uso de este material en un panel de ventana trasera, considerando los requerimientos a cumplir en este panel por parte de General Motors. No se hace un análisis de la potencial reducción de costo, debido a la limitante de obtener este tipo de datos, ya que no existe un planteamiento comercial para su uso, por parte de General Motors y BASF.

Palabras clave: Desarrollo tecnológico, propiedades físicas de materiales, Poliuretano, proceso de manufactura.

Clases principales	Clase primaria	Clase secundaria
Ingeniería y Tecnología.	Tecnología de materiales.	Plásticos y Poliuretano.

ABSTRACT.

The main idea for this study is focused in the usage of a current technology with a proposal to find out the option of using a polyurethane material in a rear window trim panel, which is used in sedan and coupe automotive vehicle, it means a new application based on existing material and manufacture process. This rear window trim is a piece located in the interior of the vehicle under the rear glass and behind of passenger's second seat row of this kind of vehicles commented before (sedan and coupe). This material was developed by BASF polyurethane division and its commercial name is "Elastoskin®" and currently it is used in other interior parts of the vehicle such as door panels and instrument panels also known as IP in the automotive industry.

The idea raised up during an exposition of the company BASF to General Motors Mexico Engineering Center, exposition where BASF presented this material and some applications. At the same time the idea raised up to have the material as an option to solve some issues that General Motors has experimented so often during validation test of this rear window trim design development; such as delamination and some gap condition with another pieces that rear window trim interfaces. This proposal also has the objective of solving some design constrains that this trim panel has faced, due to the properties of material used currently to manufacture it.

As commented before, "Elastoskin®" material is used in components as instrument panel and door panels, but by some others automotive companies. The objective of this study is to analyze the technical feasibility of using this material in a rear window trim, meeting the requirements that General Motors specifies for this trim panels. There is not accurate information regarding material cost, due to there is not a commercial proposal between General Motors and BASF, this is why an accurate potential cost reduction is not consolidated in this study.

Key words: Technological development, Material physic properties: Polyurethane, manufacture process.

Main Topic.	Principal topic.	Secondary topic.
Engineering and Technology.	Materials Technology.	Plastics and Polyurethane.

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Número	Contenido de imágenes.	Pág.
Fig. 1.1	Localización de panel de ventana trasera.	1
Fig. 1.2.	Materiales utilizados en un panel de ventana trasera de un automóvil.	2
Fig. 1.3	Protuberancia con potencial pérdida de adhesión de la tela y sustrato.	3
Fig. 1.4	Geometría difícil de manufacturar y con potencial pérdida de adhesión de la tela y sustrato.	3
Fig. 1.5	Depresión con potencial pérdida de adhesión de la tela y sustrato.	4
Fig. 2.1	Principales componentes de una cubierta para ventana trasera.	6
Fig. 2.2	Componentes y subsistemas con los que hace interface un panel de ventana trasera de un automóvil.	7
Fig. 2.3	Sección típica al centro del vehículo para establecer los criterios principales de empaquetamiento para la cubierta de automóvil.	8
Fig. 2.4	Sección típica para empaquetamiento de interface con asiento.	8
Fig. 2.5	Sección típica para interface con cubierta lateral de plástico.	9
Fig. 2.6	Panel moldeado en plástico (TPO) con grano de apariencia.	10
Fig. 2.7	Panel termoformado con sustrato y tela.	10
Fig. 2.8	Esta es otra variante de las partes que componen un panel.	11
Fig. 2.9	Partes físicas de una cubierta instrumentada durante una prueba.	11
Fig. 2.10	(A) muestra una pieza después del proceso de termoformado con excedente de material y en la figura (B) vemos una pieza posterior al proceso de corte.	15
Fig. 2.11	Máquina para corte por "water jet".	16
Tabla 1.	Comparativo de procesos de corte para un panel de ventana trasera	16
Fig. 2.12	Esquema del proceso de termoformado para un panel de ventana trasera.	17
Fig. 2.13	Molde con 2 cavidades para termoformado de un panel de ventana trasera.	17
Fig. 2.14	Esquema típico de una máquina de inyección de plástico.	18
Fig. 2.15	Diseño del moldeo de un panel de ventana trasera para un automóvil.	19

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Número	Contenido de imágenes.	Pág.
Fig. 2.16	En esta grafica se observar la presión de cierre que tiene el molde de un panel moldeado por inyección de plástico.	19
Fig. 2.17	Diseño que muestra el análisis de elemento finito realizado en un panel moldeado en plástico por inyección.	20
Fig. 2.18	Muestra una abertura entre la cubierta para anclaje de la silla de niños y la tela de apariencia.	21
Fig. 2.19	Pérdida de adhesión entre la tela y el sustrato con una geometría compleja.	21
Fig. 2.20	Pérdida de adhesión entre la tela y el sustrato, con una geometría simple.	22
Fig. 2.21	Se muestra un cambio en el ángulo de moldeo	23
Fig. 3.1	Se observa el uso actual que tiene el "Elastoskin®" en un panel de instrumentos.	25
Fig. 3.2	En la tabla se puede ver las variantes que existen de "Elastoskin®" y un comparativo de algunas de sus propiedades mecánicas.	25
Fig. 3.3	En esta imagen podemos ver la combinación de colores, granos, logotipos	26
Fig.3.4	a) tenemos una pieza moldeada con "Elastoskin®". b) podemos ver costuras reales.	27
Fig. 3.5	Aplicaciones actuales de "Elastoskin®"	28
Fig. 3.6	Panel de puerta moldeado con "Elastoskin®".	28
Fig. 3.7	Panel de Instrumentos moldeado con "Elastoskin®".	29
Fig. 3.8- Fig. 3.11	Etapas de molde con "Elastoskin®".	29, 30
Fig. 3.12	Esquema que muestra la aplicación de "Elastoskin®".	30
Fig. 3.13	Propuesta de configuración para panel de ventana trasera con "Elastoskin®".	31
Fig. 4.1	Comparativo de temperatura de un molde para inyección y un molde para uso de "Elastoskin®".	38

GLOSARIO Y ABREVIACIONES.

BASF - Empresa dedicada a la formulación de materiales plásticos.

RWT – Acrónimo utilizado en General Motors para un panel de ventana trasera, por sus siglas en inglés (Rear Window Trim).

Elastoskin® - Marca registrada por BASF para una capa de poliuretano que sirve como acabado de apariencia en partes moldeadas con este producto.

TPO - Poliolefina termoplástica que se produce por la mezcla de polipropileno (PP) con copolímeros elásticos de etileno (elastómeros de poliolefina).

PP – Polipropileno

PU – Poliuretano.

Fibracel - Aglomerado elaborado con fibras de madera aglutinadas con resinas sintéticas.

ABS – Material plástico llamado Acrilo Nitrilo Butadieno Estireno.

PVC – Material plástico llamado Policloruro de Vinilo.

Jute – Es el nombre de la planta o fibra que se utiliza para hacer tela de arpillera.

Kenaf - Es una planta tropical que tiene una apariencia similar al bambú.

Sedan - Nombre que se da a un vehículo automotor de cuatro puertas.

Coupe - Nombre que se da a un vehículo automotor de dos puertas.

Water Jet – Proceso industrial que sirve para cortar, el cual se logra con un chorro de agua a muy alta presión que contiene partículas abrasivas suspendidas en la corriente.

Suajado – Operación hecha con una herramienta confeccionada con placa de acero para cortar, doblar o marcar materiales blandos.

Clamp force - Fuerza de cierre de un molde para moldear por inyección de plástico.

Mold Flow – Paquete de cómputo que se utiliza para análisis virtual del moldeo de una pieza por inyección de plástico.

SOT – Inicio de prueba, por sus siglas en inglés (Start of Test).

EOT – Terminación de prueba, por sus siglas en inglés (End of Test).

Die Draw – Dirección de moldeo de una pieza al ser formada por compresión, termoformado o en moldeo por inyección de plástico.

Elongation – Terminio en ingles que en español se traduce como elongación.

Delaminación – Separación de dos materiales en forma de película o telas que se encontraban unidas previamente.

ISO - Organización de estándares Internacionales.

GMW – Estándares globales de General Motors.

CAPITULO 1. INTRODUCCION.

1.1 Importancia y justificación del proyecto.

Al igual que en todas las industrias, dentro de la industria automotriz se ha buscado la innovación. Particularmente dentro de este sector, se busca el desarrollo de automóviles que permitan una optimización en su funcionamiento y rentabilidad financiera, por ello se han desarrollado nuevas tecnologías tanto para su funcionamiento como para los materiales de que están hechos sus diferentes componentes. Al mismo tiempo van siendo más exigentes tanto el mercado, los clientes y los competidores. Por ello el auge del uso de materiales que permitan optimizar la rentabilidad financiera en la producción de un automóvil, buscando o desarrollando materiales más baratos pero que no demeriten la funcionalidad y estándares de apariencia establecidos por el mercado.

El componente en que se enfoca el presente trabajo es una cubierta localizada bajo la ventana trasera del vehículo para cubrir el metal estructural del vehículo, portar y cubrir algunos componentes como son cubiertas de bocinas, cinturones de seguridad, módulos y arneses eléctricos, cubierta de protección solar, entre otros.

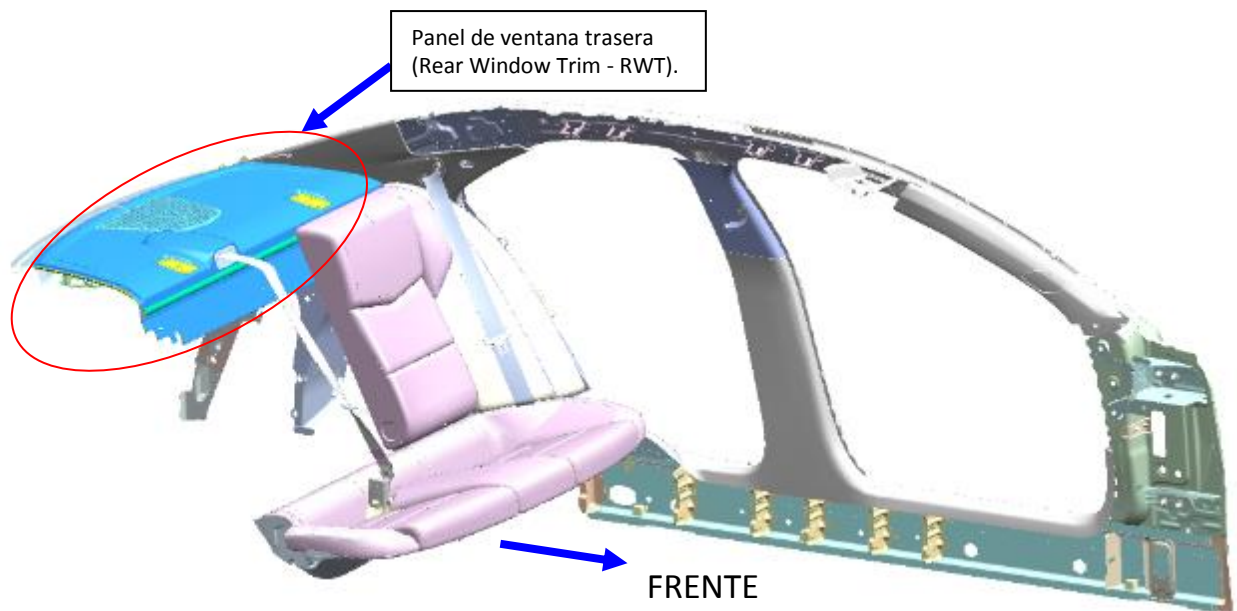


Fig. 1.1 Localización de panel de ventana trasera. [1]

Al mismo tiempo se debe de mantener armonía con estos componentes y una apariencia agradable para el cliente. Al igual que todos los componentes del vehículo, esta cubierta ha evolucionado en su forma geométrica, materiales estructurales y de apariencia.

La evolución de este componente ha permitido la reducción del costo del mismo y ha implicado el uso de nuevos materiales de apariencia como tela, alfombra, TPO, vinil y piel entre otros y de igual forma su material estructural (sustrato de plásticos compuestos), como se muestra en la figura 1.2.

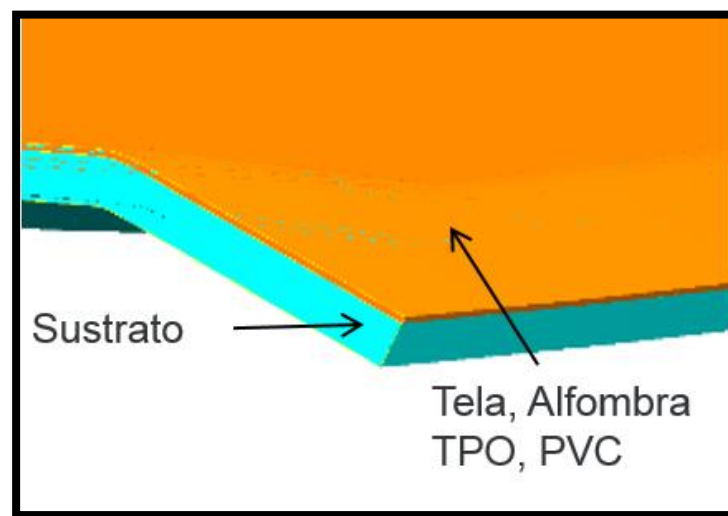


Fig. 1.2 Materiales utilizados en un panel de ventana trasera de un automóvil. [1]

Estos nuevos materiales coadyuvan a nuevas estrategias de diseño y manufactura. Actualmente el uso de tela, alfombra, TPO, vinil y piel, entre otros, han limitado la geometría de este componente en cuanto a las depresiones o protuberancias que se llegan a requerir, ya que la elongación que tienen que realizar estos materiales durante su proceso de manufactura para estas geometrías, ocasionan tener pérdida de la adhesión entre el material de apariencia (tela, alfombra, TPO, vinil, piel entre otros) y el material estructural (sustrato de plásticos compuestos) o incluso la fractura de alguno de ellos.

