



## REDISEÑO DEL SISTEMA FRONTAL DE ABSORCIÓN DE ENERGÍA DE UN AUTOMÓVIL DOMÉSTICO.

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“TRABAJO PROFESIONAL”

Nombre del Alumno: Jorge Arturo Ortiz Flores

Número de Cuenta: 304218255

Carrera: Ingeniería Mecatrónica

ASESOR: Mariano García del Gallego

AÑO: 2014

**Facultad de Ingeniería**

**División de Ingeniería Mecánica e Industrial**

NOMBRE DE LA EMPRESA: NISSAN MEXCANA S.A. de C.V

TÍTULO:

REDISEÑO DEL SISTEMA FRONTAL DE UN AUTOMÓVIL DOMÉSTICO

## **Índice**

Índice .....	2
Introducción: .....	3
Capítulo 1: Nissan Mexicana. ....	4
Descripción de la empresa. ....	4
Capítulo 2: La labor de un Ingeniero de Diseño Jr. ....	5
Organigrama del departamento de diseño de exteriores: .....	7
Capítulo 3: Participación en el proyecto .....	8
Capítulo 4: El proyecto .....	11
Conclusiones: .....	15
Referencias bibliográficas. ....	17
Anexos.....	17

## **Introducción:**

En la actualidad se vive una fuerte competencia en la industria automotriz, una gran cantidad de empresas desarrollan vehículos cuyo único objetivo es satisfacer las necesidades de un grupo de personas llamados: CLIENTES.

Estos clientes dictan la tendencia de los nuevos desarrollos caracterizados por necesidades y requerimientos entre los que más destacan: diseños frescos, perfiles aerodinámicos, colores metálicos, motores eficientes, conceptos futuristas, etc. Este tipo de requerimientos anteriormente mencionados, son seguidos cuidadosamente y evaluados por departamentos de mercadotecnia y planeación del producto para ser integrados de la mejor manera en la fabricación de un vehículo. Traduciendo las necesidades de un mercado en un producto físico, dotado de funciones que cubren las expectativas del mercado

Para fines de exposición y permitiendo conservar la confidencialidad de la empresa; el presente reporte describe una serie de trabajos y tareas que se realizaron para el diseño y validación de nuevos componentes automotrices con la finalidad de desarrollar un nuevo vehículo de mayor valor agregado y orientado a las cambiantes necesidades del mercado.

De la misma manera este trabajo es redactado considerando las habilidades y talentos adquiridos especialmente en el transcurso de la carrera de ingeniería mecatrónica y la importancia que tuvieron estas habilidades en la toma de decisiones y acciones emprendidas laboralmente.

Al final de este reporte se puede observar la amplia aplicación de las asignaturas impartidas en la facultad de ingeniería, éstas asignaturas desarrollan un perfil crítico, proactivo y autónomo en el alumno, lo dotan de conocimientos y habilidades necesarias para el desarrollo profesional en el ámbito laboral global.

## Capítulo 1: Nissan Mexicana.

Descripción de la empresa.

*“Enriquecer la vida de las personas es la visión de Nissan; por medio del mejoramiento en la calidad de vida de las personas en todos los ámbitos. Desde acciones emprendidas relacionadas con el cuidado y preservación del medio ambiente, ayuda a comunidades en situaciones de desastre, y el apoyo para mejorar la educación.”*

Nissan Mexicana S.A. de C.V., es una subsidiaria de Nissan Motor CO, es una compañía dedicada a la fabricación y venta de vehículos, así como de accesorios, además de proveer servicios de mantenimiento automotriz.

En el año de 1933 La compañía Jidosha Seizo Co., Ltd se estableció en Japón, como productora y distribuidora de partes de autos para después en el 1934 ser consolidada y renombrada como Nissan Motor Co. Ltd. A finales de la década de los 50's Nissan Motor Co. se instaló en México como la empresa Datsun, una distribuidora de carros únicamente. Para septiembre de 1961 se creó Nissan Mexicana y en 1981 cambió la imagen corporativa de Datsun a Nissan mundialmente.

Actualmente, Nissan Mexicana se enfoca principalmente en las actividades de compras de productos y partes automotrices, servicios de mantenimiento automotriz, ventas, estudios de mercado, manufactura, compras, logística y diseño.

Cabe destacar la importancia de una empresa tan sólida, Nissan Mexicana se ha establecido como líder de ventas por más de 50 meses consecutivos en el mercado mexicano.

