



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Reporte de actividades profesionales
en el área de Acústicos interiores en
General Motors**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniera Mecatrónica

P R E S E N T A

Ana Karen Moreno Alvarez

ASESOR DE INFORME

M. en I Billy Arturo Flores Medero Navarro



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 27 Abril 2017



INTRODUCCIÓN.....	3
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	4
ORGANIGRAMA.....	6
ÁREA DE OPORTUNIDAD.....	8
REQUERIMIENTOS.....	11
PLAN DE TIEMPO.....	12
AJUSTES A DISPOSITIVO DE PRUEBA.....	13
CALIBRACIÓN Y DESCRIPCION DEL DISPOSITIVO DE PRUEBA.....	14
EJECUCIÓN DE PRUEBA Y MONITOREO	16
RECOLECCION DE DATOS	17
ANÁLISIS DE DATOS.....	18
RESULTADOS DE LA PRUEBA.....	19
MATRIZ DE DECISIÓN	20
CONCLUSIONES.....	21



Hoy después de tanto tiempo de espera puedo regalarles este momento, sé que el camino fue largo, pero al fin lo logramos. Estoy muy orgullosa de ser su hija, no tengo como agradecer todo lo que me han dado y enseñado para hacer de mí una mujer honesta, con valores y a perder el miedo para perseguir mis sueños y llegar a ellos, Roberto y Cari, gracias por darme su apoyo y amor incondicional, los amo estoy feliz de tener a los mejores papás del mundo.

A mi hermano, gracias por ser el compañero de travesuras y cómplice perfecto, eres una luz increíble que alegra a todo el mundo con todas tus ocurrencias, siempre has tenido para mí palabras de aliento y me inyectas mucha buena actitud, aun cuando pienso que las cosas pueden ir mal tu siempre sacas lo positivo de todo, Mario, gracias por estar siempre a mi lado.

Angela sabes que tu nombre no es casualidad, eres un ángel que vino del cielo para cuidar de nosotros y a darnos su amor a manos llenas, eres una parte muy importante en este logro, mi compañera de desvelos y de noches largas con tareas escolares, gracias por cuidar de aquella niña con todo tu esmero y dedicación.

A mis sobrinos Abril, Lucia, Matías, Iker, bebé y también para Marijo y Ahily, su sonrisa y felicidad es lo más hermoso y valioso que podemos tener, los momentos que nos regalan son sin duda invaluable. Luchen siempre por sus sueños con todas sus fuerzas, no se den por vencidos, pero sobre todo disfruten el camino hacia ellos y sean muy felices.

Gracias primos y tíos Alvarez y Carrillo por siempre estar juntos cuando más nos hemos necesitado y en los momentos felices por igual, estoy segura que todos los ángeles que ahora nos cuidan desde el cielo están orgullosos de nosotros.

A mis amigos que en el camino conocí y que ahora son mi familia.

A Michel por ser una persona realmente extraordinaria, por mostrarme que no todo en la vida tiene que ser adverso y recordarme cada día que vivir es increíble. Gracias a los Castro Maldonado, son una familia increíble y una gran bendición en mi vida.

Para mi asesor de informe Billy Arturo Flores Medero Navarro, gracias por todo tu apoyo en la realización de este trabajo y por supuesto a mi Alma Máter La Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme un mundo de oportunidades y un universo de conocimiento.



Se tiene la incursión de una nueva generación de motores a la industria automotriz la cual maneja temperaturas más elevadas a las esperadas, es por eso que se están desarrollando nuevas tecnologías de materiales termo-acústicos con los cuales se puedan manufacturar componentes capaces de cubrir ciertas características acústicas vehiculares, protegerse a sí mismos de altas temperaturas y a su vez resguardar módulos, líneas de combustible o diversos tipos de arneses.

El presente trabajo explica el desarrollo de un proyecto interno en General Motors para elegir dos proveedores que tengan la capacidad de suministrar a las distintas regiones de la empresa.

En primera instancia muestro una ubicación del componente a nivel vehicular utilizado para la investigación. Posteriormente explico el desarrollo de cada etapa del proyecto.

La radiación del calor del motor es directa, es por eso, hice un arreglo previo de fuentes cerámicas de calor las cuales simularan la energía que emana el motor y una contraparte instrumentada para poner las muestras y que estas recibieran la emisión de energía y a su vez ir obteniendo distintas lecturas en los materiales.

Mandé un listado de requerimientos que deberían cumplir los materiales expuestos a prueba a los proveedores de GM de las distintas áreas a nivel mundial.

Cada proveedor desarrollo sus tecnologías y recibí en el Centro de diseño 56 nuevas propuestas para ser evaluadas, dada la gran cantidad de muestras hice un plan de prueba para optimizar tiempos y empezar a trabajar con los datos que se iban censando.

Instrumenté cada muestra en distintos puntos en los cuales los termopares arrojaron datos suficientes para hacer un análisis estadístico y al final de las 56 muestras hacer una tabla con todas las lecturas de las temperaturas.

Después de que analicé los datos obtenidos elegí a los mejores 5 proveedores para valorarlos de acuerdo a una *Matriz de decisión* y con base a eso obtener los dos potenciales ganadores que cumplieron los requerimientos de la prueba.

Al término del informe, muestro resultados, conclusiones, aprendizaje personal y profesional que he obtenido a lo largo de mi estancia en GM.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



En 1908 en Michigan es fundada por William C. Durant, una de las empresas más influyentes en la industria automotriz en México, General Motors.

El 23 de septiembre de 1935 General Motors de México, S.A. de C.V. se establece oficialmente en México con tan solo 36 empleados en sus oficinas y 222 trabajadores creando 10 camiones diarios en un espacio de tan solo 10000 m²

En tiempos pasados cuando los vehículos llegaban a México en ferrocarril de Estados Unidos y estaban ya armados, también usualmente arribaban por los puertos de Tampico y Veracruz, en el territorio mexicano sólo eran colocados detalles como limpia parabrisas y mínimos adornos.

Con planes para construir una planta de ensamble en México se adquirió un terreno de 44000 m² en Av. Ejército Nacional e inicio ventas con las marcas Pontiac, Cadillac y Chevrolet. El 18 de enero de 1937 salió de planta el primer camión Chevrolet armado en México.

Con sede en Toluca en 1935 la planta de forja fundición y producción de Motores de General Motors de México inicia producción. La ilustración 1, nos muestra el interior de la planta.