A continuación se muestran algunos ejemplos de las geometrías que son difícil de manufacturar con los materiales y proceso de manufactura que tenemos actualmente.

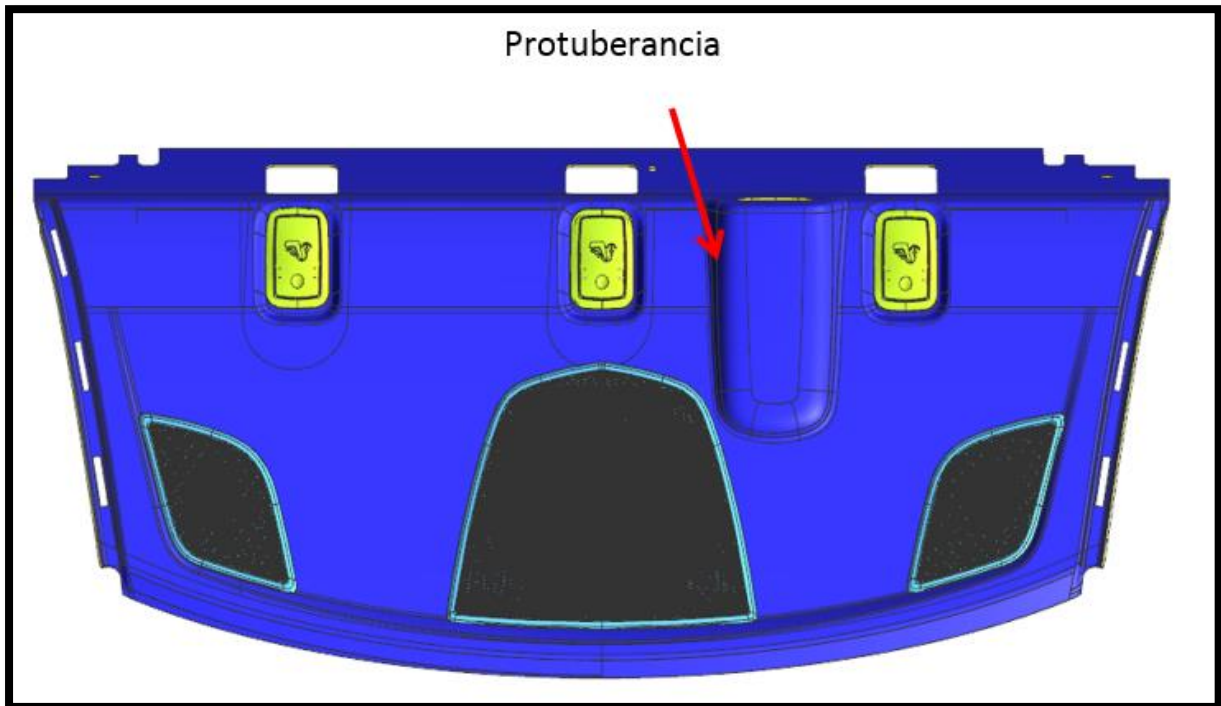


Fig. 1.3 Protuberancia con potencial pérdida de adhesión de la tela y sustrato. [1]

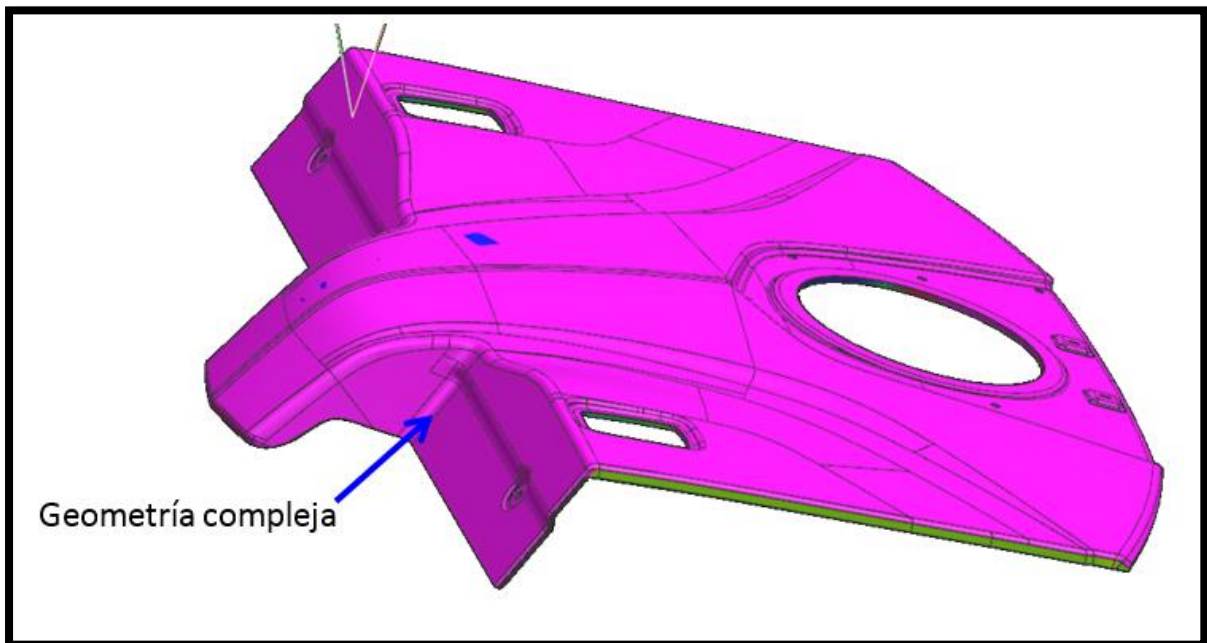


Fig. 1.4 Geometría difícil de manufacturar y con potencial pérdida de adhesión de la tela y sustrato. [2]

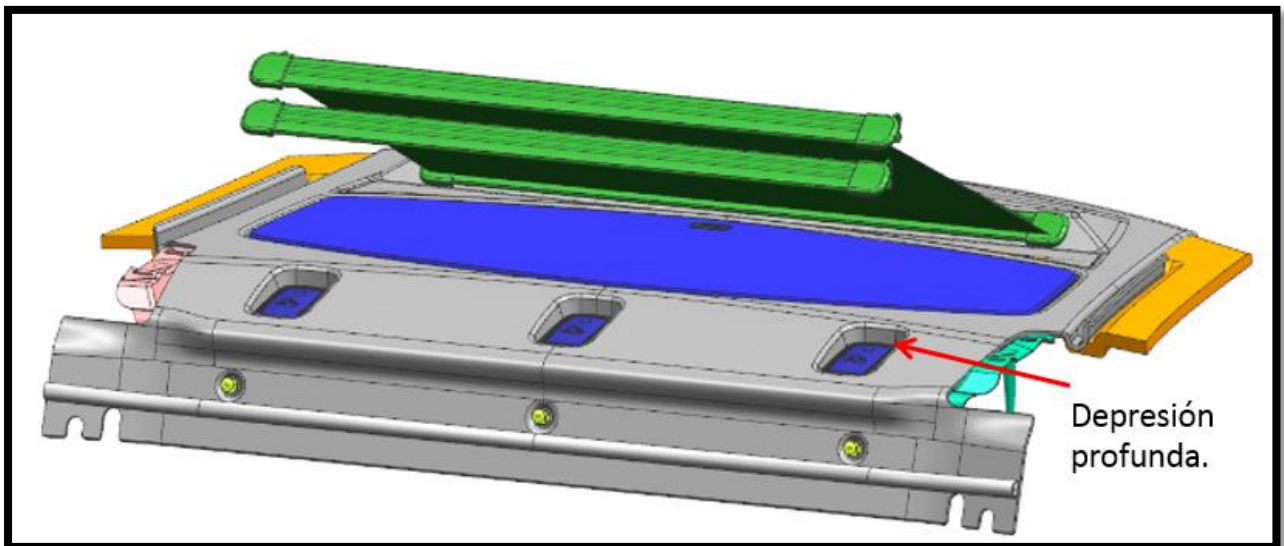


Fig. 1.5 Depresión con potencial pérdida de adhesión de la tela y sustrato. [3]

1.2 Objetivo.

Realizar un análisis técnico del uso de poliuretano conocido con el nombre comercial de “Elastoskin®” producido por BASF, en una cubierta de ventana trasera. Para ello se identificarán los materiales con los que sería compatible, los requerimientos por parte de General Motors con los que este panel debe cumplir y la apariencia que este material puede ofrecer.

Específicamente se analizará su uso como un material de apariencia que pueda reemplazar el uso de piel o vinil en la cubierta mencionada anteriormente con el fin de eliminar o minimizar el impacto de las limitantes de delaminación que la piel y el vinil tienen durante la fabricación de estas cubiertas.

1.3 Alcance.

Debido a la limitante que existe de recursos para realizar todas las pruebas requeridas en un panel de ventana trasera, el alcance de la presente tesina, se limita a realizar las pruebas con probetas o placas, ya que para un ensamble completo es necesario contar con un molde que tenga la geometría de un panel y el grano en las superficies del molde que permitan obtener el acabado deseado tipo piel. Se realizarán la mayor cantidad de pruebas que la disponibilidad de material y equipo permita y se mantendrá la propuesta de realizar las pruebas restantes. Estas pruebas se identifican y detallan en el capítulo 2 y son básicamente de tipo mecánico, térmico y ataque químico.

1.4 Antecedentes.

El diseño y producción de estos paneles de ventana trasera han pasado por diversos materiales y procesos de manufactura. Los más semejantes a los que se producen actualmente, son los que se hicieron en los años 1970, donde se comenzó a utilizar un sustrato comercializado como fibracel (aglomerado elaborado con fibras de madera aglutinadas con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor en seco, hasta alcanzar una densidad media), el cual era cubierto con una alfombra o laminado de PVC con poliuretano. Este diseño tenía una durabilidad relativamente corta, estimada en menos de 5 años y se comenzaba a notar deterioros hasta quedar inservible.

Posteriormente el sustrato de fibracel fue reemplazado por materiales como el Acrilo Nitrilo Butadieno Estireno (ABS) y polipropileno (PP), manteniendo el principio de adherir alfombra, laminado de PVC con poliuretano y se incorporó la adhesión de tela laminada con otra fibra sintética. La incorporación de estos sustratos de ABS y PP moldeados por inyección con el paso del tiempo evolucionó y permitió que surgieran dos variantes de moldeo para estos paneles de ventana trasera. La primera variante fue la incorporación de grano en el molde de inyección en un solo proceso de manufactura, ya que este graneado representa el acabado de apariencia. Este proceso de manufactura se sigue utilizando actualmente para algunos paneles, principalmente para los vehículos de menor precio en el mercado. La otra variante fue la incorporación de la tela en el proceso de moldeo por inyección, lo que permitía tener una mejor apariencia que una pieza graneada por moldeo por inyección y se ha utilizado en vehículos del sector de lujo.

La industrialización del Polipropileno permitió el desarrollo de materiales compuesto, principalmente mezclando dicho material polimérico con fibra de vidrio o con fibras naturales como las de Jute y Kenaf entre otros. Estos materiales compuestos, permitieron la incorporación del moldeo por termoformado en la fabricación de estos y otros paneles del vehículo. La evolución de este proceso, del laminado de alfombra y telas, permitió la incorporación de estas al proceso de manufactura, es decir la adhesión del sustrato y el material de apariencia (alfombra o tela) se hacen al momento del termoformado del sustrato. Esta es la situación actual que tenemos y como se mencionó anteriormente se tiene la limitante de la elongación que hace del material de apariencia (tela, alfombra, TPO, PVC, etc.) y del sustrato durante el proceso de termoformado, limitando la geometría de los paneles y presentando casos de delaminación así como incremento en el número de partes defectuosas durante su producción.

CAPITULO 2. MARCO TEORICO Y REQUERIMIENTOS DE UNA CUBIERTA TRASERA DE AUTOMOVIL.

2.1 Conceptos generales de cubierta trasera de automóvil.

Esta cubierta se define como un componente interior del automóvil tipo "sedan" o "coupe", localizado bajo el vidrio trasero y detrás de la segunda fila de asientos para pasajeros, cuya función general es cubrir el panel de metal y componentes que están sobre este panel a fin de brindar una mejor apariencia para el cliente y a su vez alojar algunos otros componentes como rejillas para bocinas, cubiertas plásticas, cubierta para el sol, cubierta para cinturones de seguridad, entre otros.