Lo anterior es el reflejo de una trayectoria de mucho trabajo, de un largo camino recorrido. Y por lo visto Nissan Mexicana busca seguir manteniendo este gran título de líder automotriz. En el año de 2012 se realizó una importante inversión de 2,000 millones de dólares para iniciar la construcción del nuevo complejo de manufactura en Aguascalientes, la planta A2, con la que se generarán 3,000 nuevos empleos directos y 9,000 indirectos.

## Capítulo 2: La labor de un Ingeniero de Diseño Jr.

Un ingeniero de diseño de Nissan Mexicana se encarga de realizar las tareas pertinentes al desarrollo de sistemas vehiculares. Estas tareas son las que día a día realicé durante mi estancia en Nissan.

- Diseño de nuevos componentes automotrices.

Con base en las necesidades identificadas a lo largo de un proyecto, se requiere que se generen nuevas soluciones que satisfagan las necesidades propuestas de un mercado cambiante, con recursos limitados de dinero, calidad y tiempo. De acuerdo a estos recursos disponibles se diseña una solución que cubra las necesidades de la problemática identificada.

- Validación de la calidad de los productos automotrices

Un proceso sumamente importante en la fabricación de un vehículo es la confirmación de los parámetros de calidad de un componente dado. Esta actividad comprende verificar que la especificación de diseño sea la producida después de los procesos de fabricación.

- Generación y validación de propuestas de optimización del valor de los componentes automotrices.

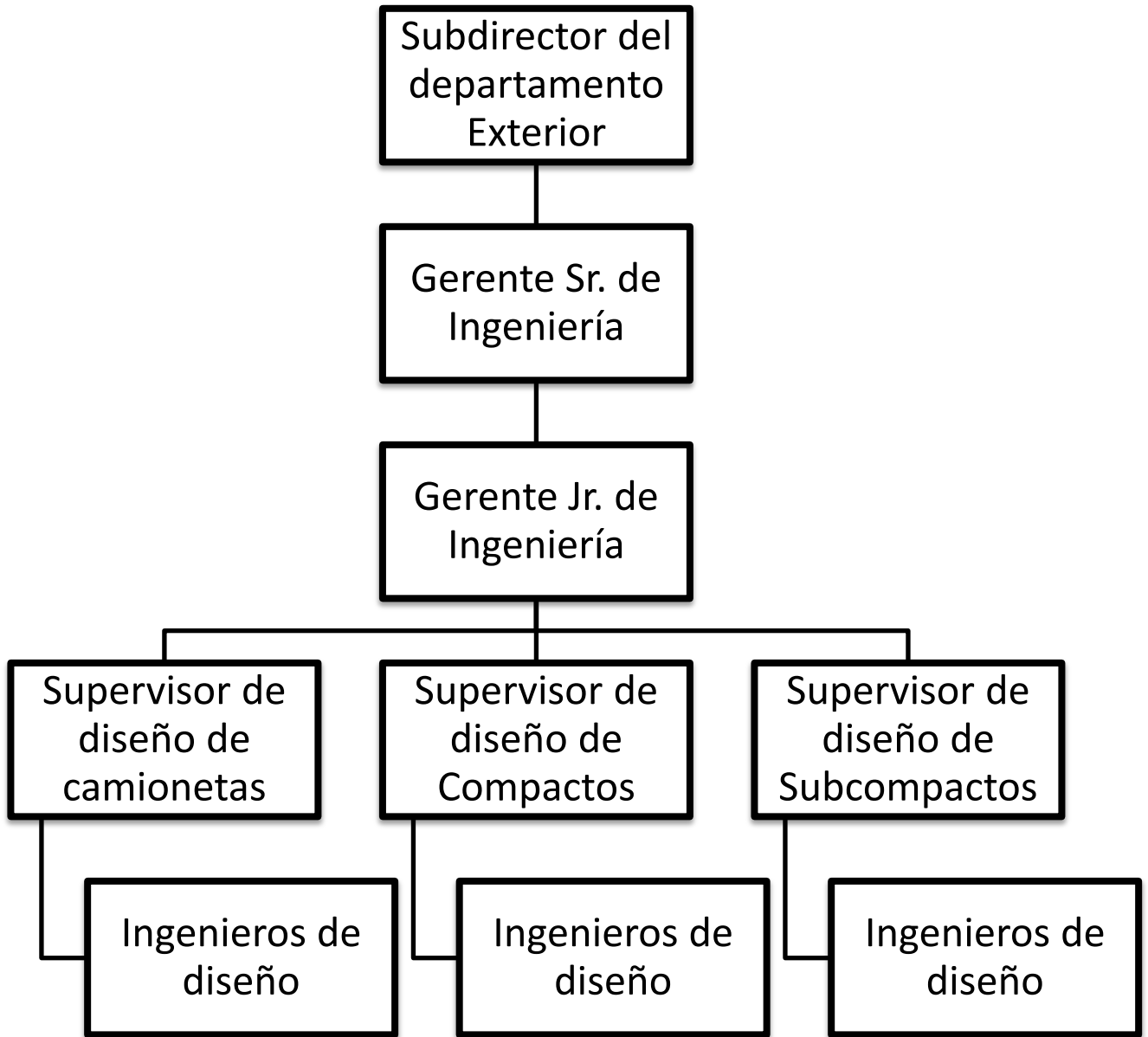
Dada la naturaleza de las actividades de diseño, se sabe muy bien que se trata de un proceso de mejora continua con consecuentes iteraciones que buscan mejorar el rendimiento de un producto, elegir soluciones que satisfagan los requerimientos necesarios de la mejor manera y al mismo tiempo optimizar los recursos disponibles es una tarea vital en el ciclo de vida de un proyecto.

