



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCESO DE DISEÑO DE
PIEZAS PLÁSTICAS EN LA
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

MAURICIO BARBOSA AMADOR

ASESOR DE INFORME

DR. VELÁZQUEZ VILLEGAS FERNANDO



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021

Índice

Índice	2
Reporte de actividades	3
Introducción	3
Verificación y auditoria.....	5
Contexto.....	5
Detalle	5
¿Qué es lo que se hizo?.....	7
Diseño de piezas	8
Proceso de Diseño	8
I. FINISH PANELS	10
1. Cambio de Superficie.....	10
2. Etiquetas	10
3. Snap features	12
1. Línea de partición	13
II. CONSOLA	15
Contexto:.....	15
Desarrollo:.....	15
III. ASIENTOS	17
Conclusiones	17

Reporte de actividades

Introducción

El presente documento es un reporte de actividades que dan muestra de las actividades laborales realizadas durante el periodo que comprende del 9 de diciembre del 2019 al día en curso, con el fin de cumplir con los requisitos necesarios dentro del proceso de titulación.

Este documento relata las actividades laborales realizadas en la empresa automotriz Ford Motor Company de México. Sin embargo, no pretende revelar información confidencial u otra información que pueda comprometer los negocios directa o indirectamente de dicha empresa.

El área en la que se desempeñaron mis actividades laborales como ingeniero tiene como propósito principal el desarrollo de sistemas interiores que excedan las expectativas del cliente, cumpliendo con todos los requerimientos corporativos aplicables utilizando herramientas de ingeniería avanzadas. Esto desde la perspectiva del diseño de la pieza y ensamble de esta, por lo que es necesario la aplicación de procesos de inyección de plásticos, así como conocimiento en diseño asistido por computadora.

Durante la estancia laborando en Ford, he tenido la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en el área de diseño de partes plásticas en diversos sistemas como Tablero y panel de instrumentos, consolas y asientos. Debido a lo anterior, la propuesta de este escrito es ejemplificar la metodología de diseño de una parte plástica de un vehículo tipo SUV

Descripción de la empresa: Compañía de giro automotriz dedicada al diseño, manufactura y venta de vehículos en todo el mundo enfocada en brindar soluciones de transporte a los usuarios, asegurando la calidad, confort y seguridad con 95 años de presencia en México.

Descripción del puesto: Seats Design Engineer: como ingeniero de diseño la función principal es realizar, en colaboración el diseño visual, y la parte relacionada a los ensambles tanto con estructura como con plásticos, así como todos los elementos requeridos para darle rigidez, soporte y viabilidad a la pieza plástica. Posterior a ello, se realizan los planos de dicha parte siguiendo el

estándar de la compañía el cual está basado en el estándar ASME 14.2, así como la implementación del dimensionamiento y tolerancias geométricas (GD&T). Parte importante es el soporte de cambios requeridos por manufactura en las partes plásticas los cuales tienen un periodo breve de ejecución. Además de ello cabe resaltar, la colaboración con proveedor para que las partes que ellos realizan cumplan con los requerimientos que marca la Empresa.