En la figura 2.1 se puede ver los principales y típicos componentes que forman parte de esta cubierta.

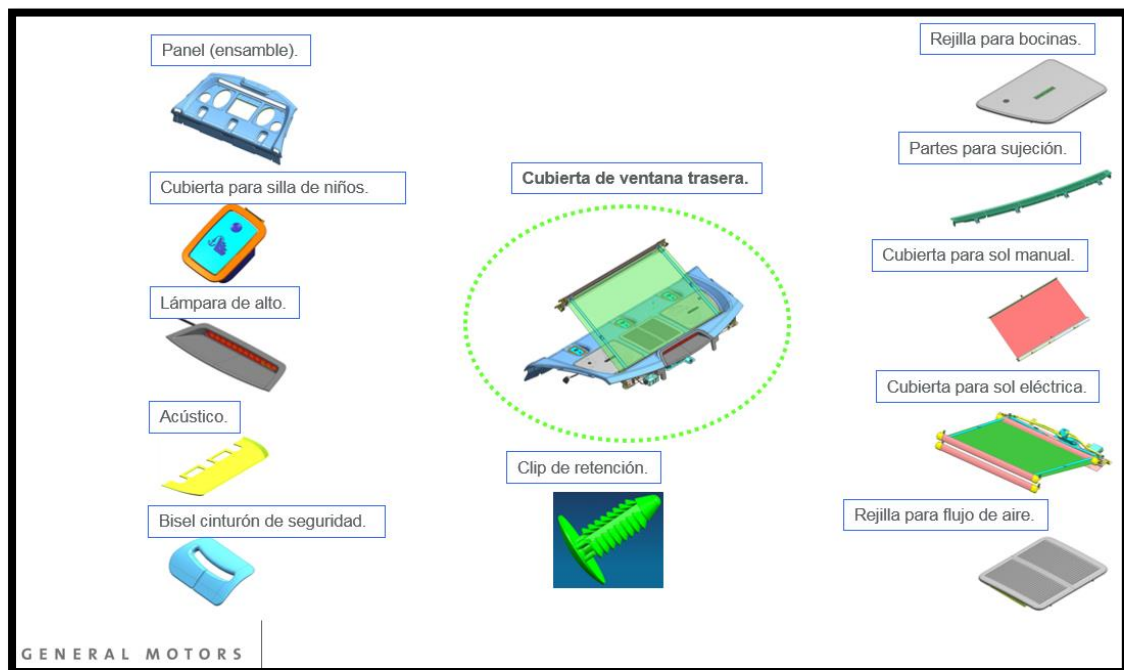


Fig. 2.1 Principales componentes de una cubierta para ventana trasera. [3]

Aunque la función principal de este panel es de apariencia, tanto de los componentes que contiene como de los componentes que lo rodean dentro del automóvil, existen algunas otras funciones de igual o mayor importancia ya que de ello depende el funcionamiento adecuado de otros subsistemas e incluso del vehículo mismo. Como por ejemplo: el funcionamiento adecuado de la cubierta eléctrica para el sol; una correcta sujeción de cinturones de seguridad; una ventilación adecuada de módulos eléctricos que emiten señales para el funcionamiento del vehículo, entre otros.

Adicional a los componentes que contiene la cubierta de ventana trasera, existen otros componentes con los que hace interface y con los cuales debe de cumplir criterios de empaquetamiento a fin de prevenir potenciales modos de falla como pueden ser: ruidos, rechinidos, vibración del panel u otros componentes; sobrecalentamiento de módulos o componentes eléctricos que pudieran repercutir en el funcionamiento del vehículo o una pobre apariencia para el cliente e incluso un mal funcionamiento del cinturón de seguridad para los pasajeros de la segunda fila. En la siguiente figura podemos observar los componentes o subsistemas típicos con los que hace interface la cubierta.

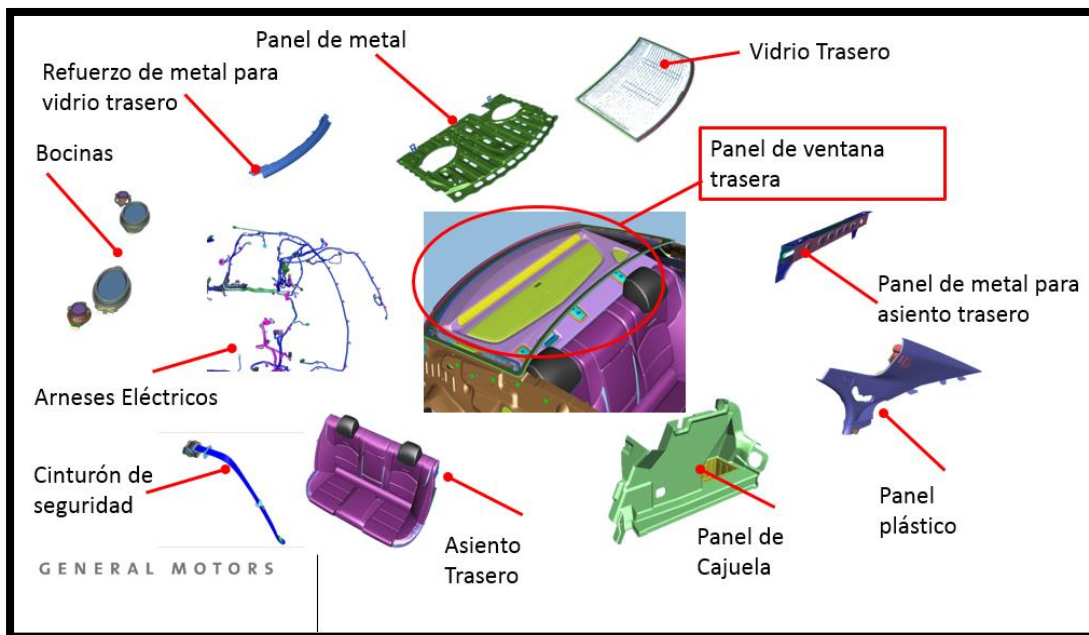


Fig. 2.2 Componentes y subsistemas con los que hace interface la cubierta de ventana trasera de un automóvil. [4]

Como se comentaba anteriormente, se deben de cuidar ciertos criterios de empaquetamiento de la cubierta, y para ello se desarrollan algunas secciones típicas que sirven para ir dando la apariencia deseada y a su vez se permita un correcto funcionamiento de los componentes o subsistemas que rodea al panel.

Algunas de las secciones típicas se muestran a continuación.

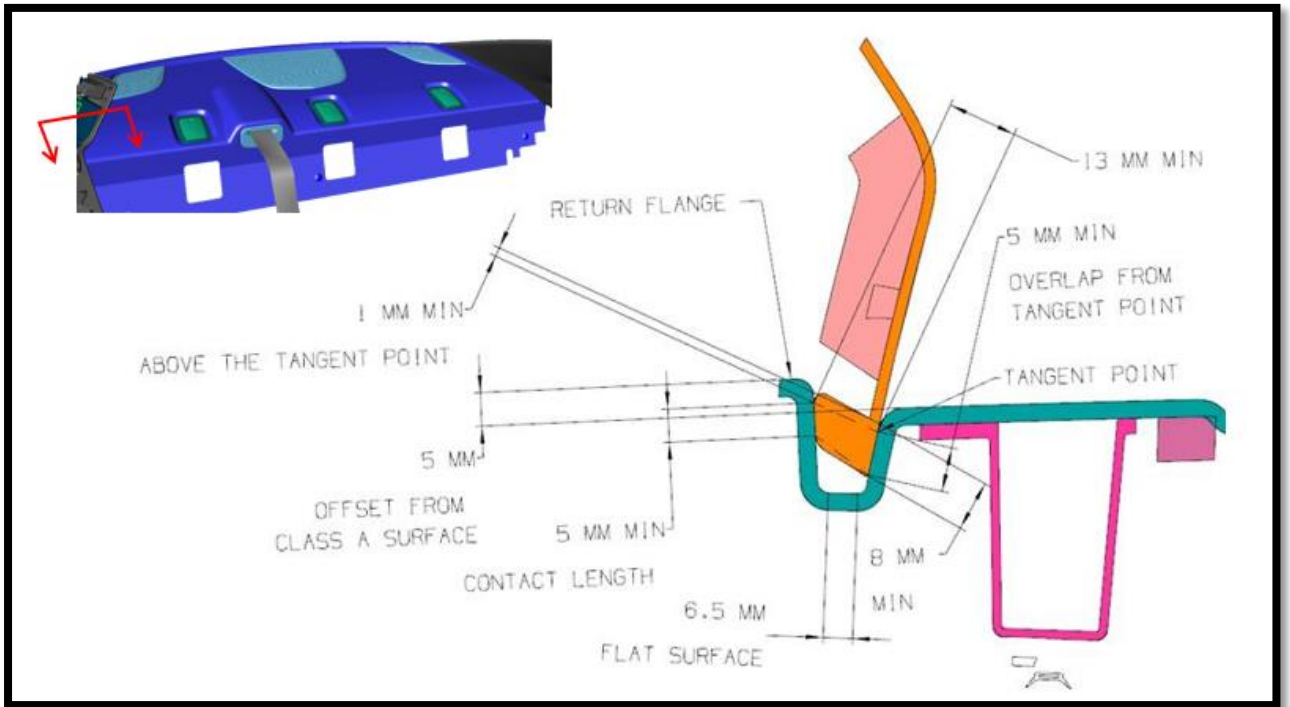


Fig. 2.5 Sección típica para interface con cubierta lateral de plástico. [4]

A continuación se describe con mayor detalle el contenido de esta cubierta, sus principales componentes y su importancia por la interface que hace con otros componentes del vehículo.

El cuerpo principal de la cubierta es llamado panel y se compone de un pieza moldeada en plástico con un grano que le de apariencia. El panel también se puede componer de un sustrato con una cubierta de apariencia que actualmente se usa en tela, alfombra, piel, gamuza o PVC. Este tipo de cubierta es precisamente de la que analizaremos su potencial reemplazo para uso de una cubierta moldeada de poliuretano.

Como se comentó anteriormente, existen diversos tipos de materiales y combinaciones tanto para sustratos como para materiales de apariencia.

A continuación se muestran los principales paneles que se usan actualmente dentro del sector automotriz.



Fig. 2.6 Panel moldeado en plástico (TPO) con grano de apariencia. Se puede observar que tiene moldeada la cubierta para la bocina y la rejilla para el flujo de aire en parte trasera. La cubierta para anclaje de la silla de niños es moldeada por separado y se ensambla al panel. [3]



Fig. 2.7 Panel termoformado con sustrato y tela. La figura de la izquierda muestra la porción de un panel posterior al termoformado y antes de pasar a proceso de terminación. La figura de la derecha muestra la porción de un panel montado en vehículo. [5]

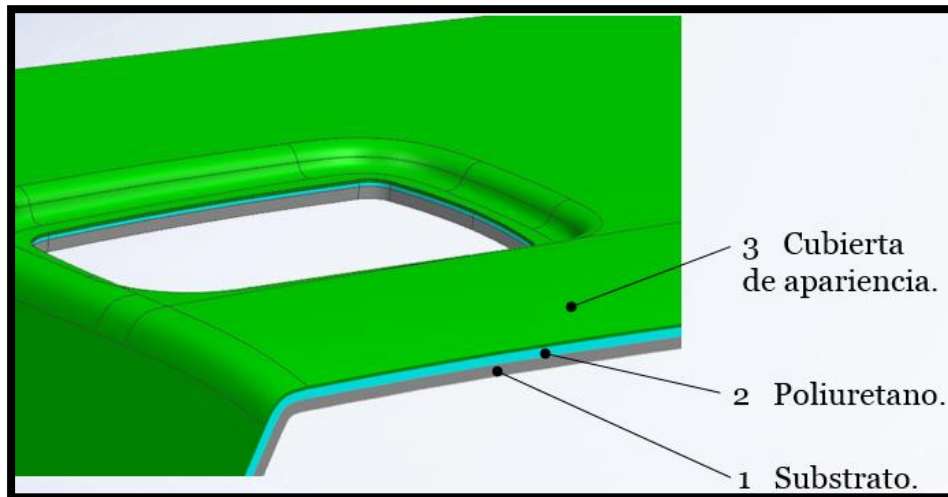


Fig. 2.8 Esta es otra variante de las partes que componen un panel. El material de apariencia que se utiliza en este tipo de diseños es PVC (para imitar piel) o gamuza. [3]



Fig. 2.9 Partes físicas de una cubierta instrumentada durante una prueba, con el sustrato de PP+fibra de vidrio, Poliuretano y PVC. [6]

2.2 Función y requerimientos.

Como se ha comentado anteriormente, la función principal de esta cubierta es la de cubrir el metal y los componentes debajo de esta cubierta, permitiendo a su vez el perfecto funcionamiento de los componentes que le rodean. Para mantener una apariencia placentera para el cliente que adquiere el automóvil, la cubierta debe de cumplir con requerimientos dimensionales que permita mantener armonía con los componentes que hace interface y debe de mantener esa armonía durante la vida del vehículo. Al ser un componente interior debe cumplir con ciertos requerimientos de olor y prevenir el desprendimiento de sustancias tóxicas o desagradables al cliente.