Ilustración 1. Planta motores y fundición. Fotografía tomada de Google.

Actualmente General Motors en México cuenta con 4 plantas de ensamble ubicadas en Toluca, Ramos Arizpe, Silao y San Luis Potosí. Las marcas con presencia en México son Chevrolet, GMC, Buick y Cadillac.

General Motors es una empresa cuyo compromiso es “ser el líder mundial en productos de transporte y servicios relacionados. Conquistar la satisfacción de los clientes con mejora continua a través de la integridad del trabajo en equipo y de la innovación de las personas de GM”.

Los valores fundamentales en los que la empresa se basa, compartidos por todos los miembros de la organización; Satisfacción del cliente, mejora continua, integridad, trabajo en equipo, innovación, respeto y responsabilidad.



La principal actividad en el área de acústicos es el diseño de componentes que van en la parte interior del coche y son capaces de absorber y rechazar el ruido. Hay un equipo dentro de esta área que se encarga de recibir y en dar solución a los diferentes problemas que se van presentando en las líneas de ensamble de cada plataforma a nivel mundial.

El gerente es el responsable de coordinar la estrategia de mejora, el supervisor lleva a cabo la estrategia y el ingeniero de proyecto documenta y apoya a los supervisores, el becario lleva a cabo pruebas para ayudar a la documentación de guías de diseño, lo cual implica hacer toda una metodología para entender las necesidades de los problemas y dar solución.

Para ello se debe pasar por un proceso de capacitación para entender los procedimientos internos y aunado al conocimiento adquirido en la carrera hacer propuestas y con la información que se obtiene se generan lecciones aprendidas y esto sirve para apoyar en programas en desarrollo y tener una mejora constante.

El perfil de becario es decir los conocimientos previos para el puesto son principalmente el manejo de inglés, habilidad para resolver problemas, trabajo en equipo y herramientas básicas de dibujo computarizado, mecánica, y manufactura. El organigrama del área de trabajo se muestra en la ilustración 2.

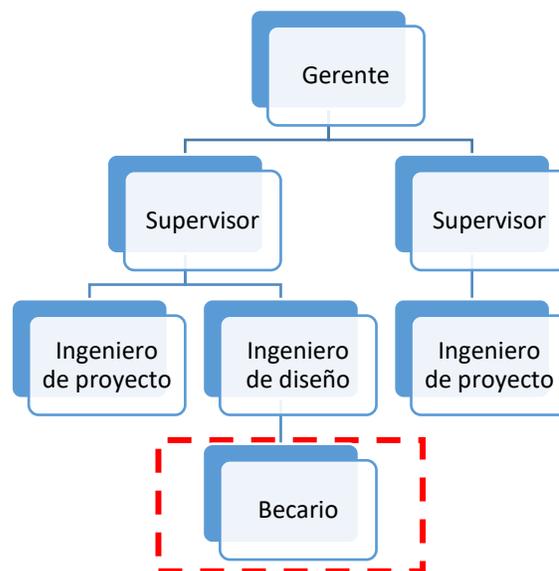


Ilustración 2. Con recuadro rojo en el organigrama indico mi puesto durante el proyecto.

Como actividades secundarias en mi puesto como becaria, realicé tres proyectos de corta duración:

- En el primero diseñé una prueba de fricción de materiales entre una fibra textil y cuatro tipos de arneses. El objetivo era demostrar que estos dos materiales podían estar en contacto y soportar los ciclos por segundos requeridos en las normas de validación internas correspondientes a arneses. Obtuve resultados favorables e hice con ayuda de un ingeniero de proyecto con la nueva información un documento interno que se aplica actualmente como parte de una recopilación de herramientas de diseño.
- En el segundo coordiné un equipo de cuatro compañeros para interpretar bases de datos donde se recolectan las opiniones de los clientes para dar soluciones y direccionarlas de acuerdo a la voz del cliente. Repartí 3000 *items* entre mis compañeros de equipo e interpretamos las opiniones que eran recurrentes entre los clientes. Entregué los resultados al gerente para que tomara acción.
- Para el tercero hice la reducción de una lista de 100 *fasteners* para optimizar su uso y que todos fueran globales, el número final de la base de datos fue 48, esto tiene repercusión importante en cuanto a costos



General Motors es una empresa que siempre está innovando en la industria automotriz, como parte de esta innovación es inevitable enfrentarse con nuevos retos que sirven para desarrollar nuevas tecnologías, el desarrollo de éste proyecto es un claro ejemplo.

Nuestra área de oportunidad a investigar inició con la llegada de las nuevas generaciones de motores ya que producen más calor que los actuales, esta información se obtiene de mapas térmicos, véase la ilustración 3.

Estos mapas se hacen con pruebas de CAE (*Computer Aided Engineering*) caracterizando los componentes con sus respectivos materiales y singularidades en NX con el entorno que van a interactuar y sometiéndolos a rangos de temperaturas establecidas por normas de validación.

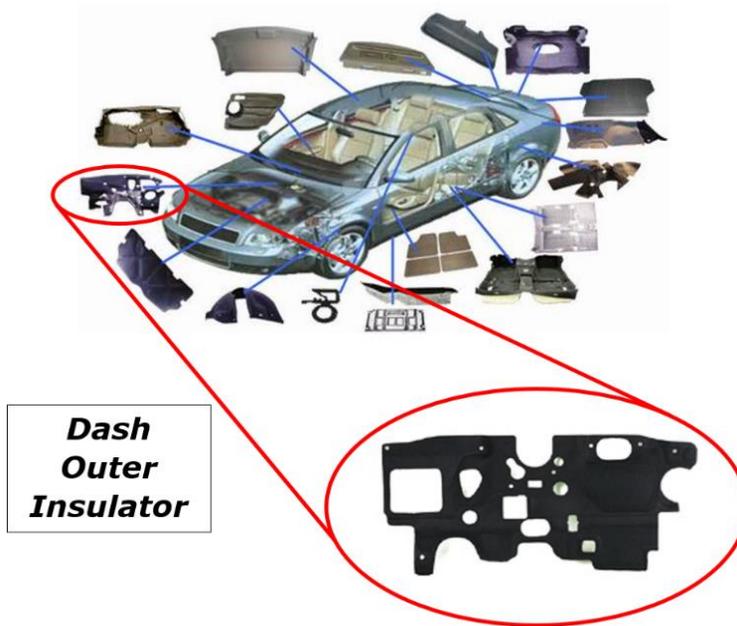


Ilustración 3. Imagen para fines representativos de un mapa térmico tomado de google. Por confidencialidad no se pueden mostrar imágenes internas de información térmica.