DESARROLLO DE PRODUCTO

Gráfica organizacional

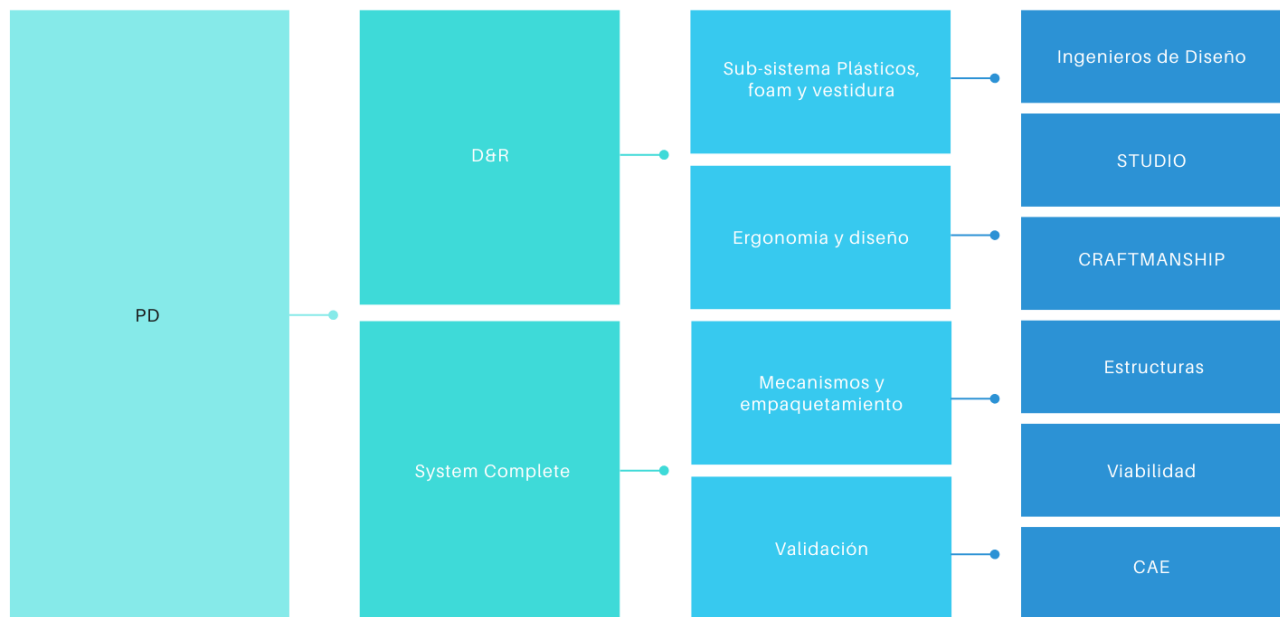


Ilustración 1 Gráfica organizacional

En el diagrama se muestra la organización dentro del área de desarrollo de producto la cual está controlada por integradores de sistemas (D&R y System Complete) dichos sistemas están divididos en subsistemas de acuerdo con la zona de desarrollo. Mi área de trabajo se encuentra dentro de diseño de ingeniería en el subsistema de asientos para desarrollo de plásticos para manufactura.

Verificación y auditoría

Contexto

Las actividades enfocadas a la verificación están orientadas a proveer evidencia sobre el diseño y que éste se apegue a los requerimientos y estándares que están marcados dentro de la compañía, así como con estándares externos. Dentro de esta verificación, mis actividades se centraron en supervisar dos grupos o bloques.

- **Bloque A**

Lista de requerimientos que debe cumplir la pieza diseñada para verificar la compatibilidad del diseño de la pieza individualmente. (DVG).

- **Bloque B**

Lista de requerimientos para verificar la compatibilidad geométrica de las piezas que están en contexto dentro del programa. (DPA).

Detalle

Estas actividades de verificación me otorgaron una perspectiva general en la forma en la que se diseña dentro de la empresa y la implementación de la metodología de diseño, las consideraciones en el ensamble y tener presente las características de manufactura que debe de cumplir el modelo 3D así como los planos de dichas piezas y sus lineamientos con los respectivos estándares.

La verificación del bloque A fue realizada para dar prueba de que el modelo 3D y los planos de las piezas se apegan a las pautas y con ello se pueda avalar la calidad del modelado 3D, así como la viabilidad del diseño para manufactura y funcionalidad. Finalmente, se busca evitar complicaciones en la vida del producto.

La verificación del bloque B es un evento a lo largo del proceso de diseño ya que este bloque se divide en 7 sub-bloques, los cuales tienen un proceso específico y, por lo tanto,

su evaluación involucra diferentes métricas, personas y herramientas de tal forma que aseguren que todas las partes funcionan correctamente desde la perspectiva geométrica (ensamble, estático y dinámico, claros, utilidad, ergonomía).

1. Función

Enfocado principalmente a los claros dinámicos entre las piezas.

2. Estáticos

En este sub-bloque se verifican los claros estáticos

3. Acabado

Se mide que se cumpla la condición de margen y relieve entre las piezas.