Uno de sus requerimientos más críticos es la exposición a la luz de sol y altas temperaturas generadas por la misma exposición. A su vez debe evitarse una degradación notoria en su color o la aparición de manchas en la cubierta, situación que es típica cuando los materiales no cuentan con una protección a rayos ultravioleta.

Existen diversos requerimientos para una cubierta de este tipo y, debido a que estamos analizando el uso de un nuevo material de apariencia, los requerimientos que debe de cumplir este nuevo material se limitarán a los especificados para un material de apariencia. A continuación se presenta un sumario de los requerimientos típicos de una cubierta de este tipo y los criterios a cumplir para éstos.

Prueba	Requerimiento.
Ciclado térmico.	Someter la pieza a 2 ciclados como se indica a continuación: Humedad (95% ±3 HR a alta temperatura) 3 h. Ambiente (50% ± 5 HR a temperatura ambiente) 1 h. Alta temperatura 18 h. Baja temperatura 4 h. Ambiente (50% ± 5 HR a temperatura ambiente) 1 h. El panel no debe exhibir delaminación, olor, pérdida de color, brillo u otro cambio de apariencia o variación dimensional, a menos que se especifique lo contrario.
Flamabilidad.	Deberá de cumplir con los requerimientos federales de USA (FMVSS302), Canadá (CMVSS302), Japón (TRIAS 48). El material no debe transmitir flama a través de su superficie a una velocidad > 100 mm / min, si no se especifica una velocidad de combustión inferior en la especificación del material correspondiente.
Empañamiento.	Un mínimo de 90% de reflexión a 110 ° C para textiles / alfombras y un máximo de 2 mg a 100 ° C para plásticos.
Integridad de color con luz artificial.	Se permite cambio notable en matiz o croma y ninguna pegajosidad objetable, mancha, pérdida de grano, arrugas u otros efectos indeseables. El cambio de color notable se define como un cambio de color medido según la escala de grises ISO 105-A02. La evaluación visual del panel de prueba por parte del ingeniero GM responsable deberá anular los valores medidos en caso de desacuerdo.
Resistencia a formación de bacterias.	No permitir el crecimiento de bacterias en el componente. El termino bacterias se usa para definir un revestimiento blanco, gris, azul / verde, vellosa / esponjosa, polvoriento o un olor asociado creado por hongos en materiales húmedos y orgánicos.
Resistencia al impacto.	El panel no deberá mostrar fracturas o pérdida de función al impactar una esfera (dimensiones de la armadura) a baja temperatura considerando la altura disponible contra el vidrio trasero.

Resistencia a químicos para su limpieza.	Los defectos no deberán ser visibles a una distancia de 1.5 metros, después de aplicar y remover los productos químicos indicados por la armadora.
Resistencia a la abrasión.	Los defectos no deberán ser visibles a una distancia de 1.5 metros, después de someter al proceso de abrasión indicado por la armadora.
Geometría en interior del vehículo.	Deberá de cumplir con el requerimiento europeo ECE R21 (radios no menores a 3.2 mm), cuando su posición esté dentro de la zona de ocupantes delimitada por la armadora.
Exposición a medio ambiente.	Deberá de cumplir con el tiempo de exposición al sol especificado por la armadora. No debe mostrar cambios significativos en la superficie, particularmente cambios en el color o el brillo, sin agrietamiento, o cualquier otro cambio perjudicial para su funcionalidad o apariencia. Otros cambios inaceptables incluyen: olores desagradables, formación de burbujas o huecos, desprendimiento de la laminación de sus partes, contracción, alabeo, exudación del plastificante. Las muestras deben cumplir con las dimensiones especificadas en el dibujo después de la finalización de la prueba. La dimensión de las probetas se debe verificar a simple vista para determinar el empalme o de ser necesario las dimensiones se pueden verificar midiéndolas.
Resistencia a ralladuras y marcas.	Probar conforme a método ISO 7724. Las marcas no deberán ser visibles a 1 metro de distancia, incluyendo la pérdida de color.
Oxidación.	Cámara de circulación de aire que funciona a alta temperatura. PP sin contenido natural: (168 ± 2) h. PP con contenido natural: (336 ± 2) h. No debe haber indicación visible de decoloración local y/o fragilidad por la degradación del material.
Emisiones interiores.	Cumplir con requerimiento de armadora. Se requiere que todos los materiales interiores que pueden contribuir con las emisiones al aire interior del vehículo se prueben y cumplan individualmente antes de colocarlos en la lista de fuentes aprobadas de General Motors (GMMASL). Esos materiales interiores deben probarse para Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) y Compuestos Orgánicos Semi-Volátiles (SVOC) de acuerdo a normativa de la armadora.
Compatibilidad de materiales.	La construcción de la pieza debe ser compatible con todos los materiales adyacentes y no debe exhibir manchas de migración de las partes adyacentes. Si la construcción de la pieza se une con las mezclas de PVC, TPE, partes pintadas, cuero, productos laminados de plástico y otros materiales blandos, las cubiertas deben probarse en combinación con cada una de estas.
Requerimiento de adhesión.	Adherencia de bordes. Durante y después de los ciclos ambientales, los bordes de la pieza deben estar firmemente unidos. Resistencia al despegue con falla cohesiva de uno o ambos adheridos.

Estabilidad dimensional.	Después de 2 ciclados térmicos, las piezas no deben mostrar cambios significativos en la superficie, particularmente cambios en el color o el brillo, sin agrietamiento, o cualquier otro cambio perjudicial para su funcionalidad o apariencia. Otros cambios inaceptables incluyen: olores desagradables, formación de burbujas o huecos, desprendimiento de la laminación de sus partes, contracción, alabeo, exudación del plastificante. Las muestras deben cumplir con las dimensiones especificadas en el dibujo después de la finalización de la prueba. La dimensión de las probetas se debe verificar a simple vista para determinar el empalme o, de ser necesario, las dimensiones se pueden verificar midiendo.
Limpieza y resistencia a mancharse.	Ver el material relevante y/o la especificación de la pieza para su requerimiento por parte de la armadora.
Prueba de pantalla de protección solar y repelente de insectos.	Requerimiento específico de armadora. Clasificación ≤ 2 y sin penetración de la superficie pintada cuando se evalúa con y sin aumento de 10x.

2.3 Procesos actuales de manufactura y sus limitantes de diseño. [5]

Los procesos utilizados para la manufactura del panel que, a su vez, sirve de cuerpo principal para la cubierta de ventana trasera son los siguientes:

1. Proceso de termoformado.
2. Proceso de inyección de plástico (sea con grano o con tela embebida).

A continuación se describe de manera breve estos procesos, incluyendo algunos detalles específicos para la manufactura de este panel.

2.3.1 Termoformado.

El termoformado para propósitos de proceso de manufactura es moldear el plástico para alcanzar la forma deseada usando calor, vacío, presión (aire) y, ocasionalmente, la fuerza de dos superficies individuales que aplastan el plástico.

Los productos del proceso de termoformado, nuevamente para propósitos de manufactura, se dividen en dos grupos: calibre ligero y grueso. Los artículos de calibre ligero suelen ser empaques y, el grosor o calibre, típicamente es de 0.07 a 2.5 mm. Los productos son usualmente fabricados en termoformadoras en líneas alimentadas por rollo. Entre los artículos de gran calibre algunas aplicaciones de empaque también aparecen en este grupo. El espesor o calibre es de 2.5 a 12 mm y más grueso. Los productos son normalmente manufacturados en equipos de hojas sueltas o alimentados con hojas, como un termoformador de estación única o termoformadora rotativa. (HANDBOOK OF PLASTIC PROCESSES 2006 by John Wiley & Sons, Inc. CHARLES A. HARPER Timonium, Maryland.

El proceso de termoformado tiene 3 pasos principales:

- Aplicación de calor para ablandar el plástico.
- Formación en un molde.
- Corte de material sobrante.

En la manufactura del panel para la cubierta de ventana trasera, las hojas de plástico contienen polipropileno como matriz y fibra de vidrio o fibra natural (Kenaf) como refuerzo. Esta hoja es sometida a calor y posteriormente introducida a un molde de aluminio compuesto de 2 partes (hembra y macho) en donde se introduce también una hoja del material decorativo del panel. Juntas, la hoja plástica y la decorativa, son presionadas con las dos partes del molde durante el tiempo suficiente y temperatura adecuada para lograr la adhesión de ambas hojas y que tomen la forma deseada.

Posterior al proceso de termoformado, el panel lleva un proceso secundario donde se corta el material excedente en las orillas y se realizan cortes, agujeros o saques que se requieran en las piezas a fin de alojar otros componentes al sustrato u otras piezas con las que se hace interface. Los métodos de corte que se utilizan son "water jet", troquelado y suajado. La ventaja que tiene el suajado es que algunos cortes se hacen dentro del mismo molde de termoformado, permitiendo un mejor control dimensional de las piezas.

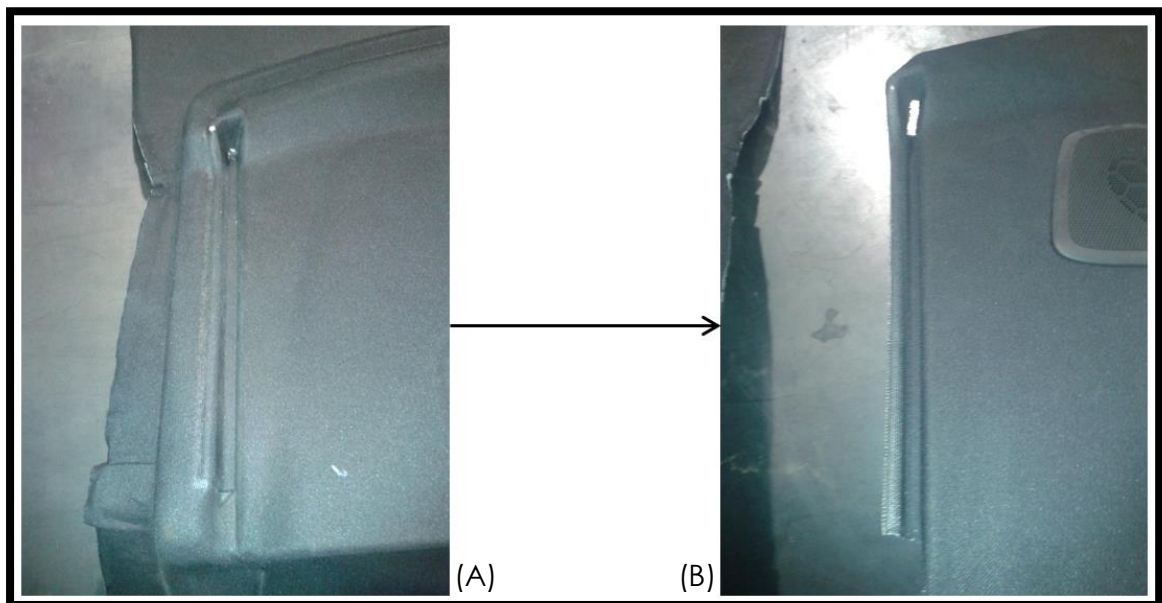


Fig. 2.10 (A) muestra una pieza después del proceso de termoformado con excedente de material y en la figura (B) se muestra una pieza posterior al proceso de corte. [5]

El “water jet” se logra con un vapor de agua que contiene materiales abrasivos. Este proceso requiere un escantillo para sostener la pieza.



Fig. 2.11 Máquina para corte por “water jet”. [5]

Troquelado y suajado.

Este método usa cuchillas para cortar el sustrato. Este proceso puede hacerse en molde durante el proceso de termoformado llamado suajado o, en una segunda operación, con un accesorio separado llamado troquelado. Es importante notar que los recortes deben hacerse de acuerdo con la dirección del vector de corte, limitante que tiene contra el corte por “water Jet” que permite mayor flexibilidad en los ángulos de corte. El troquelado y suajado se recomienda para aplicaciones que necesitan pequeñas tolerancias (por ejemplo, agujeros para piezas a ensamblarse a presión).

	Water-Jet	Troquelado
Tiempo ciclo	-	+
Calidad	S	S
Angulo	+	-
Precision	-	+
Inversion (\$)	+	-

- + Mejor condición.
- Menor condición.
- S Igual condición.