Con el aumento de temperatura en el área del compartimiento del motor se suscitan nuevos conflictos en cuanto al empaquetamiento y la interacción con los componentes ya que no todos están diseñados para soportar el calor que el motor genera.

Uno de los principales componentes que son afectados es del área de acústicos, su nombre es *Dash outer insulator*, se encuentra entre el motor y la pared de fuego. Hago referencia de su ubicación en la ilustración 4.

Un componente acústico, tiene como función principal aislar el ruido externo al auto, sin embargo, debido a la ubicación de este deben tener en cuenta más consideraciones para su diseño y manufactura ya que además de aislar el ruido debe de evitar que el calor del motor entre a la cabina, para que no cause molestias al ocupante.



**Dash
Outer
Insulator**

Ilustración 4. Acercamiento al componente en posición vehicular. Imagen para fines representativos de los componentes acústicos en el vehículo tomada de google.

Su composición actual es un parche localizado o cubierto totalmente con aluminio, *scrim*, fibra de vidrio o foam. Es capaz de manejar hasta 100°C sin presentar algún tipo de degradación. Véase la ilustración 5.

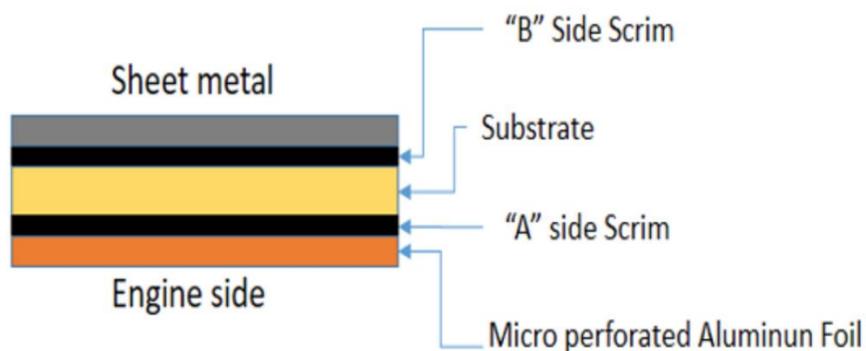


Ilustración 5. Composición actual del Dash Outer insulator.

En estas nuevas generaciones de motores se han agregado componentes como módulos eléctricos, arneses o líneas de combustible entre el *sheet metal* o pared de fuego y el *Dash Outer Insulator* por lo tanto ahora debe protegerse a sí mismo y a otros componentes.

Hice un plan de trabajo el cual me ayudaría a ajustar mis actividades al tiempo solicitado, una vez teniendo los requerimientos y a la par que iban llegando las muestras de los distintos proveedores, hice con ayuda de un técnico los últimos ajustes al dispositivo donde estaban las fuentes de calor que simularían la energía que emana el motor, instrumenté los cuadrantes donde se colocarían las muestras, hice arreglos previos para cuando estuvieran todas las muestras empezar a correr el *test* y calibré el dispositivo.

Los datos que obtuve los analicé e hice una tabla con las temperaturas que obtuve para poder seleccionar con ayuda de una matriz de decisión a los dos ganadores.

En la ilustración 6 están los pasos a seguir para desarrollar el proyecto.



Ilustración 6. Diagrama que muestra la estrategia del desarrollo de proyecto.



Teniendo lo anterior establecí con ayuda del gerente los requisitos para así poder convocar a proveedores que compitan por ser los dos mejores y hacerlos parte de un segundo proyecto global. Se les demandaba que los materiales cumplieran lo siguiente:

- Resistir 150°C como mínimo
- Mantener sus propiedades acústicas
- Debe ser termo formables
- Los materiales a lo largo del tiempo no deben aumentar su peso
- Sean capaces de reducir la temperatura durante 40 horas
- Materiales en forma de muestras de 30 x 30
- Tres espesores distintos: 7mm, 12mm y 26 mm

Envié los requerimientos anteriores y posteriormente los proveedores fueron desarrollando sus tecnologías, obtuve respuesta de todas las regiones globales de GM participando cada una con sus proveedores correspondientes, en total recolecté 64 muestras con materiales diferentes para ser evaluadas. Véase ilustración 7.

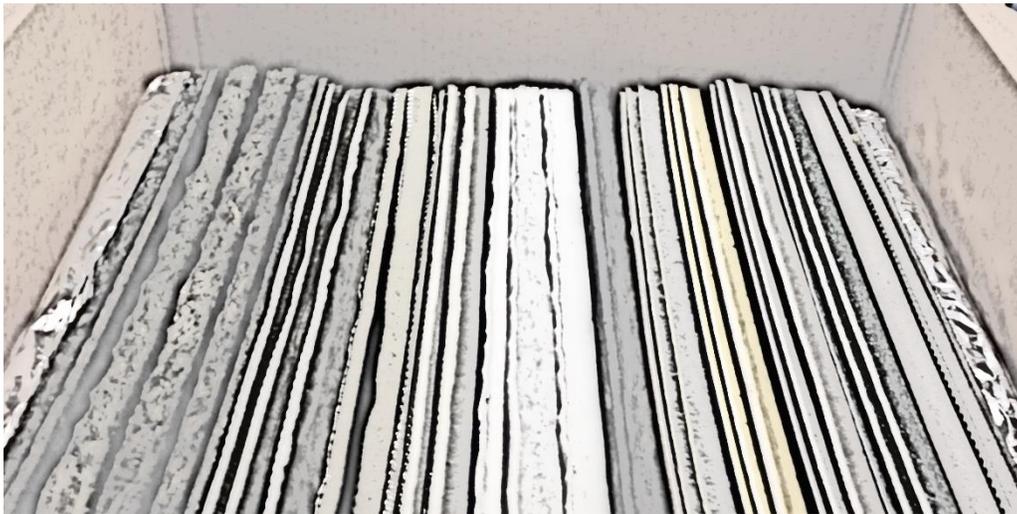


Ilustración 7. Recolección de muestras de distintos tipos de materiales, por confidencialidad no se puede explicar a detalle su composición.

PLAN DE TIEMPO



Evalué todas las muestras de acuerdo a un plan de tiempo por hora y fecha específica, en algunos casos se acomodaron acorde a la calibración con la que se contaba en corridas anteriores.