- Mantenimiento de proyectos de mercado.

Cualquier proyecto independientemente del tipo de producto, requiere de un seguimiento posterior a la etapa de desarrollo, debido básicamente a las necesidades cambiantes del mercado, es por ello que aun cuando inicialmente se haya generado una lista de requerimientos, esta no suele ser definitiva y está a expensas de nuevas tendencias. Por otra parte es común incluir actividades de mejora continua que permitan un mejor desempeño del producto vehicular.

Las tareas anteriormente listadas dada su naturaleza física y técnica deben ser validadas objetivamente, mediante juicios ingenieriles que se fundamenten en principios físicos y matemáticos siendo las principales disciplinas del conocimiento: La mecánica de sólidos, estudio de procesos de manufactura, estándares de dibujo técnico e industrial, logística de componentes, ciencia de materiales, análisis probabilísticos, entre otros.

Organigrama del departamento de diseño de exteriores:



Organigrama 1

## Capítulo 3: Participación en el proyecto

Con fines de mantener la confidencialidad de la empresa, de aquí en adelante se indicará por medio de términos genéricos a los elementos descriptivos que pudieran revelar información de carácter privado. De igual manera los valores numéricos y las gráficas descriptivas han sido modificados con el fin de no comprometer información privada. Y sólo proveen información que describe la forma de trabajo cotidiano.

Como se comentó en la introducción de este reporte, el desarrollo de un nuevo vehículo está dado por las necesidades latentes de un mercado objetivo, segmentado por características bien definidas que marcan ciertas preferencias de uso y aceptación de un cierto producto.

Para el caso de este proyecto, los requerimientos que fija las directrices del trabajo se basan en la mejora de la Dañabilidad y Reparabilidad de un vehículo.

Para entender un poco más acerca de los requerimientos anteriormente mencionados, conviene explicar el contexto de estos términos y la razón de su importancia.

Hace más de 50 años los accidentes automovilísticos solían ser mortales, a pesar de lo mínimos que pudieran parecer en la actualidad. Con el paso de los años; la tendencia ha mostrado importantes mejorías, ahora se realizan grandes inversiones de capital en el desarrollo de sistemas que salvan la vida de los ocupantes al momento de una colisión. Se ha desarrollado una conciencia por la seguridad vehicular y estas medidas logran que en un accidente a alta velocidad (60 km/h) los ocupantes de un vehículo únicamente sufran lesiones leves o en el mejor de los casos ninguna lesión. Al mismo tiempo que se amplía el alcance de la seguridad vehicular, numerosas organizaciones se han enfocado en el estudio y control de las pruebas de impacto cuyos resultados proveen al consumidor de un indicador de la seguridad de un vehículo y por si fuera poco, se ha avanzado a cuidar no sólo los aspectos de seguridad sino además, los económicos.

La principal actividad que verifica las condiciones anteriormente mencionadas son las pruebas de impacto, éstas son pruebas vehiculares que buscan simular las condiciones más comunes a las que se enfrenta un vehículo bajo ciertos casos de impacto.