Tabla1. Comparativo de procesos de corte para un panel de ventana trasera [5]

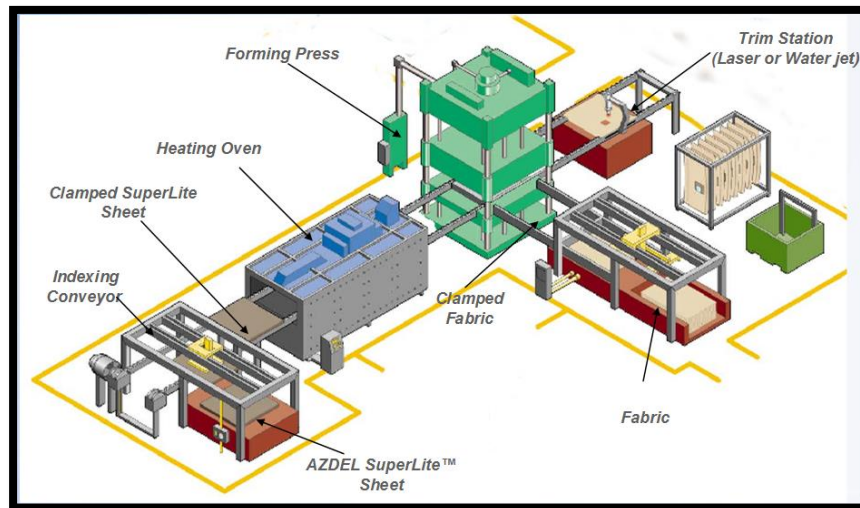


Fig. 2.12 Esquema del proceso de termoformado para un panel de ventana trasera. [5]

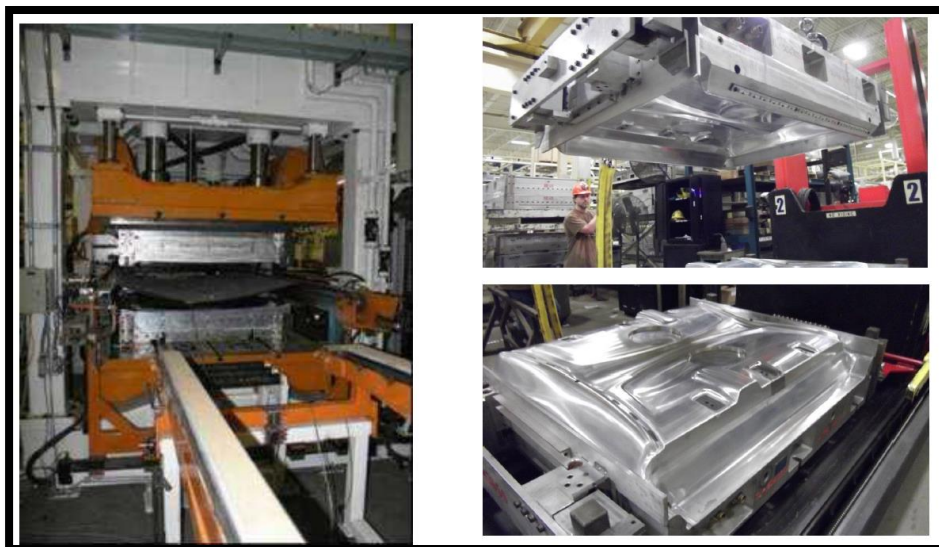


Fig. 2.13 Molde con 2 cavidades para termoformado de un panel de ventana trasera. [5]

Algunos de los beneficios del proceso de termoformado son:

- Bajas presiones de formación.
- Capacidad de introducir el material decorativo en el paso del moldeo.
- Menor peso de la pieza terminada.
- Posibilidad de tener el recorte en molde (tipo suajado).

Este proceso y los materiales permiten tener diferentes espesores a lo largo de la pieza. Es importante elegir el espesor correcto para el desempeño requerido, dependiendo de los componentes adicionales que llevará la cubierta completa. También debemos tener

cuidado de no sobrecomprimir demasiado el material, ya que puede hacerse frágil y romperse fácilmente.

2.3.2 Proceso de inyección de plástico.

Como se comentó anteriormente, este proceso también se utiliza para la fabricación del panel de ventana trasera y puede ser con un molde con la textura deseada en la pieza o con una tela decorativa que se introduce al molde previamente a la inyección. Cabe señalar que este último proceso ha sido reemplazado por el proceso de termoformado, ya que este permite la adhesión del material decorativo con el material de refuerzo llamado sustrato, al mismo tiempo que es moldeado a un menor costo que el moldeo por inyección.

El proceso de inyección para un panel es el típico que se utiliza para la producción de cualquier parte plástica formada por este proceso. Como referencia, a continuación se puede observar los componentes típicos de una máquina de inyección de plástico, así como un estudio virtual para el moldeo de un panel de ventana trasera para un automóvil.

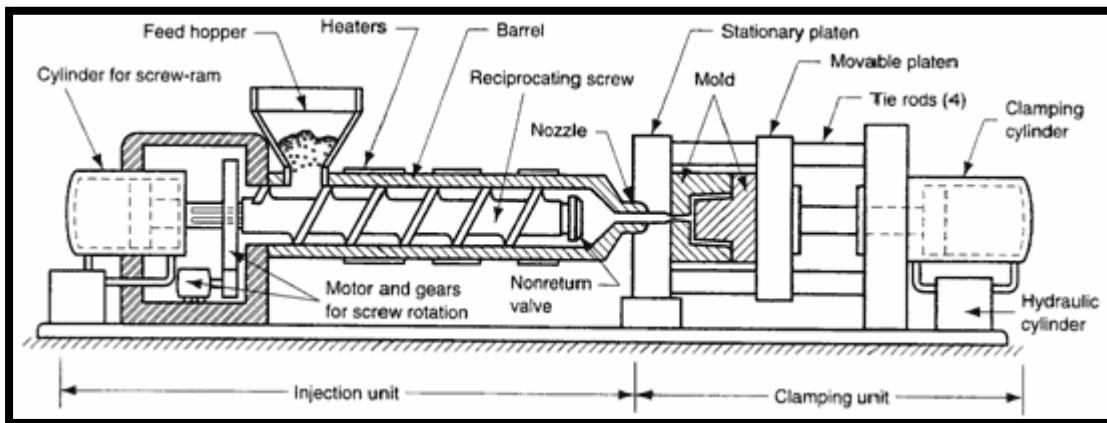


Fig. 2.14 Esquema típico de una máquina de inyección de plástico, las cuales son las mismas que se utilizan para moldear un panel de ventana trasera. [5]

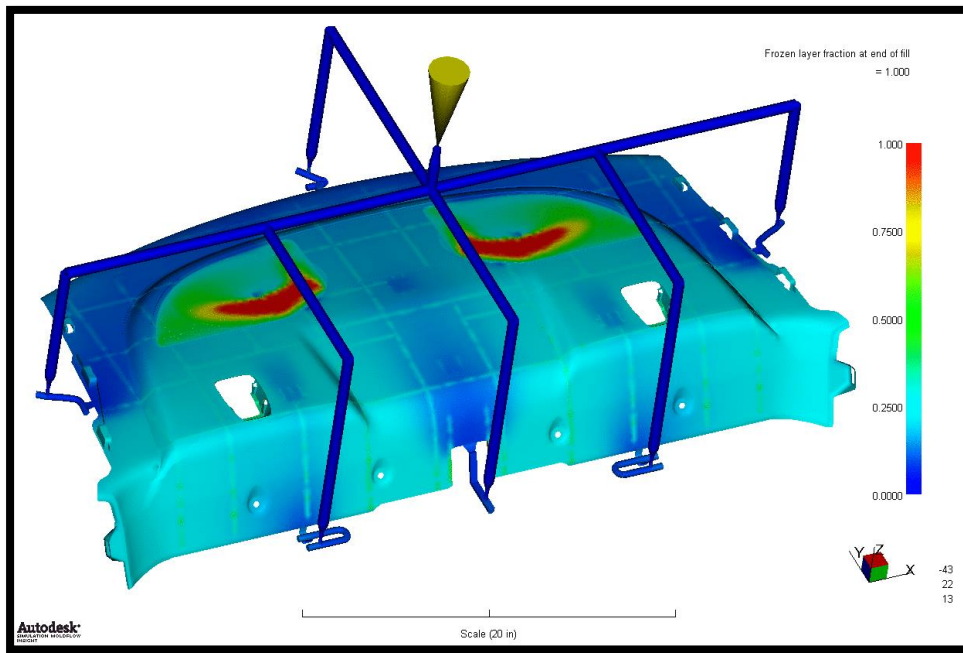


Fig. 2.15 Diseño del moldeo de un panel de ventana trasera para un automóvil. Se puede observar que se hace con 6 puntos de inyección y la gráfica muestra las diferentes etapas de enfriamiento que tiene la pieza. [8]

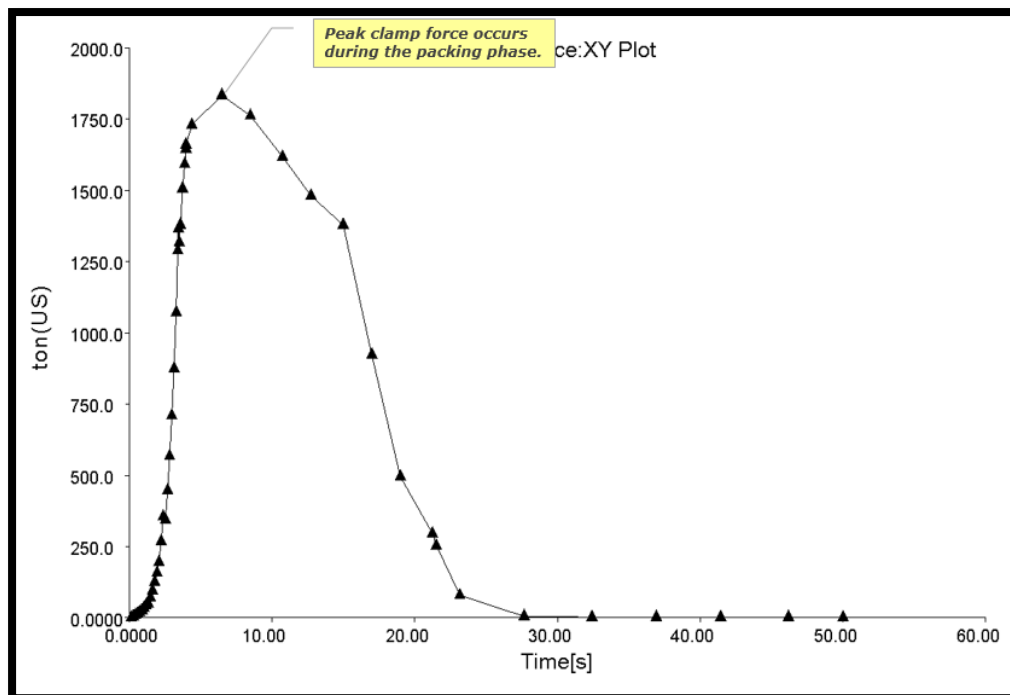


Fig. 2.16 En esta grafica se observar la presión de cierre que tiene el molde del panel de la figura 2.15, en la cual se observa que alcanza su máximo durante el llenado del molde. Este es el comportamiento típico de un moldeo por inyección y los valores varían de acuerdo a las dimensiones del molde, cantidad de piezas y volumen de las mismas. [8].

Para el moldeo de un panel por inyección es altamente recomendable realizar los análisis de elemento finito con herramientas como el "mold flow", a fin de garantizar la calidad de una parte moldeada y minimizar re-trabajos en el molde o en las piezas terminadas.

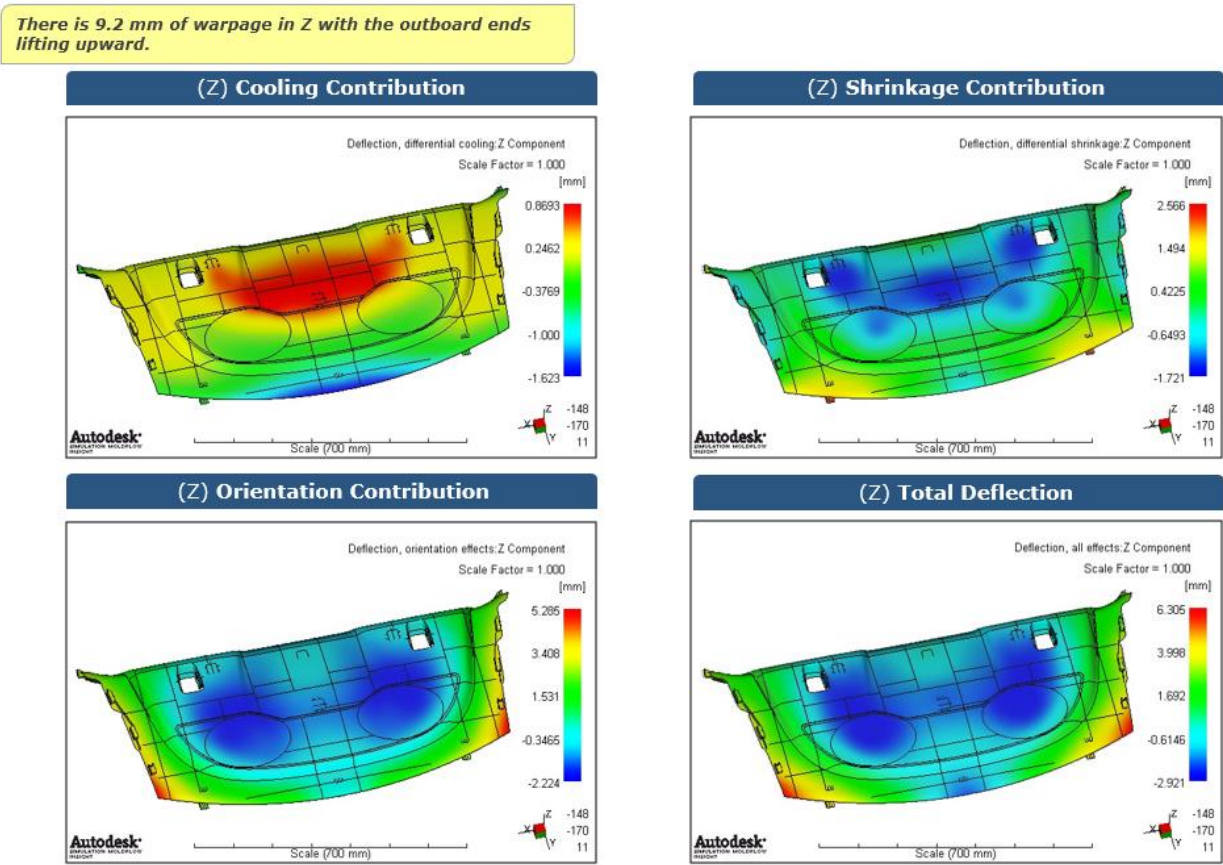


Fig. 2.17 Diseño que muestra el análisis de elemento finito realizado en un panel moldeado en plástico por inyección. [8]

2.5 Casos y modos de falla de diseño actual

Existen dos modos de falla comunes en la configuración de tela o PVC con el sustrato de PP+ fibra de vidrio, para los cuales se considera que puede ayudar el uso de poliuretano ("Elastoskin®"). El primero es la existencia de aberturas visibles al cliente como se muestra en la figura 2.18. El otro es la pobre resistencia de la adhesión entre el material de apariencia (tela o PVC) y el sustrato a altas temperaturas, cuyo modo de falla se muestra en las figuras 2.19 y 2.20.