4. Variación

Un equipo se encarga de revisar todas las tolerancias de ajuste que estén involucradas en el ensamble.

5. Servicio

Se analiza la complejidad, para el operador de instalación, al reparar o cambiar dicha pieza y la facilidad de acceso a la misma.

6. Manufactura y ensamble

Se hacen estudios sobre el ensamble de las partes y como resultado generar datos sobre la fuerza de retención, así como la viabilidad de las partes plásticas.

7. Ergonomía

Se hace un estudio que comprende aspectos de comodidad, uso, percepción del producto, apariencia, acabado, color, textura de cada parte y armonía en la apariencia entre las partes adyacentes, interacción táctil y experiencia en los movimientos de los controles.

El propósito de cada uno de ellos es diverso, pero en conjunto brinda certeza de que la pieza se apega a las normas y se busca que se excedan las expectativas del cliente, cumpliendo con todos los requerimientos corporativos.

¿Qué es lo que se hizo?

Bloque A: Dentro de este bloque, mis actividades se centraron en evaluar 8 piezas del sistema de tableros, dicha evaluación se enfocó en 37 requerimientos por pieza, de entre los cuales se puede destacar los siguientes:

- La comparación de la pieza y las superficies finales para validar que la tolerancia entre ambas sea de .005mm;
- El alineamiento de los planos con los estándares de la compañía, así como los elementos del modelado 3D no presenten errores;
- La presencia de elementos requeridos por manufactura para su proceso de inyección; verificar que nuestras piezas tengan el logo y las etiquetas con los detalles de la pieza para evitar manufactura no autorizada, copias de la pieza entre otros;
- Indicar todos los puntos de ensamble que tiene la pieza, entre otros requisitos.

Bloque B: Se evaluaron los 3 primeros sub-bloques anteriormente expuestos.

1. **Función**
2. **Estáticos**
3. **Acabado**

Para los dos primeros **sub-bloques** fue necesario analizar las piezas que tienen movimiento y verificar que no existe en ninguna de sus trayectorias algún choque o interferencia con las piezas adyacentes, esto a través de un sólido de barrido. Analicé que existieran los claros mínimos requeridos que hay entre piezas tanto plásticas como

metálicas, así como interferencias modificando el posicionamiento vehicular. Además, analice la concentricidad de los tornillos, así como su claro requerido para el herramental del operador.

Para el **tercer sub-bloque** fue necesario hacer una evaluación de diversas secciones, donde se evaluó la distancia del margen y relieve de manera que los clientes puedan percibir que el vehículo es construido por expertos para mejorar la percepción del producto, como su apariencia, acabado, color y textura de cada parte y armonía en la apariencia entre las partes adyacentes, interacción táctil, experiencia en los movimientos de los controles, ergonomía de contacto con varios materiales del interior, así como secuencias de uso intuitivas. Que las piezas cumplan con los requisitos de margen y relieve en su respectivo contexto.

Diseño de piezas

Proceso de Diseño



Ilustración 2 Flujo de superficie clase A

El evento k1 es conocido como la primera superficie liberada del tema del vehículo, la cual, al ser la primera superficie tiende a tener cambios significativos conforme se avanza en la línea del proceso.

Estas superficies son conocidas como “clase A” la cual es aquella que el usuario puede ver mientras que la clase B es aquella que contiene todas las características de sujeción y elementos de rigidez.

Este primer desarrollo de la clase B se genera de manera robusta, de tal forma que conforme se avanza en el proceso, los cambios no produzcan un efecto negativo y se pierda tiempo en realizar nuevamente el diseño en la próxima superficie liberada. Este diseño robusto desde el punto de vista de CAD es ejecutado a través del uso mínimo de representaciones de frontera. Los cambios deben ser reflejados en la pieza lo más pronto posible para que sean ocupadas por otros equipos y áreas. Es por esta razón que el diseño de las piezas debe contemplar una metodología y el uso de diseño robusto que garantiza calidad, sin los cuales con cada cambio de superficie por mínima que sea, la geometría se desfasaría.