Básicamente, en la clasificación de pruebas de impacto se dividen por la velocidad de colisión, como se logra ver a continuación

### Pruebas de impacto a alta velocidad:

Son pruebas que se realizan con el objetivo de validar la eficacia de los sistemas de seguridad del vehículo que durante un impacto resguardan la vida de los ocupantes. La tarea número uno de este experimento es verificar la integridad



de los ocupantes tras la colisión. Las velocidades más comunes de impacto se encuentran en un rango de 60 km/h a 100 km/h.

Pruebas de impacto a baja velocidad:

Estas pruebas intentan replicar las situaciones más comunes de colisión en un ambiente citadino entre dos vehículos y el objetivo de estas pruebas es corroborar la integridad del vehículo en un choque de velocidades entre 0 y 15 km/h, puesto que a estas velocidades los ocupantes del vehículo no sufren ningún daño; el objeto de estudio se centra en el vehículo. Es bajo estas condiciones que los términos Dañabilidad y Reparabilidad cobran especial relevancia en los estudios de impacto

La Dañabilidad es un término que hace referencia a los elementos arruinados en un percance de impacto. Será esta la característica de un vehículo relacionada a disipar energía cinética en energía potencial elástica y plástica. Un vehículo que transforma la energía cinética en deformaciones de tipo elásticas eficientemente; reflejará un buen comportamiento en un impacto a baja velocidad ya que los componentes de un sistema dado no se verán dañados, desde la definición de la energía potencial elástica es evidente. La energía potencial elástica es toda energía que produce deformaciones NO permanentes en un cuerpo, permitiendo regresarlo a un valor nulo de deformación.

Por otro lado la Reparabilidad es un índice que refleja la complejidad de reestablecer un vehículo a su condición nominal de diseño después de un impacto. Las variables más importantes en este ámbito son: la complejidad del diseño vehicular y las características físicas de los componentes

Dañabilidad y Reparabilidad son el reflejo de prácticas de diseño predictivo, teniendo en consideración los eventos de mayor incidencia para mejorar el desempeño de un vehículo en una colisión de bajo impacto. Lo anterior permite reducir los costos de reparación, los cuales están dados por:

- ❖ Costos de reemplazo de componentes.
- ❖ Costo de mano de obra por reemplazo y reparación de componentes.

Cabe mencionar que dada la naturaleza monetaria de los índices de Reparabilidad y Dañabilidad, las principales restricciones de diseño en cualquier etapa del proceso serán los recursos monetarios, mientras menores sean los

índices de Dañabilidad y Reparabilidad, mejor será la evaluación asignada al vehículo.

El factor calificador IIHS es el principal parámetro monetario que rige las evaluaciones de Dañabilidad y Reparabilidad, es un factor que en su cálculo considera el costo asociado a la evaluación de un vehículo, tras haber sido impactado frontalmente, trasera y en las esquinas del vehículo, su cálculo se realiza de la siguiente manera.

$$\text{ARC (\$)} = \frac{\text{FF} \times 2 + \text{FC} + \text{RF} \times 2 + \text{RC}}{6}$$

Dónde:

- ARC del inglés *Average Cost Repair* es costo total asociado tras haber realizado la prueba de impacto a baja velocidad y restablecerlo a la condición nominal de diseño.
- FF es el costo de impactar frontalmente el vehículo a la velocidad de 15 km/h y reestablecerlo a la condición nominal de diseño.
- FC es el costo de impactar frontalmente únicamente el 15% del área delantera del vehículo a la velocidad de 5 km/h y reestablecerlo a la condición nominal de diseño.
- RF es el costo de impactar trasera el vehículo a la velocidad de 15 km/h y reestablecerlo a la condición nominal de diseño.
- RC es el costo de impactar trasera únicamente el 15% del área trasera del vehículo a la velocidad de 5 km/h y reestablecerlo a la condición nominal de diseño.

El ARC de todos los vehículos se evalúa de acuerdo al siguiente criterio:

<b>Good</b>	~ \$500
<b>Acceptable</b>	\$500 ~ \$1,000
<b>Marginal</b>	\$1,000 ~ \$1,500
<b>Poor</b>	\$1,500 ~

Los índices de Dañabilidad y Reparabilidad son factores de suma relevancia para las agencias de seguros, estas compañías hacen uso de estos valores para realizar las estimaciones pertinentes sobre el costo de un seguro para un vehículo en particular. Así mismo proporcionan un panorama del desempeño de un vehículo para permitir pequeños alcances sin la necesidad de reparación.