Fig. 2.18 Muestra una abertura entre la cubierta para anclaje de la silla de niños y la tela de apariencia.

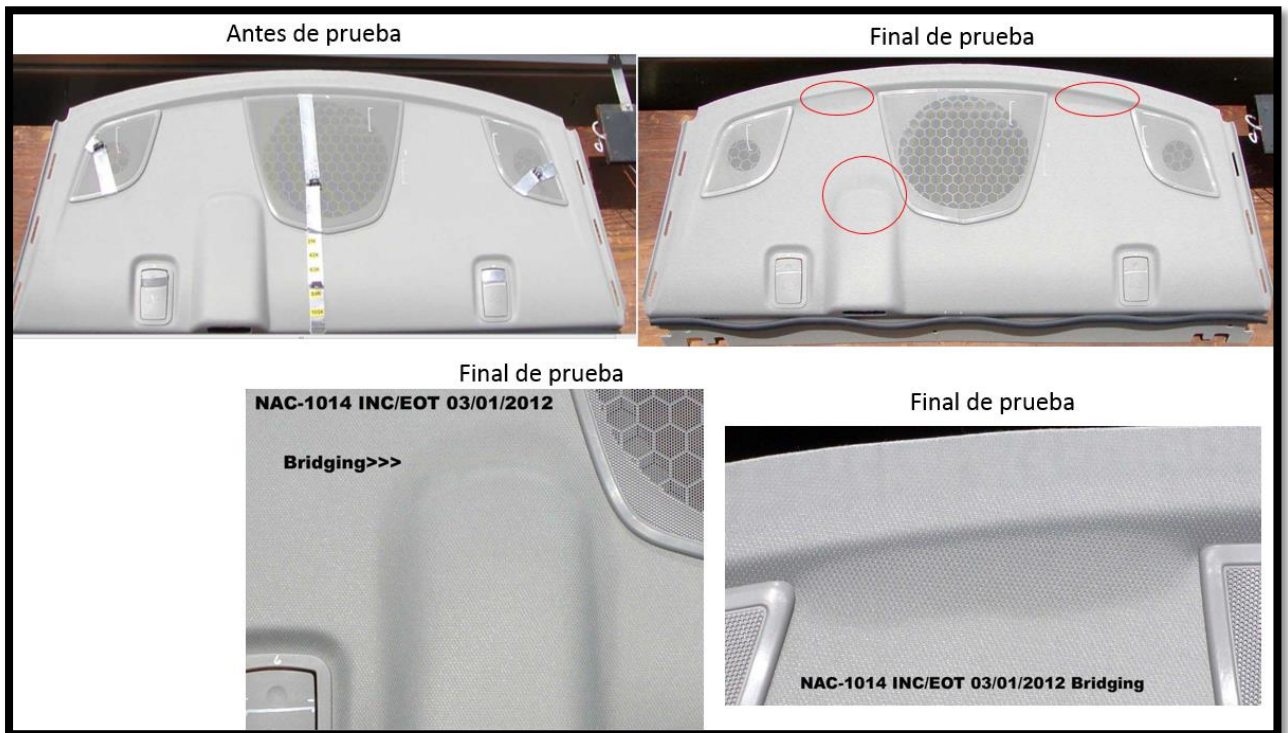


Fig. 2.19 Pérdida de adhesión entre la tela y el sustrato, con una geometría compleja (profundidades de moldeo excesivas). [10]

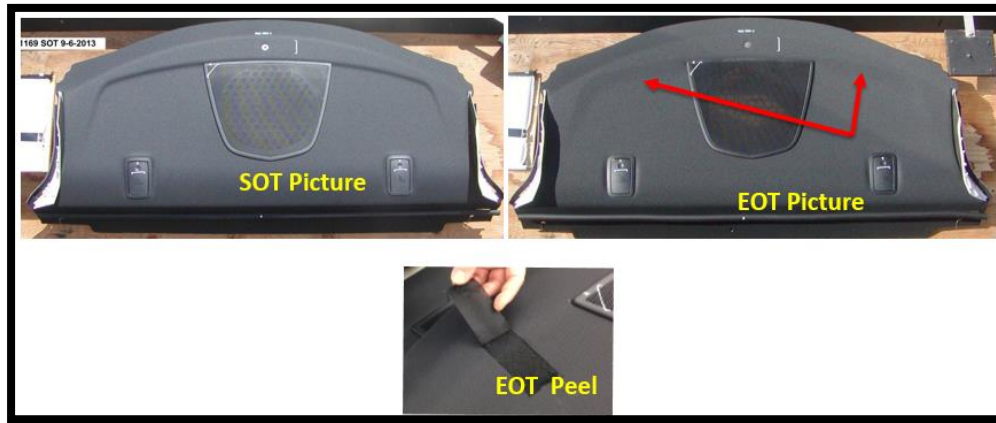


Fig. 2.20 Pérdida de adhesión entre la tela y el sustrato, con una geometría simple (profundidades de moldeo mínimas). [11]

Al realizar un análisis de este modo de falla se encontraron variables de proceso en el laminado donde se une la tela, refuerzo y el adhesivo que reacciona al momento de termoformarse para unirse con el sustrato. Estas variables han sido difíciles de controlar por parte del proveedor de la tela. Aunado a ello se observó que las geometrías profundas impactan esta adhesión, lo cual ha obligado a agregar un paso en el proceso de termoformado (calentamiento previo de la tela) y minimizar la profundidad en los cambios de geometría a fin de reducir la elongación de la tela.

De igual forma se ha modificado el ángulo de moldeo en el termoformado, respecto a la geometría de la pieza, también para reducir la elongación de la tela al momento del termoformado, como se muestra en la figura 2.21. Esto último ha obligado a hacer los moldes más grandes, incrementando el costo de los mismos.

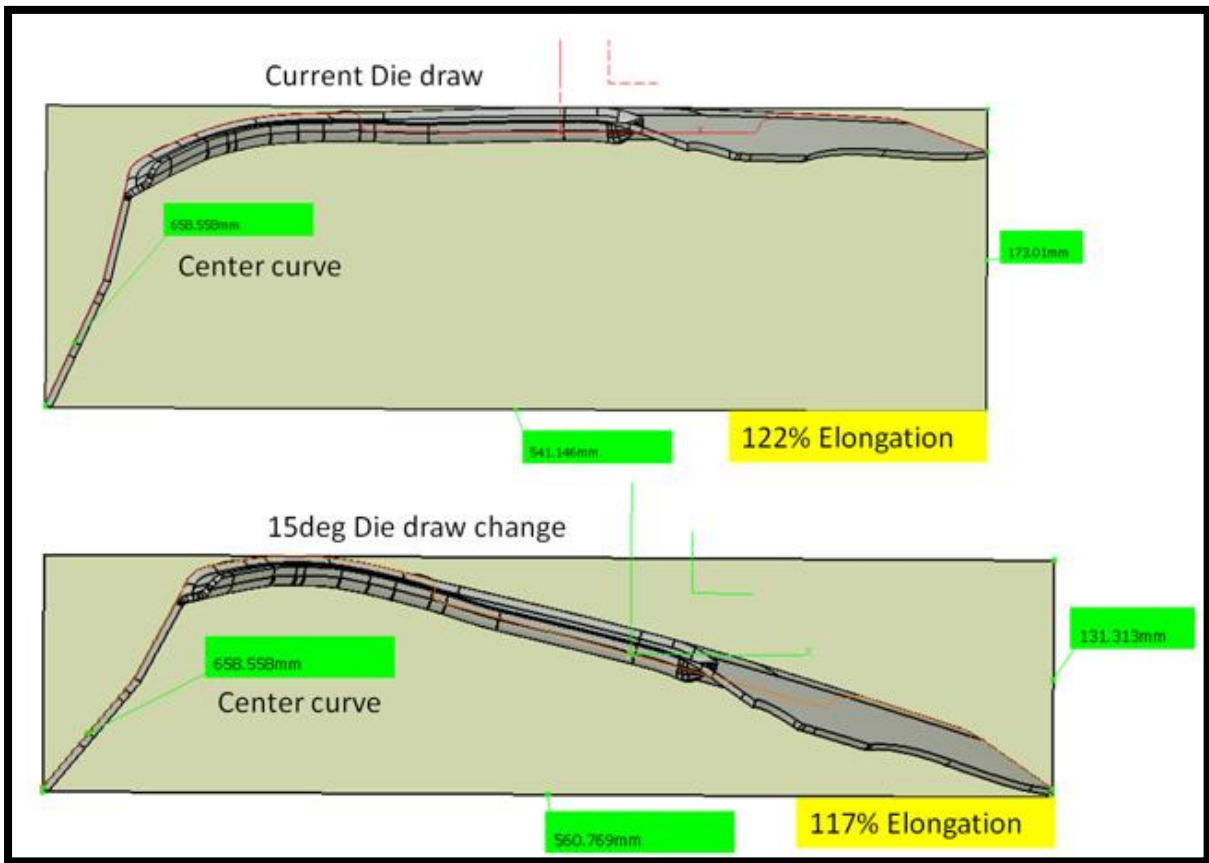


Fig. 2.21 Se muestra un cambio en el ángulo de moldeo, respecto a la pieza, lo que incrementa el tamaño del molde requerido y consecuentemente el costo de la parte. [12]

CAPITULO 3. PROPUESTA DE USO DE POLIURETANO (ELASTOSKIN®) PARA APARIENCIA DE PANEL DE VENTANA TRASERA.

Como se comentó inicialmente, en la actualidad para los clientes va tomando mayor importancia no solo la potencia del motor de un vehículo, sino también de su diseño y comodidad interior. Los principales aspectos que consideran los clientes para la compra de un vehículo son: el nivel de calidad y comodidad en su interior, diseño deportivo y la calidad de su ensamble. Otros aspectos que se consideran para mantener lealtad hacia una marca son la confiabilidad del vehículo y la durabilidad de sus materiales utilizados.

Es en los materiales y nueva tecnología donde las armadoras apuestan su diferencia con la competencia. En los últimos años las necesidades de los clientes han aumentado considerablemente, abarcando accesorios y comodidad interior. Es en este último aspecto en donde el presente trabajo toma lugar con la propuesta de un material diferente en la cubierta de ventana trasera, el cual ya existe en el mercado con el nombre de "Elastoskin®". Cabe señalar que este material ya se utiliza actualmente en paneles de instrumentos del vehículo, cuyos requerimientos son aún más agresivos que el de la cubierta de ventana trasera y su uso se está extendiendo en paneles de puerta, por lo que no debería haber limitante para utilizarlo en la cubierta que se propone. A continuación se describen más detalles sobre este material y la propuesta para utilizarlo en la cubierta de ventana trasera del automóvil.

3.1 Características de poliuretano ("Elastoskin®") y sus aplicaciones actuales.

Al día de hoy existen dos variantes del material de "Elastoskin®" y ambas se ofrecen para superficies de panel de instrumento con propiedades que permiten una gran versatilidad para manufacturar los paneles con un aspecto interior de alta calidad y buena sensación de suavidad al tacto. De igual forma, el material permite una gran variedad de acabados de grano, impresa directamente en el molde, por lo que permite expandir su uso. Por lo anterior se le ha nombrado como un material Premium para vehículos de lujo.