Durante el desarrollo de las pruebas hice continuamente cambios en este plan de tiempo, véase ilustración 8, ya que en el monitoreo de las muestras si se detectaba alguna anomalía en algún termopar se tenía que volver a correr esa muestra.

#Set	Date for testing	#Sample	Box 1	#Sample	Box 2	#Sample	Box 3	#Sample	Box 3
			Supplier & thickness						
1	Mon 17th -Thrus 18th	1	Z 7mm	2	Z 12mm	3	Z 26mm	4	X 26mm
2	Thrus 18 th	5	U 7mm	6	U 12mm	7	U 26mm	8	T 26mm
3	Mon 22nd -Wnds 24th	9	Y 7mm	10	Y 12mm	11	Y 26mm	12	Z 26mm
4	Wnds24th - Sat 27th	13	X 7mm NMP	14	Y 12mm	15	X 26mm MP	16	Y 26mm
7	Mon 29th Wnds 2nd	17	X 7mm NMP/MP Patch	18	X 12mm NMP	19	X 12mm MP	20	V 26mm P1
6	Wnds 2nd - Sat 7th	21	V 7mm P7	22	V 7mm P1	23	V 12mm P7	24	V 26mm P2
7	Mon 7th	25	U 7mm	26	U 12mm	27	U 12mm	28	U 26mm
8	Tue 8th	29	V 7mm P2	30	V 12mm P2	31	V 7mm P3	32	V 12mm P3
9	Wnds 9th - Sat 12nd	33	R 7mm	34	V 12mm P4	35	V 7mmP4	36	R 12mm
12	Mon 14th - Wnds16th	37	T 7mm YELLOW	38	T 12mm YELLOW	39	T 26mm yellow	40	R 26mm
11	Wnds 16th	41	T 7mm GREEN	42	T 12mm GREEN	43	T 26mm gray	44	T 26mm green
12	Mon 28th	45	S 7mm	46	S 12mm	47	T 12mm gray	48	S 26mm
13	Thurs 31st	49	T 7mm GRAY	50	Q 7mm	51	Q 12mm	52	Q 26mm
14	Mon 4th	53	R 7mm	54	W 12mm	55	Z 26mm	56	R 26mm
17	Tue 12nd	57	X 26mm MP	58	X 26mm NMP	59	X 12mm MP	60	X 12mm NMP
16	Mon 18th	61	X 7mm MP/Patch NMP	62	V 7mm MP	63	CTA 7mm NMP	64	V 12mm MP

Ilustración 8. Plan de tiempo de todas las muestras recibidas en el centro de diseño.

Entre las principales cosas que tuve que hacer en esta parte del proyecto fue aprender a negociar con los técnicos encargados de los laboratorios ya que como es una gran cantidad de pruebas que se realizan de otras áreas no hay espacios disponibles o técnicos libres para auxiliar en la ejecución de los proyectos, por lo tanto en muchas ocasiones tuve que adaptarme al horario de cada uno de ellos y hacer que entre las discrepancias en los tiempos el proyecto cumpliera con el rango de tiempo que me solicitaron.

AJUSTES A DISPOSITIVO DE PRUEBA



El dispositivo de prueba fue diseñado en un proyecto anterior, pero falló, hubo degradación de material debido a las altas temperaturas y había que hacer algunas modificaciones para cubrir las placas con otro material que sirviera para protegerla ya que allí iban a ir las fuentes de calor y así no se degradarían por las altas temperaturas a las que se iban a trabajar. Después de analizar los materiales con los que contábamos y con base a su disponibilidad en el laboratorio y su resistencia a la temperatura se propuso uno el cual basado en su *data sheet*, véase ilustración 9, mostró las mejores características para asegurar que el arreglo de las fuentes estaría protegido y soportaría los meses que se tenían planeados para las pruebas. Es muy común verificar las propiedades de los materiales para poder tener la certeza si es seguro o no utilizarlos y para saber si es el más adecuado a nuestras necesidades, un *data sheet* es muy accesible y fácil de consultar.

Property \ Article	CR	CS	SBR
Elongation, Break (%) (min)	400	350	300
Tensile Strength (kg/sg. cm) (min)	7.0	5.0	5.0
Tear Strength (kg/sg. cm) (min)	2	2	2
Hardness (Type C)	4-6 degrees	4-6/6-8 degrees	6-8 degrees
Density (G/cubic cm.)	0.18-0.2	0.16-0.18	0.2+/-0.02
Modulus at 200% Elongation (kg/sq. cm.)	2-3	2-3	4-5
Water Absorbtion By Weight (%) (max)	1	1	1
Shrinkage (70 degrees C., 24hrs.) (max)	2	2	2
Compression Set (Compressed 50%, 25 degrees C)	15-25	15-25	15-25

Ilustración 9. La imagen muestra las características de un material encontrado en internet por confidencialidad no se puede mostrar el material ocupado como recubrimiento al arreglo.

Por cuestiones de confidencialidad no se puede mostrar foto del dispositivo de prueba, pero a continuación en la parte de instrumentación y calibración hago una imagen en la cual muestro cada uno de los componentes y explico su función.

CALIBRACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PRUEBA

El proceso de calibración son un conjunto de procedimientos los cuales ayudan a establecer las condiciones específicas y los valores que genera un instrumento, un equipo o un sistema de medición con referencia a un patrón estándar.

Es importante calibrar ya que los equipos tienden a deteriorar un poco sus funciones debido a factores como la temperatura, esfuerzos mecánicos o simple falta de uso.

Si un equipo de medición no se calibra periódicamente sus lecturas pierden exactitud y esto puede tener impacto en la calidad de la investigación o actividad que se esté realizando.

La correcta calibración de los equipos de medición en los procesos ayuda a cumplir con su estandarización y a garantizar el cumplimiento de los sistemas de calidad.

Para calibrar de cada set de prueba utilicé cuatro cuerpos negros en los cuales se encontraban dos termopares que estaban en la parte central de la lámina, de esta forma se aseguraba que la prueba iniciaría a 150 grados y bajo un proceso estándar.

Contaba con cuatro arreglos cada uno con una fuente emitiendo en el orden de los 700 grados. Véase ilustración 10.