## Capítulo 4: El proyecto

Una vez que se ha explicado el uso de los términos Dañabilidad y Reparabilidad, se puede comprender el trasfondo del presente reporte.

Un vehículo es un sistema compuesto de una gran cantidad de subsistemas, por tal razón antes de que se procediera a generar una propuesta única y aislada se realizaron varias sesiones de compartimiento de requerimientos además de la negociación para la asignación de parámetros entre todos los equipos involucrados del proyecto, con la finalidad de generar el mejor diseño a nivel vehicular y no únicamente a nivel sistema

Ya que conté con los requerimientos de diseño bien clarificados se establecieron las especificaciones de ingeniería, particularmente en este trabajo la principal especificación ingenieril se enunció como la forma siguiente: *“Mayor absorción de energía en un impacto frontal a baja velocidad”*

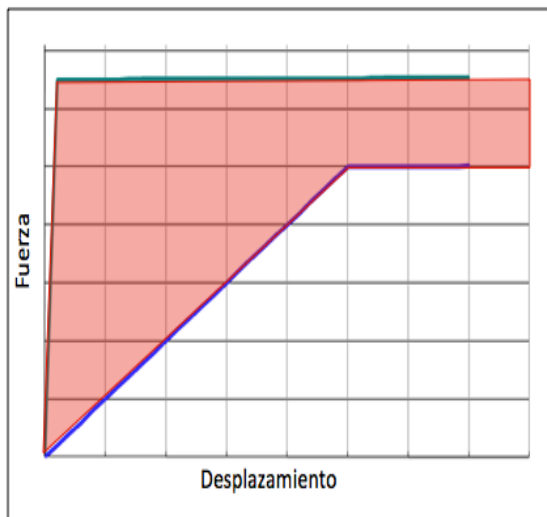


Figura 1

La Figura 1 muestra la especificación de ingeniería en fuerza de impacto y desplazamiento de los componentes: Los límites verde y azul son los valores máximos y mínimos respectivamente de fuerza-desplazamiento del componente vehicular. La zona roja es el rango de trabajo, donde las todas las parejas de valores inscritas proporcionan una solución satisfactoria al impacto.

Una vez que se dieron a conocer las directrices ingenieriles del proyecto se pudo continuar con la generación de soluciones que cumplieron con la necesidad de diseño. Se realizaron varias propuestas que cumplieran los requerimientos, pero también se confirmó la afectación que estas propuestas tenían sobre otros sistemas adyacentes o dependientes. En esta fase del

proyecto se realizaron varias sesiones de trabajo, cuyo fin fue retroalimentar a las diferentes áreas de diseño para refinar las soluciones desde un enfoque global e integrador.

Por lo general en la fase de selección de la solución se priorizan ciertos elementos y otras subespecificaciones teniendo como principales y más comunes las siguientes:

- Costo
- Peso
- Volumen
- Tipo de material
- Geometría
- Factibilidad de manufactura

Generadas ciertas soluciones que cumplieran con la especificación propuesta se partió a la actividad de validación y comparación, en búsqueda de la mejor opción de diseño.

Es importante mencionar que parte del proceso de validación se realizó con la ayuda de software computacional, simulando las condiciones críticas de un impacto a 10 km/h para corroborar la calidad del diseño y encontrar posibles puntos de conflicto que sólo pueden ser reconocidos bajo estas condiciones o en dado caso bajo una validación física, tal como lo muestra la Figura 2.