[13]



Fig. 3.1 Se observa el uso actual que tiene el “Elastoskin®” en un panel de instrumentos. De igual forma se aprecia el nivel de detalle del grano en su acabado. [14]

Elastoskin® Performance				150 years
				BASF We create chemistry
Material	Shore A	Tear (N/mm)	Elongation (%)	Tensile (N/mm ²)
Elastoskin	67	29	212	8.8
Elastoskin Lite	63	21	212	7.46
TPU slush	77	7	650	14
Aliphatic Spray PUR	80	2.5	120	6
PVC slush	77	4	250	13
Vacuum Form TPO	75	2.5	330	10
Vacuum Form PVC/ABS	93	6.4	140	16

Preliminary

Fig. 3.2 En la tabla se puede ver las variantes que existen de “Elastoskin®” y un comparativo de algunas de sus propiedades mecánicas. [15]

Adicional a sus propiedades, otra ventaja especial del “Elastoskin®” es su sensación convincente tanto al tacto como su rendimiento a los más estrictos requerimiento de desempeño en el interior de un automóvil, proporcionando una superficie suave y agradable. Además de que se puede hacer uso de otro Poliuretano con la suavidad deseada. La estructura multinivel de la piel pulverizada (“Elastoskin®”) permite una definición exacta de las características de apariencia del grano deseado, la combinación de colores múltiples y logotipos. Esto, a su vez, ofrece una ventaja para un vehículo de clase Premium y personalizar marcas con logotipos específicos.



Fig. 3.3 En esta imagen podemos ver la combinación de colores, granos, logotipos y grabados en una pieza moldeada con “Elastoskin®”. [15]

Además del factor de suavidad al tacto, el sistema de PU “Elastoskin®” también tiene una alta capacidad de resistencia al desgaste, alta resistencia al envejecimiento y una capacidad de imagen exacta de los contornos. El sombreado de color y la integración de unidades de construcción adicionales durante el proceso de pulverización también son posibles, tales como logotipos. Esto se puede realizar durante la aplicación de la piel pulverizada con la ayuda de enmascaramiento, con lo que se cubre toda el área del segundo color durante la pulverización. Con el sistema de Poliuretano, la aplicación durante su procesado también se puede ajustar con precisión, aplicando con robot solo la cantidad requerida y mantener estabilidad del material controlado dentro de la herramienta, de esta forma se logra un grosor de piel uniforme en toda la superficie.

Las bajas emisiones de sustancias volátiles presentan una ventaja adicional. El proceso de pulverización que utiliza un sistema aromático de PU produce claramente emisiones más bajas que los procedimientos comparables.



a)



b)

Fig.3.4 en la figura a) tenemos una pieza moldeada con "Elastoskin®" que muestra detalle de costura hechas con el mismo moldeado. Por otro lado en la fig. b) podemos ver costuras reales. La percepción de ambas ejecuciones es idéntica para el cliente. [15]

Como se comentó anteriormente este material se utiliza en algunos componentes del sector automotriz como los que se muestran a continuación.



Fig. 3.5 Aplicaciones actuales de "Elastoskin®" en panel de instrumento y paneles de puertas. [15]



Fig. 3.6 Panel de puerta moldeado con "Elastoskin®". [15].



Fig. 3.7 Panel de Instrumentos moldeado con "Elastoskin®". [15].

3.2 Proceso de manufactura propuesto.

Durante el uso de "Elastoskin®", el poliuretano se pulveriza sobre la película aplicada previamente en forma de spray (para facilitar el desmoldeo) sobre la herramienta abierta y templada. La aspersion del "Elastoskin®" se produce a través de una boquilla de pulverización, que está montada en un cabezal de mezcla. Este cabezal tiene una influencia crucial en la forma del cono de pulverización. Ambos están adaptados en un robot, que se ejecuta con un programa de deposición exactamente definida sobre la herramienta. La película desmoldante que produce color y el poliuretano reaccionan y el resultado es un nivel uniforme de revestimiento de la piel rociada para, finalmente, aplicar un poliuretano adicional de acuerdo a la suavidad deseada.

A continuación se ilustran los principales pasos de moldeo del "Elastoskin®" así como una sección típica del proceso de manufactura. [15]

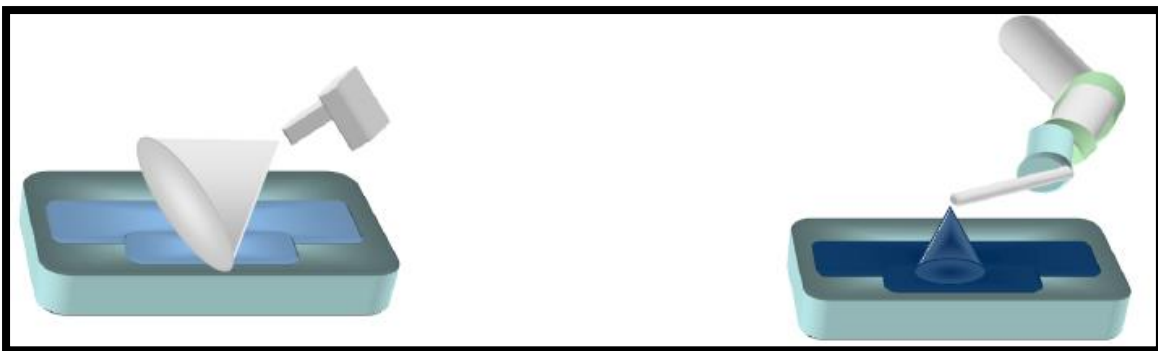


Fig. 3.8. 1) Aplicación de desmoldante.

Fig. 3.9. 2) Aplicación de pintura.



Fig. 3.10. 3) Aplicación de "Elastoskin®".

Fig. 3.11. 4) Aplicación de poliuretano.

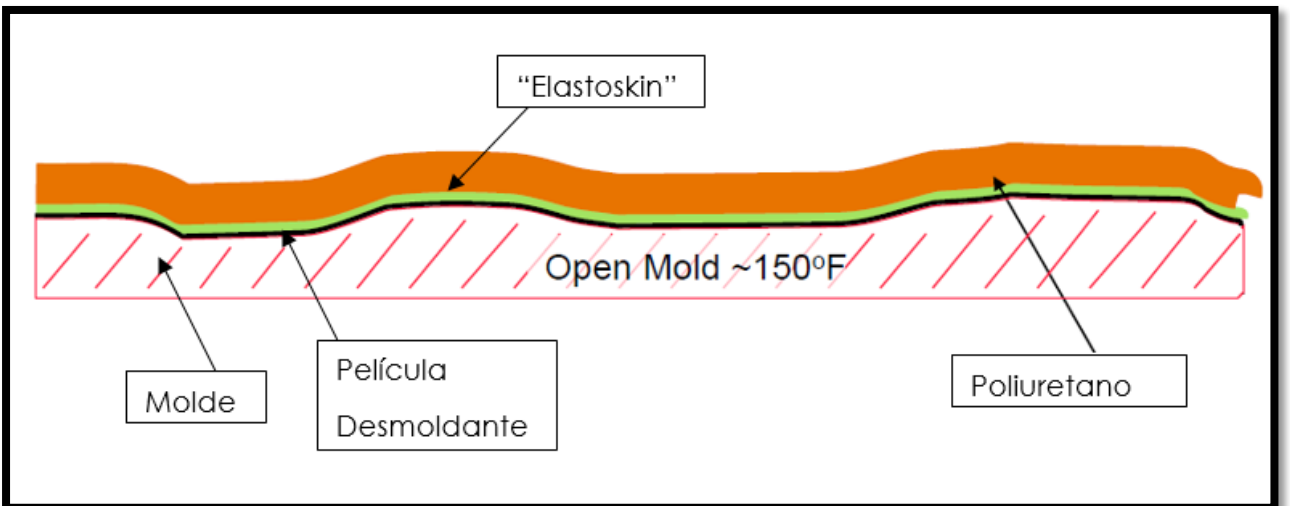


Fig. 3.12 Esquema que muestra la aplicación de "Elastoskin®". [15].

3.3 Configuraciones de propuesta de diseño.

La configuración de diseño quedaría exactamente igual a los paneles que se hacen actualmente, reemplazando el material de apariencia con el "Elastoskin®", con las ventajas que se comentaron anteriormente de suavidad, variedad de graneado, colores, líneas y costuras de apariencia, potencialmente, a un menor costo. Es decir, la configuración de diseño quedaría de la siguiente forma.

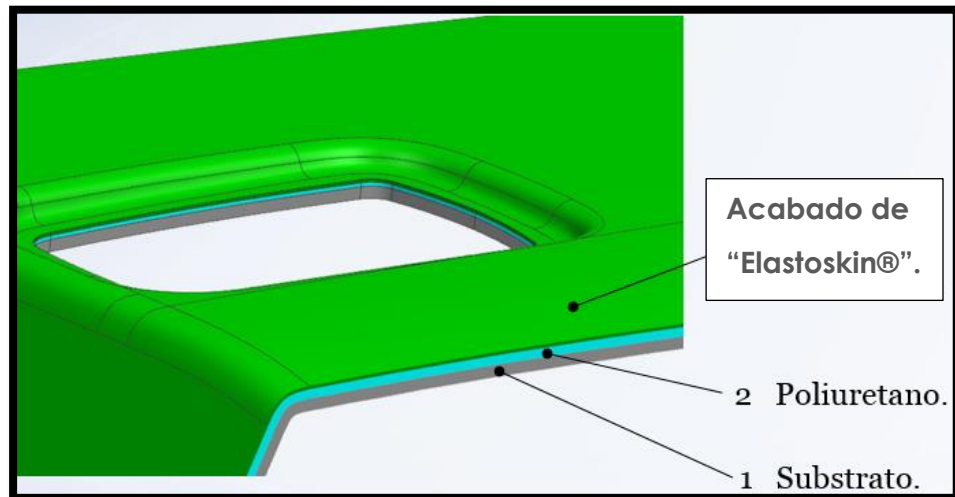


Fig. 3.13 Propuesta de configuración para panel de ventana trasera con "Elastoskin®".

Otra potencial configuración sería tener un panel 100% de poliuretano, con la superficie de "Elastoskin®" en la apariencia, similar a como se hacen los asientos para automóvil, lo cual favorecería a reducir el ruido en el interior del vehículo por las capacidades acústicas del poliuretano. Pero ésta tendría que analizarse a mayor detalle, ya que existen otros requerimientos estructurales que se deben de cumplir en esta cubierta.

3.4. Recomendaciones de diseño para uso de poliuretano.

Al hablar de las ventajas que el sistema "Elastoskin®" ofrece en cuanto a diseño, destacan una excelente calidad de superficie y un alto grado de libertad en la implementación de geometría compleja. Incluso aspectos económicos, ya que con el uso de poliuretano los tiempos de moldeo son más cortos y el uso del agente de separación se aprovechan para introducir colores. Una larga vida útil de la herramienta también tiene un efecto favorable en los costos totales.

El sistema PU de "Elastoskin®" brinda una libertad de diseño casi ilimitada, mientras que las excelentes propiedades del material otorgan una enorme versatilidad durante la fabricación. Una ventaja muy especial de la piel pulverizada ("Elastoskin®") es su sensación particularmente agradable. Además, su sensación suave al tacto y el rendimiento bajo presión, cumplen los criterios más estrictos y proporcionan una superficie agradable y duradera.

Como se comentó anteriormente, la suavidad al tacto está respaldada por el uso de otro poliuretano. La estructura multicapa de spray "In Mold Coating" permite que los contornos se presenten de manera más nítida y es la perfecta elección para un vehículo de este refinamiento.

Considerando la configuración de usar un sustrato, dependiendo del proveedor del mismo, se tendrán que considerar las limitantes de moldeo que típicamente considera los siguientes aspectos:

- Dirección de moldeo.
- Radios mínimos y máximos de superficies.
- Ángulos de desmoldeo.
- Ángulos negativos.
- Angulo de desmoldeo de texturas.
- Embebido de sujeciones.
- Tolerancias dimensionales.

CAPITULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL USO DE POLIURETANO.

4.1 Factibilidad técnica para uso de poliuretano en cubierta de ventana trasera.

Como se comentó anteriormente, el poliuretano se viene utilizando en aplicaciones similares, incluso en partes con requerimientos más severos que el de la cubierta trasera de un automóvil. Como es el caso de panel de instrumentos y aún más el del asiento de una motoneta acuática que está sometida a condiciones extremas de humedad, ataque de luz ultravioleta por su exposición al sol y, de igual forma, a ataque salino.

Las pruebas desarrolladas, muestran resultados alentadores para poder utilizar este material en la cubierta propuesta, solo faltaría complementar con otras pruebas sobre ensambles completos que, por limitantes del proyecto, no fue posible realizar, ya que implican realizar moldes para obtener los ensambles completos. Estas otras pruebas pendientes de realizar se indican en la tabla de resultados, apartado 4.2.

El "Elastoskin®" continua en evolución y se han desarrollado grados especiales que ofrecen resistencia a rayos ultravioleta, por los aditivos que se le han incorporado, lo cual también favorece la conservación del color utilizado. El recubrimiento superficial posterior ya no es necesario, como se hace en diseños actuales de piel, gamuza o PVC y los colores pueden incorporarse directamente en el "Elastoskin®" sin más recubrimiento.