En cada evento se va madurando la superficie y se van acotando los requerimientos de tangencia, tolerancias y acabado. En el comienzo de cada superficie liberada, tuve que realizar una evaluación de superficie en la cual se verifica que se cumplan con los requerimientos de dicho evento. En el proceso de K1 a K3 se hace una limpieza de superficie con el fin de tener una superficie funcional. Posterior a ello, se modifica el sólido de acuerdo con la nueva superficie, esto produce diversas acciones a tomar en cuenta como empaquetamientos, ensambles y claros entre partes, que toman lugar en cada evento.

El evento k5 es la última liberación de superficie la cual tiene que cumplir además de lo anteriormente mencionado, con ángulos de desmoldeo adecuados, que tiene efecto con la textura y la posición de la línea de partición.

I. FINISH PANELS

La primera participación en el diseño de partes plásticas fue la modificación de geometría para su correcto proceso de manufactura, dándole los parámetros adecuados a la pieza para posteriormente ser enviada a producción. Estas actividades relacionadas con la manipulación de la pieza se concentran en modificar el diseño de una pieza para eficientar tiempos de producción y mejora de funcionalidad.

La pieza en la cual tuve oportunidad de modificar es conocida como “*face plate*” y “*delete bin*”. Que de acuerdo con la versión del vehículo cambia su funcionalidad. El *face plate* es un marco que recubre un botón mientras que el *delete bin* se convierte en un repositorio. Ambas piezas se ubican debajo del registro de aire acondicionado del lado del conductor.

Contexto

Esta pieza se encontraba en el evento K4 y pasaría a K5, lo cual derivó en que ya se encontraba desarrollada la estrategia de ensamble, espesor de la pieza y ángulo de desmoldeo. Las modificaciones fueron las siguientes:

1. Cambio de Superficie

Aplicación: Las piezas son diseñadas a partir de superficies. Las superficies son actualizadas durante ciertas etapas en el proceso, lo cual deriva en la modificación de la geometría.

Problema: Con la última actualización de superficie, existió un cambio de 1° en la inclinación de la cara superior de la pieza.

Solución: Actualización de la superficie para su correcto desmoldeo apegándose a los parámetros de espacio entre pieza tanto en horizontal como en vertical. Al realizar la actualización, se prosiguió a darle una revisión para su verificación de que la pieza cumplía con los requisitos del bloque A y B de verificación.

2. Etiquetas

Las etiquetas son elementos de la pieza que indican sus características ya que son reconocen junto con el logo que identifica a la pieza como propiedad de Ford; estos elementos deben de ser incluidos en la pieza como parte fundamental y son textos involucrados en el molde de inyección. Se ocupan las siguientes etiquetas:

- El “*Branding/trademark*” es una etiqueta que protege a FORD contra ventas no autorizadas, así como de distribución ilegal de las partes originales.
- El “*coding/Bar code label*” es una etiqueta que establece la identificación de las partes para su seguimiento e identificación en producción.

Su correcto posicionamiento es primordial ya que no debe interferir con alguna otra característica de la pieza como elementos de rigidez o para elementos de ensamble ni tampoco en el proceso de inyección, como es el caso de los botadores.

Problema: En el diseño inicial, el posicionamiento de estos elementos tenía una interferencia con los botadores. Por lo que se modificó la posición de las etiquetas. Posterior a ello se realizó una actualización de los elementos de sujeción conocidos como *snaps* y se encontró una condición de interferencia entre las etiquetas y estos elementos de sujeción. Por lo que no había un lugar para posicionar las etiquetas.

Solución: Para el *Face plate/Delete Bin* fue necesario posicionar el *branding/trademark* junto con el *Bar code label* en una posición adecuada realizando diversas iteraciones junto con retroalimentación del proveedor. Este proceso se realizó de forma iterativa debido a las dimensiones y características de la pieza y los elementos del molde de inyección.