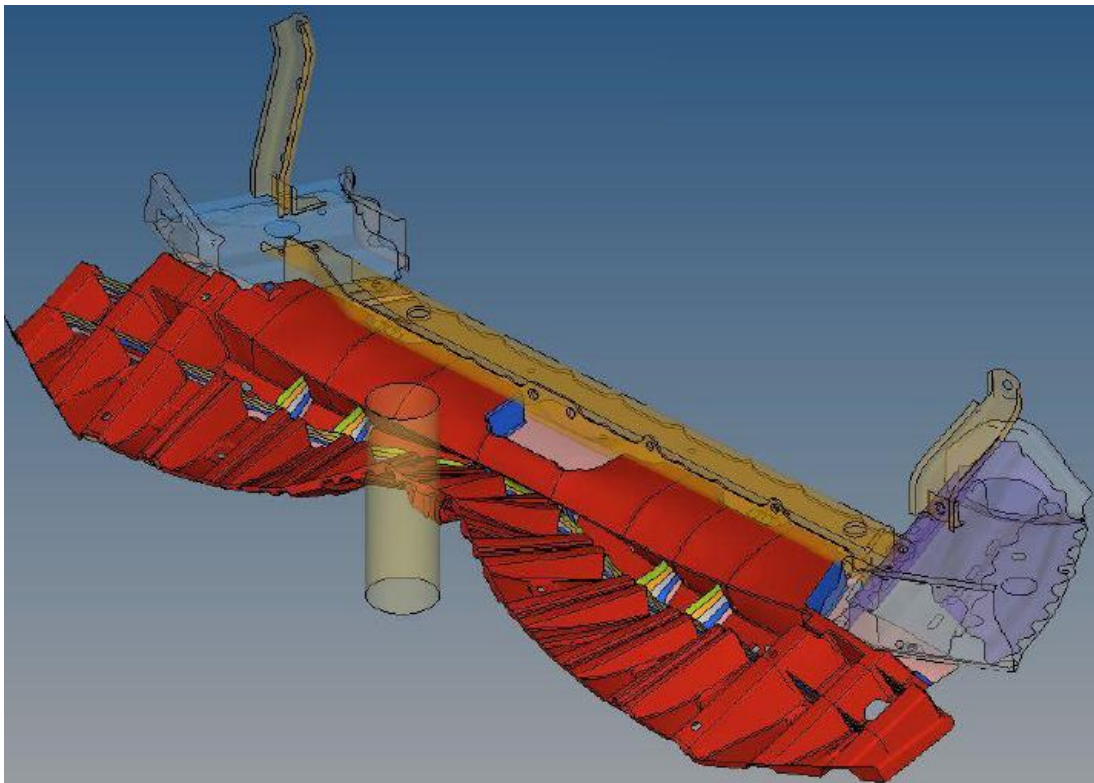


Figura 2

En el caso particular la Figura 3 ilustra el tipo de gráfica que mejor refleja el desempeño del sistema, una gráfica Fuerza-Desplazamiento, resultado de una simulación digital, bajo ciertas restricciones definidas.