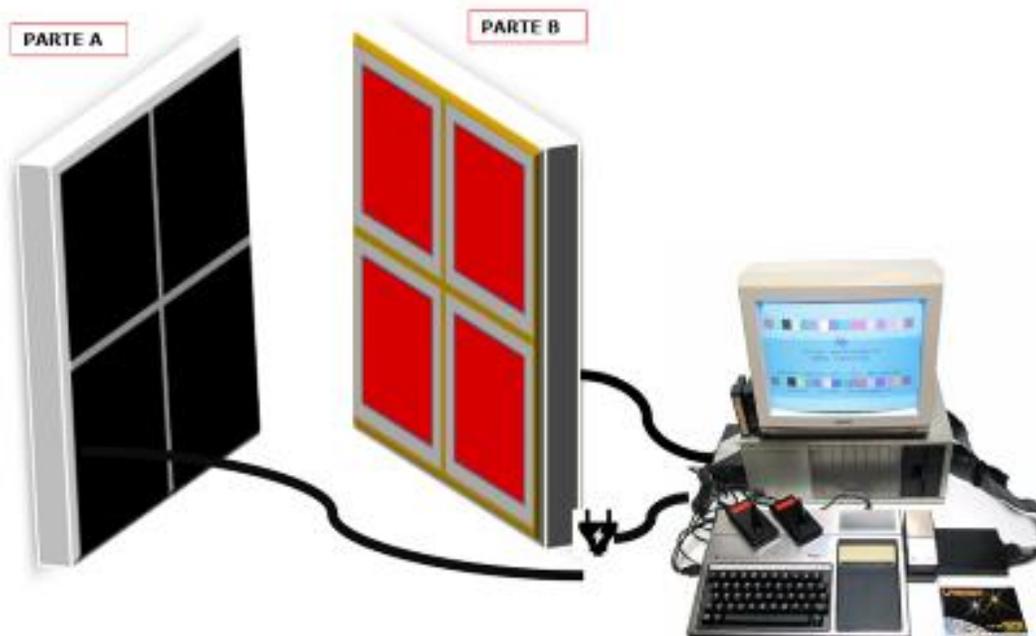


Ilustración 10. Configuración de prueba

Eran controladas por un módulo *Texas instrument* en el cual programé con ayuda de un técnico un código para encender las cuatro fuentes al mismo tiempo, el *wooden box* estaba instrumentado para conectar una placa de seis termopares.

Cada muestra a probar estaba instrumentada con cuatro termopares, el primero en la cara A del material el segundo embebido en esta, el tercero dentro de la cara B y el cuarto sobre la superficie de la cara B

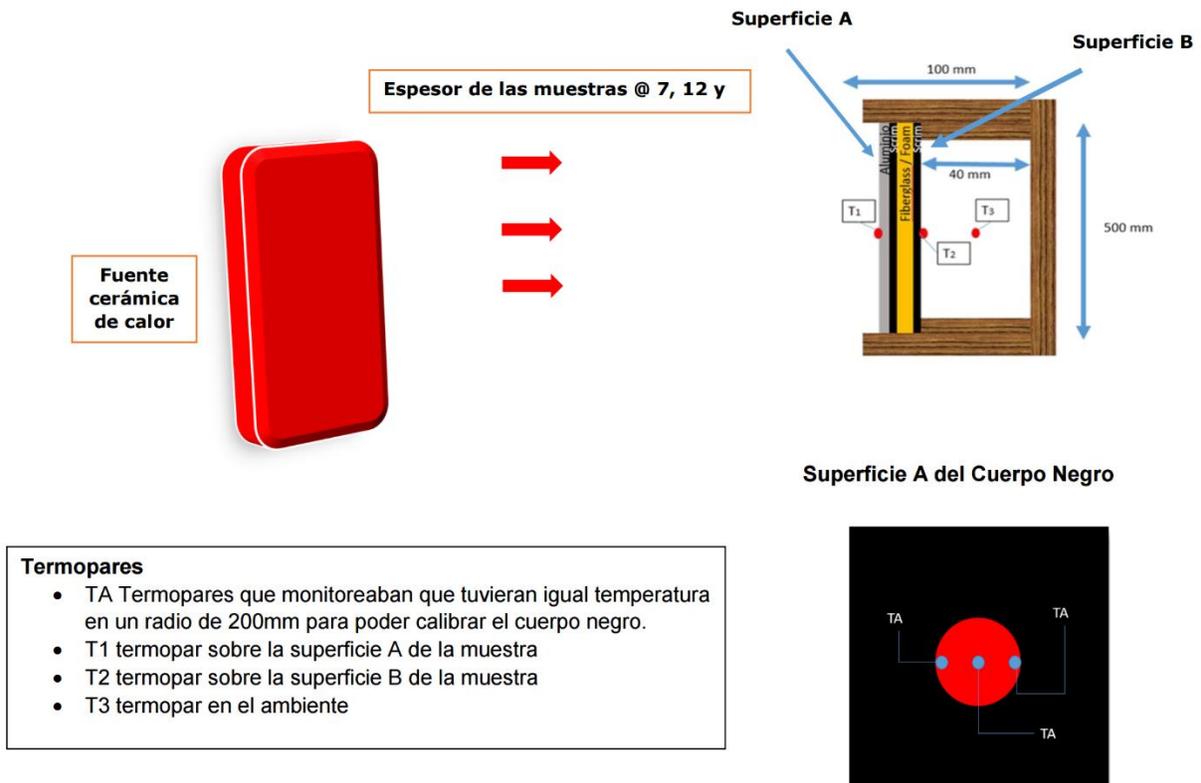


Ilustración 11. Instrumentación de prueba.

La prueba se inicia calibrando cada uno de los cuadrantes del *wooden box*, después se conectan los termopares de las cuatro muestras, se encienden las fuentes por medio de una interfaz en el módulo de *Texas Instrument*, desde ese momento se empiezan a correr 40 horas de prueba, durante este tiempo se monitorearon cada uno de los termopares para verificar que censaran correctamente. La ilustración 12, muestra como se monitoreaba la distribución de calor en el cuerpo negro.