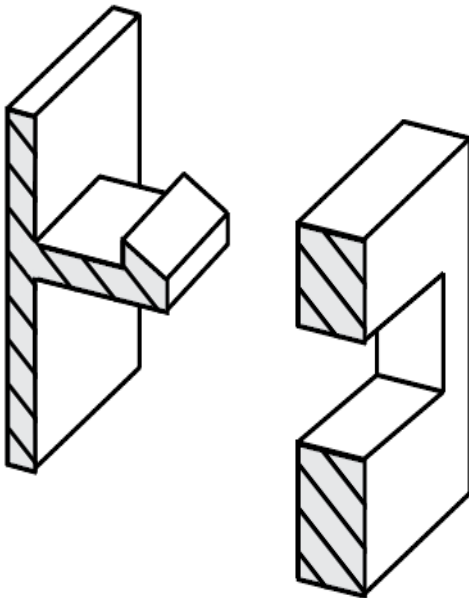
Primero se buscó una posición que no tuviera interferencia con los botadores. Para el posicionamiento posterior se buscó evitar la interferencia con los

elementos de sujeción, los cuales al ser rotados en un proceso de actualización generaron la interferencia. Finalmente, al tener las dimensiones justas se hizo un recorte del *bar code label para el face plate*.

3. Snaps como elementos de sujeción

Aplicación: La pieza consta de 4 elementos plásticos de sujeción conocidos como *Snaps*. Estos tienen diferentes formas y varían de acuerdo con los requerimientos de sujeción. Las dimensiones de estos elementos siguen las reglas de diseño de Ford con sus respectivas modificaciones o adaptaciones.

Problema:



1. Se encontró cierta tolerancia que generaba juego en el ensamble, a través de analizar las posibles causas se determinó que la razón de dicho juego era la dirección de los *snaps* donde los 4 tenían la misma orientación.
2. Al realizar un análisis de desmoldeo se observó que los *snaps* tendrían complicaciones al momento de desmoldar en las secciones laterales debido a tener un ángulo de 0° .

Solución: Se modificó la orientación de dos *snaps* de tal forma que quedaran opuestos, como se muestra en la imagen siguiente

Ilustración 3 Funcionamiento de un Snap

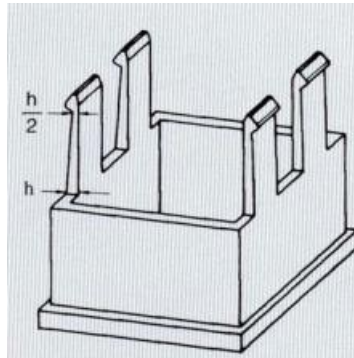


Ilustración 4 Referencia de orientación de los snaps

Posterior a ello, se cambió el ángulo de desmoldeo lateral y de la base para desmoldar correctamente, dándole un ángulo de desmoldeo de 2° totales, es decir un 1° por lado.

De esta forma, el ensamble permitió tener una mayor sujeción y se redujo el juego de forma significativa, mejorando el proceso de desmoldeo la pieza y de sus acciones.

Los *snaps* se deben implementar considerando la pieza con la que se realizará el ensamble, así como la fuerza de sujeción requerida y condiciones de manufactura. Tomando como base las reglas de diseño de Ford.

1. Línea de partición

Aplicación: La línea de partición es una característica muy importante que se debe de tener en consideración al momento de diseñar la pieza.

Busca proveer a la pieza de una estética que refleje el poder adquisitivo y estatus de vida de sus clientes, además de que pueda ser percibido a simple vista un alto estándar de calidad tanto en materiales como procesos.

Problema

- Al modificar la pieza y sus características, la línea de partición tiene que ser modificada con cada cambio realizado.
- La línea de partición de los *snaps* no era la adecuada y provocaba complicaciones con las acciones. Debido a diversas complicaciones y, tras un análisis se observó que las acciones podían ocasionar que el molde no

cerrara correctamente lo que permitía tener defectos como el *flash*. Finalmente, la sección de entrada de las acciones presentaba complicaciones al momento de desmoldar.

Solución

- a) Para determinar la línea de partición se realizó un análisis de silueta y posteriormente se hicieron modificaciones en el **CAD** para que la línea de partición quedara oculta.