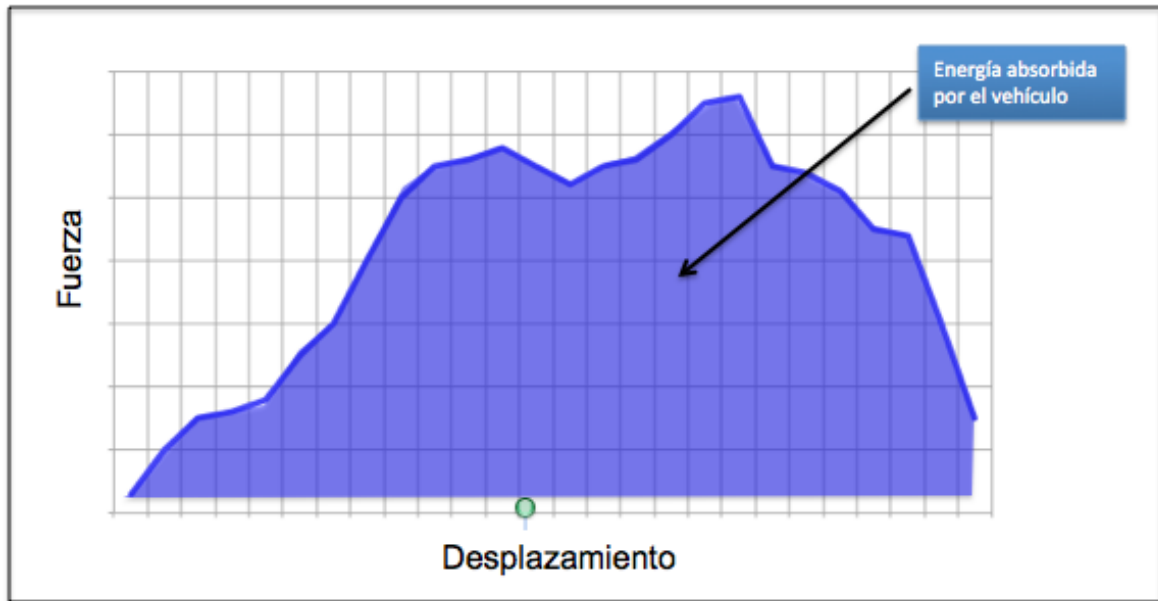


Figura 3

Los parámetros críticos a considerar en el análisis anterior son los valores máximos tanto de fuerza, para validar la resistencia de los componentes así como de desplazamiento para confirmar zonas de intrusión durante el impacto, por otra parte, el área bajo la curva, representa la energía absorbida por el sistema en desarrollo. Regularmente, una vez que el diseño del componente se realiza satisfactoriamente y se cumplen las validaciones digitales pertinentes se realizan validaciones físicas, por lo regular antes de la construcción de los herramientas definitivos se llevan a cabo varias sesiones de validación física por medio de unidades piloto con elementos prototipo. Es verdad que los programas de diseño y validación digital son una herramienta vital en el desarrollo moderno de productos, pero siempre la validación física proveerá de información extra que hasta el momento no puede ser generada por los programas computacionales, debido a las condiciones caóticas de la dinámica de un vehículo.

Paralelo al desarrollo de partes de tipo prototipo se realizaron pruebas físicas a nivel componente, para asegurar el correcto desempeño de la parte desarrollada.

Es importante mencionar que la información escrita a partir de este momento es relacionada al proceso de desarrollo, pero no ha sido ejecutada para el proyecto reportado dada el largo proceso de diseño de un vehículo, que puede llevar años de trabajo.

Si todas las validaciones pertinentes arrojan resultados satisfactorios y las contramedidas respectivas propuestas demuestran su eficacia, se procede a la fabricación de los componentes físicos.

Previo al evento de inicio de la producción en serie, se deben realizar las certificaciones y pruebas necesarias al vehículo. Para el caso del proyecto presentado es una etapa que no se ha realizado aún, por lo que los resultados necesitan ser confirmados físicamente.

Finalmente se ilustra en la Figura 4 el resultado obtenido del nuevo sistema a partir de una estimación digital. Desde el punto de vista ingenieril se logra ver un importante aumento de rendimiento en el sistema de absorción frontal. Las características de una gráfica Fuerza-Desplazamiento reflejan la energía absorbida por el sistema a través del área bajo la curva de la curva. Es evidente la mejora del nuevo sistema en comparación con el anterior.