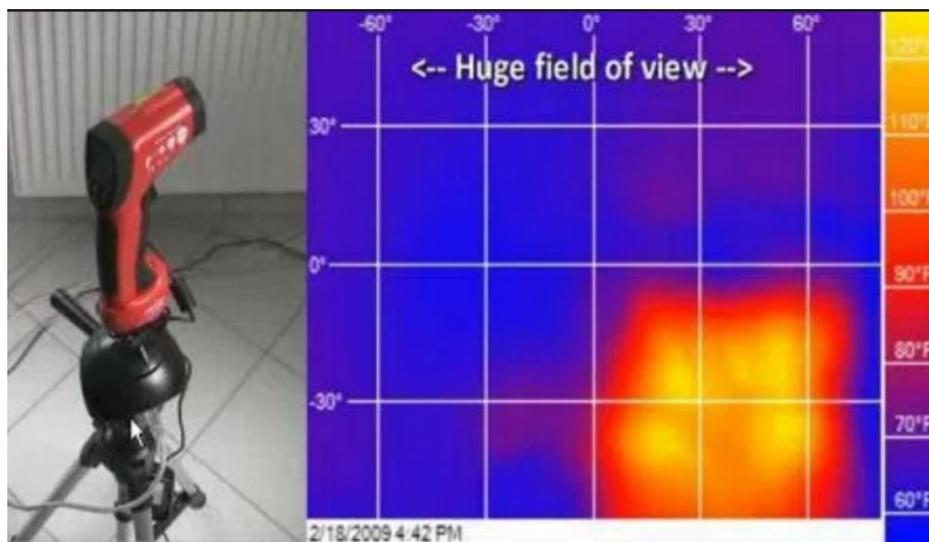


Ilustración 12. Imagen tomada de Google donde se utilizó una cámara termografica para verificar la distribución de calor.

Uno de los requerimientos era someter los materiales a 40 horas frente a fuentes de calor a 150°C pero dependiendo de las características de cada material, algunos fallaban antes y se detenía la prueba por motivos de seguridad. Por cada set se tomaban fotografías y video ya que como era una prueba de desarrollo es decir que nunca se había hecho, se intentaba obtener la mayor cantidad de información que fuera posible.

En las imágenes que se obtuvieron se pudo observar la degradación de distintos materiales expuestos a altas temperaturas a lo largo de determinado tiempo y en las lecturas de los termopares podíamos observar los rangos de temperaturas que manejaba cada material.



Cada vez que iniciaba un set se iban grabando cada minuto todas las lecturas de los 6 termopares de cada cuadrante en la memoria del módulo de Texas Instrument, aproximadamente se generaron por cada muestra 2500 registros que representaban el comportamiento térmico durante el tiempo establecido en la prueba. Véase la ilustración 13.

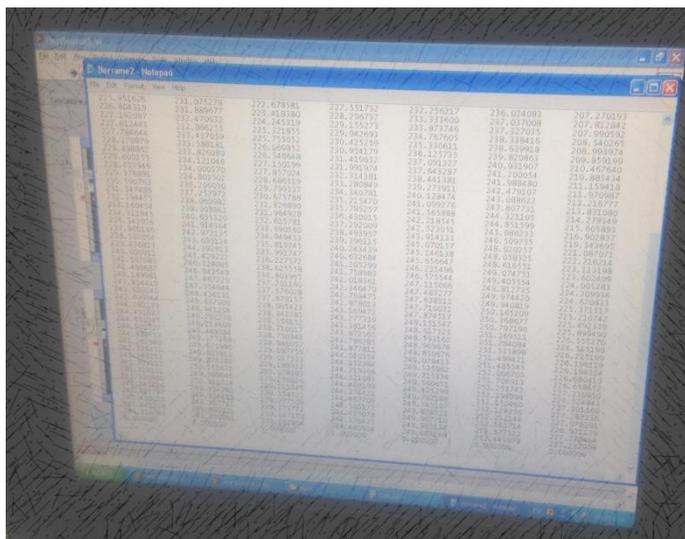


Ilustración 13. Lecturas registradas por los termopares.

Debido a la cantidad de lecturas que arrojaba cada termopar, hice una base de datos en Excel en la cual cada hoja contenía fecha de inicio de prueba, hora, proveedor y numero de termopar. Véase la ilustración 14.

Fecha	Hora	Proveedor X					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
07/08/2016	08:51	85.3	78.2	85.1	89.5	79.1	89.2
07/08/2016	08:52	84.2	79.2	86.5	79.2	79.8	87.5
07/08/2016	08:53	86.2	79.6	89.5	79.8	78.5	86.1
07/08/2016	08:54	85.2	78.5	85.1	76.9	79.8	86.2
07/08/2016	08:55	85.2	79.1	87.4	78.2	78.6	87.1
07/08/2016	08:56	86.1	78.6	86.1	79.8	74.2	86.1
07/08/2016	08:57	89.4	79.5	89.1	80.9	79.8	84.1
07/08/2016	08:58	90	78.9	89.1	78.2	75.1	89.6

Ilustración 14. Tabla que ejemplifica los registros de las lecturas de los termopares por proveedor.



A la vez que se iban corriendo las pruebas, analizaba los datos que se obtenían, como mencione anteriormente por cada muestra eran aproximadamente 2500 registros por cada termopar, para aminorar la dificultad de acarrear esa cantidad de datos observando toda la población de registros note que después de un cierto tiempo estaban en temperatura constante los termopares así que tomé muestras de datos que presentaban este comportamiento a lo largo de las 40 horas.

Obtuve intervalos con menos ruido y decidí hacer una regresión lineal para obtener una ecuación la cual me arrojó una constante que tomaba como temperatura definitiva de dicho termopar.

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística la cual ayuda a analizar la relación que hay entre las variables de una población de datos y genera una ecuación lineal la cual se puede usar con fines predictivos. Véase imagen 15.