Para los valores del draft se tomaron los siguientes parámetros:

- Espesor de pared
- Material
- Desmoldeo
- Factor de compresión
- Acabado y textura

- b) Se modificaron los radios de *los snaps* para que la línea de partición quedara de forma precisa a la mitad del molde. Dicha línea de partición se modificó manualmente.

Además, se modificaron las dimensiones de entrada de las acciones reduciendo su tamaño en un 25%. Finalmente, se les dio un ángulo de desmoldeo a las paredes de entrada de 2°.

Para determinar la línea de partición es fundamental el considerar las acciones laterales que existen, crearla a partir de una geometría previa y también tener el análisis de silueta, así como un análisis desmoldeo. El apoyo por parte del área de manufactura también es considerado dentro de lo que pueda ayudar a reducir costos, eficientar tiempos y material durante el proceso.

II. CONSOLA



Ilustración 5 Imagen de referencia para consola

Contexto:

La segunda parte plástica donde participe fueron los *rieles laterales* de consola de segunda fila y el repositorio de la misma consola. Los *rieles laterales* son estructuras plásticas largas que cubren la consola, que para este vehículo van cubiertas de vinil por lo que en el diseño de la parte se debe considerar el espesor de dicho elemento, así como su ensamble. El *repositorio* tiene el empaquetamiento de una pantalla de entretenimiento. Estas dos partes tomé la responsabilidad del diseño en el evento k3 y las desarrollé hasta llegar al evento K4.

Desarrollo:

Rieles laterales:

comencé a trabajar con la superficie k3 de los *rieles laterales* la cual, al ser una superficie K3 aún tenía parámetros de calidad de .01mm de tolerancia debido a ello se permite tener pequeños huecos en la superficie. Lo primero que hice fue realizar una limpieza de dicha superficie para evitar tener más de un contorno y no tener dichos huecos, así como un análisis de desmoldeo para comenzar a generar una propuesta de la dirección de desmoldeo. Posterior a tener un sólido, propuse

una estrategia de ensamble contra la estructura. Dicha estrategia constaba de 5 elementos de sujeción conocidos como *cliptowers* los cuales son metálicos, y debían tener una separación lateral en un rango de entre 100 a 120mm

Repositorio:

Para el *repositorio* realice el mismo procedimiento de evaluación de superficie y limpieza de esta. Para tener el sólido se consideró un parámetro inicial de 3mm de espesor. Un problema encontrado fue que la superficie liberada no consideraba el espacio para el módulo *RACM* y debido a ello se tuvo que modificar dicha superficie.

Para la estrategia de ensamble de esta pieza fue más complejo debido que se debía de considerar los elementos de sujeción propios del módulo además de los de la pieza misma con la estructura. Para los elementos de sujeción con el módulo se determinó el uso de 4 *screw bosses* los cuales son cilindros plásticos donde se colocan los tornillos y 2 localizadores y 4 *cliptowers* con la estructura.