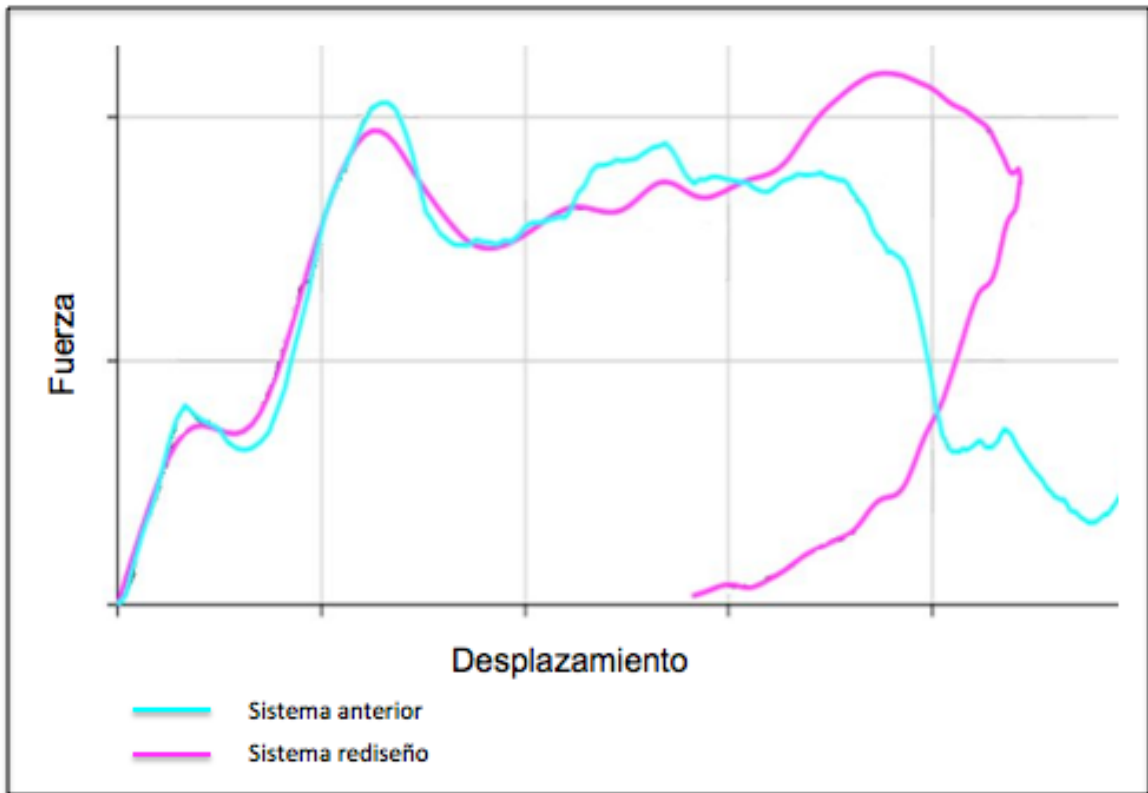


Figura 4

## Conclusiones:

Básicamente este reporte lo enfoqué en el objetivo mencionado al inicio: Demostrar la ejecución de las prácticas necesarias en un ambiente profesional a partir de las habilidades y competencias desarrolladas durante la estancia en la carrera de Ingeniería mecatrónica.

Trabajar todo este tiempo en Nissan Mexicana me permitió la consolidación del conocimiento adquirido en las materias de la universidad y haber desarrollado habilidades nuevas, especialmente de tipo empresarial; siempre en la búsqueda de la mejora continua de los elementos que conforman una empresa, ya sea un producto, un proceso, un sistema u operación, optimizando todos los recursos disponibles, siempre con la finalidad de satisfacer la necesidad imperante del cliente.

Cabe mencionar la generación de valor agregado al producto final como parte medular del proceso interno de una empresa. Independientemente del giro de la empresa ya sea un producto, un servicio o un bien; el valor agregado y enfocado a las necesidades del cliente garantiza un mayor éxito en el mercado.

Me resulta sumamente satisfactorio verificar el cumplimiento del objetivo inicial y más aún, vivirlo en el día a día de trabajo; contar con el conocimiento necesario, con las habilidades requeridas pero mejor aún; con una forma de pensar adecuada, más que conocimientos, la carrera de ingeniería mecatrónica provee a sus estudiantes de un pensamiento ágil, profundo, crítico y propositivo que son destrezas que superan con creces al conocimiento mismo, ya que se trata de habilidades dinámicas, que buscan el aprendizaje de nuevas formas de enfrentar problemas, de mejorar el proceso de generación de soluciones y generación nuevos paradigmas de diseño.

Actualmente el proyecto para el cual trabajé se encuentra en fases de validación física en búsqueda de confirmar oficialmente los requerimientos de diseño. Para eventualmente comenzar el inicio de la producción en serie.

Por una parte he comentado acerca de la sólida formación que provee la Facultad de Ingeniería a sus alumnos, pero igualmente me gustaría remarcar la imperante necesidad que tiene un alumno egresado respecto al protocolo de relación. Se requieren materias, talleres y cursos enfocados al desarrollo de competencias del ámbito de negocios empresariales. El alumno necesita conocer el protocolo de relación en un ambiente empresarial, desarrollar elementos de comunicación bajo un entorno formal.

Otro punto importante es el desarrollo de competencias emocionales. Actualmente el coeficiente emocional tiene mayor importancia que el coeficiente intelectual, se requiere que los egresados de la Facultad tengan pleno conocimiento de su perfil, que tengan la certeza del potencial de cambio que se ha inculcado en ellos.

Y finalmente la habilidad requerida por excelencia es el manejo de la lengua inglesa, dado el ámbito global que abarca una empresa como Nissan Mexicana se requiere realizar negociaciones, confirmaciones, peticiones y consultas en inglés, es por ello que la facultad de ingeniería debe seguir teniendo especial atención en el desarrollo de esta habilidad. Es una herramienta de importancia equiparable al manejo de problemas técnicos.



## **Referencias bibliográficas.**

- ❖ FMVSS Handbook 2010, part 581; U.S. Department of Transportation & National Highway Traffic Safety Administration.
- ❖ IIHS Low-Speed Crash Test, May 2006; INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY.

## **Anexos**

Reference Guide for IIHS Low Crash Test.