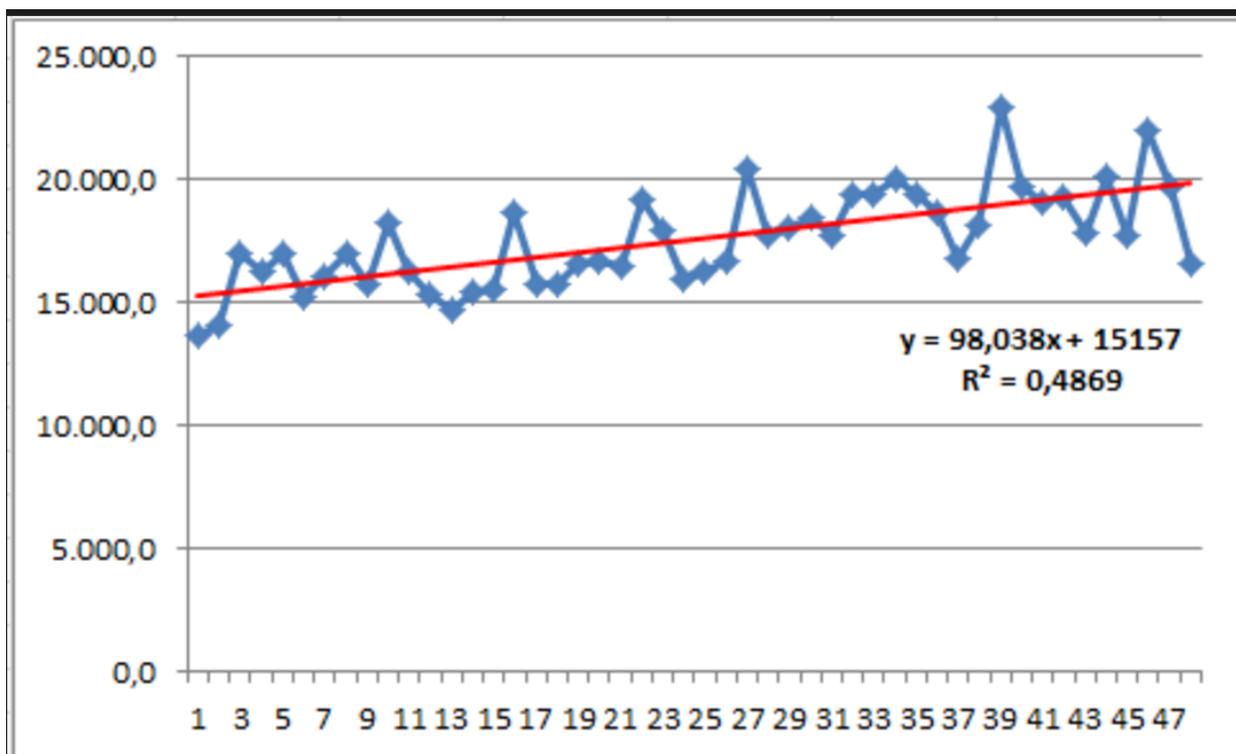


Ilustración 15. Muestra que ejemplifica una población de datos ajustada con el método de regresión lineal tomada de Google.



RESULTADOS DE LA PRUEBA

Todas las temperaturas que iba obteniendo las registré en una tabla, véase ilustración 16, la cual estaba dividida por; proveedor, características principales de los materiales, la temperatura en la que inicio, y la de los demás termopares de cada muestra. Hice filtros en los cuales marqué en rojo los registros que estaban fuera del rango permitido y con verde las temperaturas que estaban dentro de los requerimientos establecidos, esto facilitó la interpretación de los resultados y posteriormente el llenado de una *Matriz de decisión* la cual determinaría la elección de los dos proveedores ganadores.

COMPARISON CHART TEMPERATURE TEST

SUPPLIER	MATERIAL CHARACTERISTICS	7MM							12MM							24MM							
		INICIAL TEMPERATURE	T1	T4	T5	T6	DELTA INICIAL T1	DELTA T4	INICIAL TEMPERATURE	T1	T4	T5	T6	DELTA INICIAL T1	DELTA T4	INICIAL TEMPERATURE	T1	T4	T5	T6	DELTA INICIAL T1	DELTA T4	
Z(5MM AZ PATCH)	Confidential								180.2	78.5	59.3	52.9	50.9	161	19.2								
Z(10MM AZ PATCH)	Confidential															180.3	81.5	49.8	50.1	48.5	163.1	31.7	
Z(10MM AZ PATCH)	Confidential															182.9	81.4	54.8	50.9	49.7	155.6	26.6	
U	Confidential	180.3	200	141.7	108.2	102.7	46.3	58.2	180.3	195	124	93.1	87.5	50.4	71	185	200.4	110.2	74.6	71.1	44.4	90.2	
X SAMPLES 13, 18, 4	Confidential	182.9	66.4	56.1	52.4	51.1	168	10.3	182.9	73.9	58.5	53.3	52	174.7	15.3	182	67.4	50.7	45.7	44.2	171.3	16.7	
X SAMPLES 19, 15	Confidential	185							185	85.5	56.7	50.7	48.9	161.8	28.9	182.6	79.7	56.8	51.8	50	151.6	22.9	
X SAMPLE 17	Confidential	182	82	60.4	58.7	56.1	165	21.6															
Y	Confidential	182.6	99.7	71.2	64.7	62.1	134.7	28.5	182.6	98.6	68.6	60.6	59.2	134.7	30	187.4	97.1	60.1	54.2	52.6	137.8	37	
Y	Confidential									90.7	67.9	61.6	59.5	142.6	22.8	185.1	87.1	64.5	58.3	56.1	144.2	22.6	
VP1	Confidential	187.4	85.8	62.9	55.8	54.5	161.8	22.8	187.4	83.1	54.3	50.1	48.5	158.7	28.9	186.3	79.3	52.5	48.2	46.9	166.2	26.8	
VP2	Confidential	185.1	184.2	92.3	79	69.9	55.5	91.9	185.1	192.4	66.6	56.6	53.3	48	125.9								
VP3	Confidential	186.3	183.3	84.4	76.9	68.1	56.3	98.9	186.3	183.5	67.5	58	52.9	55	116								
VP4	Confidential	184.2	65	49.1	49.1	47	180.1	15.9	184.2	79.9	58.9	53.2	51.8	162.8	21								
VP5	Confidential	182.5	79.3	52.5	48.2	46.9	161.1	26.8	182.5	83.2	59	53.9	51.8	162.8	24.2								
R	Confidential	183.5	99.5	70.9	66.1	62.8	145.4	28.6	183.5	88.3	59.5	54.9	58	153.4	28.8	186.2	60.7	43.7	41.3	40.2	180.6	17	
T	Confidential	184.2	184	73.6	59.7	58.4	52	110.4	184.2	218.7	72.8	60.3	55.9	21.3	145.9	184.1	221.5	70.1	51.5	45.8	13.4	151.4	
T	Confidential	186.2	208.7	65.7	77.5	65.7	31.9	142.9	186.2	213.3	89.2	64.9	60.5	24.5	124.1	182.1	216.2	64	49.2	45.4	24.2	152.2	
T	Confidential	184.1	201.5	86.7	70	58.2	39.1	114.8	184.1	183.6	67.4	47.4	42.7	54.2	116.2	182.1	217	64.5	53.2	47.5	22.9	152.6	
S	Confidential	182.1	178.5	90.6	76.7	66.7	43.7	87.8	182.1	150.8	67.5	51.7	47.3	85.9	83.3	182.1	189.8	64.1	52.3	47.6	46	125.8	
Q	Confidential																						
W	Confidential	185.2	81.8	67	64.2	61.5	159.5	14.8	180.2	92.9	67.5	61.5	59.7	147.8	25.4	182.1	90.2	54.8	52.4	51	151.1	35.5	

Ilustración 16. Tabla de registros de proveedores y características de materiales.