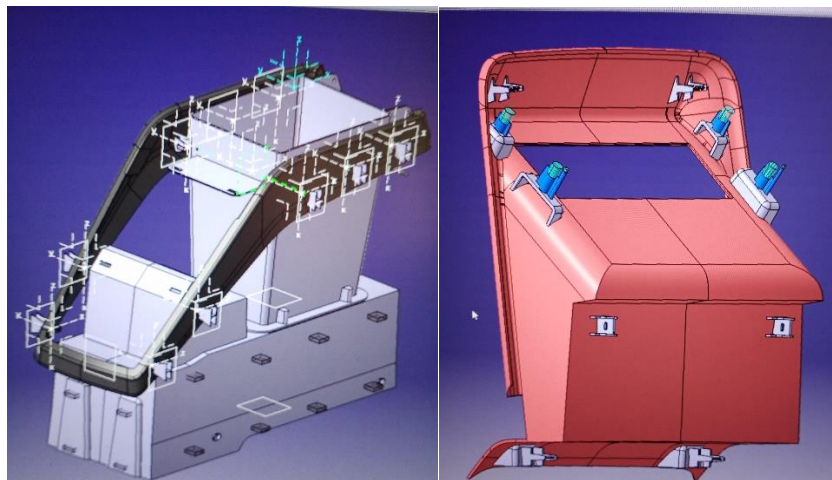


ilustración 6: side rails & tray

III. ASIENTOS

Desde abril del 2021 he trabajado en el desarrollo de partes plásticas para los asientos, he trabajado en el diseño de 3 partes plásticas para segunda y tercera fila de asientos. El primer parte plástica es conocida como *side shield*, la cual cubre una estructura metálica lateral del asiento y lleva un proceso de inyección llamado *bi injection*, este proceso involucra que en el mismo ciclo de inyección se tengan dos materiales diferentes en un solo sólido. Este proceso permite reducir los claros que existen hasta 2mm. La segunda parte plástica es conocida como Hockey Stick y es una cubierta de una estructura metálica que debe su nombre a la semejanza en forma de un palo de hockey y cabe resaltar que esta parte contiene elementos que otorgan tanto rigidez como sujeción. La última pieza es una parte plástica conocida como *Clam Shell* que cubre el interior trasero inferior del asiento de segunda fila y al estar expuesto a golpes debe tener diversos puntos de sujeción.

Conclusiones

Con las actividades realizadas durante este periodo de tiempo, se obtuvieron conocimientos significativos sobre el proceso, metodología, y herramientas para el diseño del producto con los estándares aplicables al sector automotriz, así como los entregables mandatorios.

El proceso de diseño debe de estar íntimamente ligado con el proceso de verificación el cual permite que nuestros diseños aseguren la calidad de las piezas y de esta forma evitar problemas que posteriormente requerirán mayor tiempo en solucionarlos.

Una parte importante es considerar realizar el diseño robusto, refiriéndome a la capacidad de flexibilidad en la adaptación del diseño en conjunto con la ingeniería aplicada; desde el principio y tomar en cuenta todos los factores desde una etapa temprana lo cual permitirá reducir el tiempo para corregir errores.

Es muy importante que dentro de los dibujos estén presentes todos los elementos necesarios marcados por la norma de calidad, lo que ayuda a especificar lo necesario para la preparación y manufactura de la pieza, logrando que se construya dentro de los límites y rangos establecidos, obteniendo así, un gran control sobre la pieza con respecto a su trazabilidad y su respectivo proceso de producción.

Dentro del diseño de piezas se deben considerar los riesgos asociados con ángulos de desmoldeo inadecuados. Las piezas que no se expulsan correctamente del molde pueden dañarse. En casos más extremos, las piezas atascadas pueden dañar el molde, lo que supone un costoso consumo de tiempo y recursos.

Además de los ángulos de desmoldeo, el acabado de la superficie, los botadores y los ajustes del tiempo en el ciclo del proceso de producción pueden ayudar a la extracción de piezas del molde. Cada uno de estos caminos aumenta la complejidad del molde, por lo que estas opciones son más caras, es por ello la necesidad un ángulo de desmoldeo bien diseñado cuyo propósito es reducir la fuerza necesaria para retirar la pieza del molde. Reducir esa fuerza, disminuye los riesgos de fabricación y los tiempos de ciclo, lo que mejora la calidad y reduce los costos en porcentajes que benefician a la empresa.

Finalmente, es fundamental establecer una estrategia de ensamble que cumpla con los requerimientos de sujeción, así como no aumentar la complejidad para el proceso de inyección y aumentar las acciones requeridas.

Durante esta experiencia laboral he podido usar los conocimientos adquiridos dentro del plan de estudios, específicamente los relacionados a Diseño y manufactura asistidos por computadora, diseño del producto, mecánica de sólidos e ingeniería de materiales. Así como poner en práctica las capacidades adquiridas para la innovación y el constante aprendizaje, además de la habilidad y apertura al trabajo interdisciplinario para crear, diseñar, evaluar y participar dentro de la industria automotriz manteniendo una ética profesional.

La parte de mejora por parte del plan de estudios está enfocada en conjugar la práctica y la actualización de problemáticas que estén vigentes en la industria. De esta forma, le permitiría al alumno resolver retos actuales y prepararse para la competencia laboral.