De igual forma, las propiedades que ofrece el uso de "Elastoskin®" dentro de las que destacan: la calidad de superficie en el acabado; buena propiedades de desmoldeo; replicación precisa de contornos; espesor uniforme de la piel; alta resistencia al envejecimiento; posibilidad de integración adicional de componentes; varios colores en el proceso de pulverización; ahorro de peso gracias al espumado del sistema de poliuretano con aire y potencial reducción de costos de producción al ahorrar en material y energía. Estas propiedades ofrecen ventaja sobre la piel, la cual se ha dejado de utilizar por su alto costo, dificultades para su manufactura y su poca resistencia al medio ambiente.

4.2 Resultados de pruebas desarrolladas y pendientes para aprobación de uso de poliuretano.

A continuación se indica la batería de pruebas que se realizaron para el uso de este poliuretano "Elastoskin®", así como los resultado obtenidos con algunos comentarios y las pruebas pendientes a realizarse sobre ensambles completos de la cubierta.

Prueba	Requerimiento.	Resultados /Comentarios
Ciclado térmico.	Someter la pieza a 2 ciclados bajo el siguiente procedimiento: Humedad (95% ±3 HR a alta temperatura) 3 h. Ambiente (50% ± 5 HR a temperatura ambiente) 1 h. Alta temperatura 18 h. Baja temperatura 4 h. Ambiente (50% ± 5 HR a temperatura ambiente) 1 h. El panel no debe exhibir delaminación, olor, pérdida de color, brillo u otro cambio de apariencia o variación dimensional, a menos que se especifique lo contrario.	Prueba a realizarse sobre un ensamble completo.
Flamabilidad.	Deberá de cumplir con los requerimientos federales de USA (FMVSS302), Canadá (CMVSS302), Japón (TRIAS 48). El material no debe transmitir flama a través de su superficie a una velocidad > 100 mm / min, si no se especifica una velocidad de combustión inferior en la especificación del material correspondiente.	Aprobada.
Empañamiento.	Un mínimo de 90% de reflexión a 110 ° C para textiles / alfombras y un máximo de 2 mg a 100 ° C para plásticos.	Aprobada.

Integridad de color con luz artificial.	Se permite cambio notable en matiz o croma y ninguna pegajosidad objetable, mancha, pérdida de grano, arrugas u otros efectos indeseables. El cambio de color notable se define como un cambio de color medido según la escala de grises ISO 105-A02. La evaluación visual del panel de prueba por parte del ingeniero GM responsable deberá anular los valores medidos en caso de desacuerdo.	Aprobada.
Resistencia a formación de bacterias.	No permitir el crecimiento de bacterias en el componente. El termino bacterias se usa para definir un revestimiento blanco, gris, azul/verde, veloso/esponjoso, polvoriento o un olor asociado creado por hongos en materiales húmedos y orgánicos.	Aprobada.
Resistencia al impacto.	El panel no deberá mostrar fracturas o pérdida de función al impactar una esfera (dimensiones indicadas por la armadora) a baja temperatura, considerando la altura disponible contra el vidrio trasero.	Prueba a realizarse sobre un ensamble completo.
Resistencia a químicos para su limpieza.	Los defectos no deberán ser visibles a una distancia de 1.5 metros después de aplicar y remover los productos químicos indicados por la armadora.	Aprobada.
Resistencia a la abrasión.	Los defectos no deberán ser visibles a una distancia de 1.5 metros después de someter al proceso de abrasión indicado por la armadora.	Aprobada en grano fino. Desgaste notorio en granos ásperos.
Geometría en interior de vehículo.	Deberá de cumplir con el requerimiento europeo ECE R21 (radios no menores a 3.2 mm), cuando su posición esté dentro de la zona de ocupantes delimitada por la armadora.	Aprobada (Ejecución variable de acuerdo a sustrato).
Exposición a medio ambiente.	Deberá de cumplir con el tiempo de exposición al sol especificado por la armadora. No debe mostrar cambios significativos en la superficie, particularmente cambios en el color o el brillo, sin agrietamiento, o cualquier otro cambio perjudicial para su funcionalidad. Otros cambios inaceptables incluyen: olores desagradables, formación de	Prueba a realizarse sobre un ensamble completo.

	<p>burbujas o huecos, desprendimiento de la laminación de sus partes, contracción, alabeo, exudación del plastificante. Las muestras deben cumplir con las dimensiones especificadas en el dibujo después de la finalización de la prueba. La dimensión de las probetas se deben verificar a simple vista para determinar el empalme o de ser necesario las dimensiones se pueden verificar midiendo.</p>	
Resistencia a ralladuras y marcas.	<p>Probar conforme a método ISO 7724. Las marcas no deberán ser visibles a 1 metro de distancia, incluyendo la pérdida de color.</p>	Aprobada.
Oxidación.	<p>Cámara de circulación de aire que funciona a alta temperatura. PP sin contenido natural: (168 ± 2) h. PP con contenido natural: (336 ± 2) h. No debe haber indicación visible de decoloración local y/o fragilidad por la degradación del material.</p>	Aprobada. (Prueba realizada con "Elastoskin®" y un sustrato de PP + Fibra de vidrio).
Emisiones interiores.	<p>Cumplir con requerimiento de armadora. Se requiere que todos los materiales interiores que pueden contribuir con las emisiones al aire interior del vehículo se prueben y cumplan individualmente antes de colocarlos en la Lista de fuentes aprobadas de General Motors (GMMASL). Esos materiales interiores deben probarse para Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) y Compuestos Orgánicos Semi-Volátiles (SVOC) de acuerdo con GMW15634.</p>	Aprobada.
Compatibilidad de materiales.	<p>La construcción de la pieza debe ser compatible con todos los materiales adyacentes y no debe exhibir manchas de migración de las partes adyacentes. Si la construcción de la pieza se une con las mezclas de PVC, TPE, partes pintadas, cuero, productos laminados de plástico y otros materiales blandos, las cubiertas deben probarse en combinación con cada una de estas.</p>	Aprobada.
Requerimiento de adhesión.	<p>Adherencia de bordes. Durante y después de los ciclos ambientales, los bordes de la pieza deben estar firmemente unidos. Resistencia al despegue con falla cohesiva de uno o ambos adheridos.</p>	Prueba a realizarse sobre un ensamble completo.
Estabilidad dimensional.	<p>Después de 2 ciclados térmicos, las piezas no deben mostrar cambios significativos en la superficie, particularmente cambios en el color o el brillo, sin agrietamiento, o cualquier</p>	Prueba a realizarse sobre un ensamble completo.

	otro cambio perjudicial para su funcionalidad. Otros cambios inaceptables incluyen: olores objetables, formación de burbujas o huecos, desprendimiento de la laminación de sus partes, contracción, alabeo, exudación del plastificante. Las muestras deben cumplir con las dimensiones especificadas en el dibujo después de la finalización de la prueba. La dimensión de las probetas se debe verificar a simple vista para determinar el empalme o de ser necesario las dimensiones se pueden verificar midiendo.	
Limpieza y resistencia a mancharse.	No debe haber suciedad objetable, manchas o cambio en la calificación de apariencia inferior a 4 en la escala de grises.	Aprobada.
Prueba de pantalla de protección solar y repelente de insectos.	Requerimiento específico de armadora. Clasificación ≤ 2 y sin penetración de la superficie pintada cuando se evalúa con y sin aumento de 10x.	Aprobada.

4.3 Conclusiones

Con los resultados obtenidos, la investigación desarrollada y considerando que el material se utiliza para aplicaciones similares, se puede concluir que técnicamente el uso del "Elastoskin®" para una cubierta de ventana trasera es factible. Su aplicación se observa que va más encaminada a reemplazar partes que actualmente se moldean en acabado de piel, ya sea que se use piel genuina o PVC. Pero también pueden hacerse acabados que simulen tela y potencialmente reemplazar los paneles moldeados actualmente por inyección.

Debido a la falta de información de costos no fue posible mostrar el potencial ahorro comparado con otros materiales, pero por datos de piezas moldeadas en PVC, definitivamente representaría un ahorro considerable en precio pieza. Para reemplazar paneles moldeados por inyección quizás el ahorro sea marginal.

Es importante destacar las ventajas que tendría el uso de "Elastoskin®" principalmente al compararlo con partes de PVC y que son las siguientes [15]:

- Multicolor.
- Densidad más baja.

- Menor costo total de herramientas.
- Menor tasa de desechos.
- Menor consumo de energía.
- No se usan plastificantes.

Además se tendría beneficios en los moldes para manufacturar los paneles, ya que tendrían una mayor vida que los actuales por los siguientes aspectos [15]:

- Temperatura de herramienta continúa de aproximadamente 150 ° F
- No hay calefacción adicional para derretir el material (menor consumo de energía).
- No hay choque térmico a la herramienta.

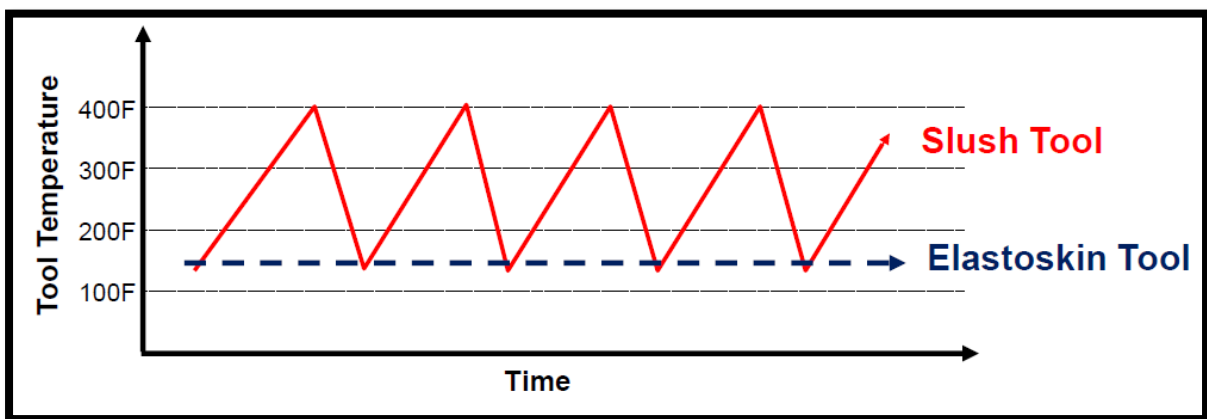


Fig. 4.1 Comparativo de temperatura de un molde para inyección y un molde para uso de "Elastoskin®". [15].

En la gráfica anterior se puede observar la diferencia de temperatura para moldeo por inyección de un polipropileno de uso común, que está en el orden de los 400 °F (204 °C) y un molde para aplicación de "Elastoskin®", que requiere 150 °F (65 °C). Esta es otra de las ventajas que ofrecería el "Elastoskin®", lo cual se traduce en ahorros que se suman a la potencial reducción de costo al utilizar este material.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] General Motors de México. Desarrollo de vehículo Cadillac ATS sedan. Julio 2012.
- [2] General Motors de México. Desarrollo de vehículo Cadillac ELR. 2014.
- [3] General Motors de México. "Rear Window Trim Apprentice training, Rear Window Trim Materials and Components", México 2017.
- [4] General Motors de México. "Rear Window Trim Apprentice training, Rear Window Trim Interfaces", Mexico 2014.
- [5] General Motors de México. "Rear Window Trim Apprentice training, Rear Window Trim Manufacturing Processes", México 2017.
- [6] General Motors de México. Desarrollo de vehículo Cadillac ELR, "Weathering Test Report – Final". Junio 2013.
- [7] General Motors de México. "Rear Window Trim Apprentice training, Rear Window Trim Validation and SSTS", México 2015.
- [8] General Motors de México. Desarrollo de vehículo Chevrolet Camaro. 2016
- [9] General Motors de México. Desarrollo de vehículo Cadillac ATS coupe. 2014.
- [10] General Motors de México. Desarrollo de vehículo Cadillac ATS sedan, "Weathering Test Report – Final". Junio 2012.
- [11] General Motors de México. Desarrollo de vehículo Cadillac ATS coupe, "Weathering Test Report – Final". 2014.
- [12] General Motors de México. "Rear Window Trim Lesson Learn data base". 2015.
- [13] BASF "Polyurethanes North America". "Elastoskin®" case of studies, a class of its own". <http://www.polyurethanes.basf.us/products/name/elastoskin> (August 19, 2017)
- [14] BASF "Polyurethanes North America". "High-tech PU materials "Elastoskin®" and Elastollan®.pdf". <http://www.polyurethanes.basf.us/products/name/elastoskin> (August 19, 2017)
- [15] BASF "Polyurethanes North America". Presentación en GM TREC. "Elastoskin® Lite MASTER Presentation.pdf". Mayo 2017.
- [16] General Motors de México. "Material Decision Tree". 2015.

ANEXO 1.

Especificaciones requeridas actualmente para la construcción de un panel de ventana trasera para automóvil [16].