MATRIZ DE DECISIÓN



Una Matriz de decisión es una herramienta la cual ayuda en la toma de decisiones cuando se está desarrollando un nuevo producto o se va a hacer una aportación, Véase ilustración 17. Se toman en cuenta las características más importantes y se les asigna un valor numérico para priorizar los rasgos a mejorar o a innovar según las necesidades del cliente. Posteriormente se elige un datum el cual servirá de referencia para mejorar y evaluar el o los nuevos productos. Los valores negativos y positivos se hacen mediante un estudio comparativo en el cual en el caso del proyecto asigne -2 para el peor caso, -1 para un mal resultado, 0 para un caso igual o similar al datum, 1 para una buena ejecución y 2 para las condiciones perfectas requeridas. Al hacer el conteo obtuve una lista con el posicionamiento de cada proveedor según su desempeño a lo largo de la prueba y con base a los requerimientos pedidos al inicio

Item	Requirement	Overall importance	Material specimen	U 5,10,15mm	Y 5, 10, 20mm	Y 10, 20mm	Z 10mm	Z 10mm	Z 10mm	X 5, 10,20 mm	X 5, 10,20 mm	X 5mm	V P1 5,10,20mm	V P2 10,20mm	V P3 10,20mm	V P4 10,20mm	V P5 10,20mm
1	Evaluation criteria 1	15	Datum	-2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	-2	-2	+2	+2
2	Evaluation criteria 2	15		+1	0	+1	-1	-1	-1	-1	0	-2	-1	-1	-2	-1	0
3	Evaluation criteria 3	10		0	0	0	-2	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Evaluation criteria 4	5		-2	0	0	-2	-2	-2	-2	0	-2	-2	-2	-2	-2	0
5	Evaluation criteria 5	5		0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	-2	+1	0	-1	0	0
6	Evaluation criteria 6	20		-2	-1	-1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	-2	-2	+2	+2
7	Evaluation criteria 7	10		-1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	-2	-2	+2	+2
8	Evaluation criteria 8	10		+1	-1	-2	-2	-2	-2	0	0	-2	-2	+2	-2	-1	0
9	Evaluation criteria 9	5		-2	+2	+2	+1	+1	+1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
10	Evaluation criteria 10	5		0	+1	+1	0	0	0	0	0	0	+2	+2	+2	+2	+2
		100															

Counts

Count of pluses	2	4	5	4	4	4	3	3	3	5	2	1	4	4
Count of minuses	5	2	3	5	5	5	3	1	5	4	6	8	4	1
Count of same (0)	3	4	2	1	1	1	4	6	2	1	2	1	2	5
Pluses - Minuses	-3	2	2	-1	-1	-1	0	2	-2	1	-4	-7	0	3

Sums

Sum of pluses	2	7	8	7	7	7	6	6	6	9	4	2	8	8
Sum of minuses	-9	-2	-4	-8	-8	-8	-5	-2	-10	-7	-11	-15	-6	-2
Total	7	5	4	-1	-1	-1	1	4	-4	2	-7	-13	2	-6

Weightes sums

Weighted sum of pluse	25	65	80	95	95	95	90	90	90	105	30	10	100	100
Weighted Sum of minu	-100	-30	-45	-70	-70	-70	-35	-10	-80	-55	-125	-165	-45	-10
Total	-75	35	35	25	25	25	55	80	10	50	-95	-155	55	90
	8	5	5	6	6	6	3	2	7	4	9	10	3	1

RANK RECOMMENDATIONS

Ilustración 17. Matriz de decisión, herramienta para comparar y tomar decisiones.

CONCLUSIONES



Obtuve documentación necesaria para poder seleccionar a los dos proveedores requeridos para continuar con un proyecto global de desarrollo de tecnología interno de GM. Lo realice aplicando investigación, primero identificando el problema, haciendo comparaciones, optimizando, y validando los resultados.

Presenté los resultados del trabajo a nivel global, teniendo satisfactorios comentarios. Y con base a éstos se definieron los parámetros para nuevas investigaciones de alta temperatura.

Como becario pude aplicar mis conocimientos adquiridos en la cerrera en materias como Ingeniería de materiales, utilizando conocimientos de estructuras moleculares, propiedades físicas y mecánicas. De control e instrumentación pude generar un sistema y monitorear sus salidas por medio de termopares y analizar las variables externas al entorno en el laboratorio de GM. Fue un proyecto de alta temperatura por lo tanto conocimientos básicos como las leyes de la termodinámica fueron fundamentales. Sin embargo, tuve una falta de conocimientos en temas de transferencia de calor, no obstante la universidad nos enseña a ser autodidactas y a aplicar el conocimiento críticamente, fue así como por mi cuenta pude investigar los temas que requerí de libros distintos, esto me permitió aprender sobre la marcha e ir entendiendo los fenómenos que observaba en mis resultados. Estadística básica y técnicas de programación me ayudaron a interpretar y generar un correcto análisis obtenido a través de la experimentación.

Mis conocimientos de CAD-CAM y manufactura fueron clave para mi estancia en la empresa ya que GM TREC es un centro de diseño en donde se genera todo en NX un programa de CAD donde se crean modelos matemáticos de las piezas físicas para su posterior manufactura. Sin embargo, la mayor deficiencia con la que me encontré fue el nivel de inglés, he encontrado compañeros muy capaces técnicamente, pero por no tener una buena capacitación en inglés han perdido oportunidades.

General Motors me ha dejado un gran aprendizaje personal y profesional. Los conocimientos que he podido adquirir en el área automotriz son bastos ya que es una empresa mundial y a lo largo de sus años de existencia e innovación ha sido referencia para el desarrollo de patentes y nuevas tecnologías.

No hay día que me vaya de la empresa con una lección aprendida, la clave es hacer cada cosa que realices con entrega y pasión, si disfrutas cada día de lo que haces sin duda se verá reflejado en tus resultados.