



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**TRABAJO PROFESIONAL
COMO QUALITY PROBLEM-
SOLVING INTERN EN BMW
GROUP**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Omar Mauricio López Gutiérrez

ASESOR DE INFORME

Dr. Adrián Espinosa Bautista



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024

Índice

Agradecimientos	3
Introducción	4
Objetivos	4
Antecedentes	5
Participación profesional	7
El gigante automotriz: BMW Group	7
Perfil del puesto	9
Áreas fundamentales dentro de la organización	9
Área de trabajo	11
Actividades, responsabilidades y proyectos realizados	11
Actividades diarias o principales	12
Actividades extras o secundarias	20
Problemática abordada: Proyecto de Internship	23
Metodología utilizada	26
Resultados	27
Conclusiones	28
Bibliografía	29

Agradecimientos

Primero, darle las gracias a Omar López y Carmen Gutiérrez, mis padres que me han impulsado y otorgado todo lo necesario para cumplir todas mis metas y sin duda alguna, sin ellos no hubiera llegado a este punto. A mis hermanas, Mariana, Fernanda y Sofía López, que me ayudan a ser una mejor persona día con día y a Concepción Vargas, mi abuelita, por ser una parte fundamental en mi vida.

También a Brenda Garza por todo el apoyo otorgado durante mi estancia en la empresa. Por último, a mi universidad y alma mater, que representa una oportunidad invaluable para muchas personas como yo.

Introducción

La empresa internacional BMW Group tomó la decisión de realizar una inversión en nuestra República Mexicana. Fundada en 2019, la planta ubicada en el estado de San Luis Potosí produjo inicialmente el modelo series 3, incluyendo posteriormente los modelos series 2 coupé y M2.

Gracias a mi participación, durante casi dos años, en el grupo estudiantil Baja SAE UNAM, me enteré del programa de "Internship" en dicha empresa. Este programa está enfocado en otorgar experiencia profesional a estudiantes universitarios activos de Ingeniería. Es importante mencionar que tuve la fortuna de que mi perfil académico incluyera características que encajaban en el área de calidad, con certificaciones Six Sigma a nivel Green Belt, conocimiento y práctica de diferentes herramientas enfocadas en la resolución de problemas, uso de softwares básicos de Ingeniería y, por último, un nivel suficiente del idioma inglés para comunicarme con claridad.

Inicialmente, mi primer contrato firmado contemplaba una estancia de 6 meses. Posteriormente, debido a mi activa participación en el área, ese periodo se extendió hasta cumplir un año completo dentro de la empresa. Durante este tiempo desarrollé diferentes actividades con el propósito de resolver problemas, apoyar a mis compañeros y al área en general, entre algunas otras responsabilidades asignadas.

Objetivos

- Compartir las diferentes actividades que realicé durante toda mi participación a lo largo del año 2022 dentro de la ensambladora de vehículos BMW.
- Generar conciencia de la importancia del desarrollo de actividades profesionales en la industria antes de ser egresado de una Ingeniería, mencionando todas las responsabilidades y retos que tuve a mi cargo como practicante en el área de calidad total del vehículo.
- Mencionar los conocimientos adquiridos durante mi estancia, al igual que compartir las nuevas oportunidades que genera ser parte de este tipo de programas diseñados para estudiantes universitarios.

Antecedentes

A lo largo de mi carrera profesional, la industria automotriz siempre ha sido el área en la cual he tenido un mayor interés. A partir del segundo año cursando la carrera de Ingeniería Mecatrónica en la Facultad de Ingeniería, decidí que mi trayectoria profesional debería estar envuelta alrededor del diseño de automóviles. Además del enfoque en las materias de la carrera de Ingeniería, tuve la oportunidad de ingresar al equipo estudiantil llamado "Baja SAE UNAM", ingresando al sistema de tren motriz durante aproximadamente dos años. En esta etapa, el equipo y yo logramos una mayor visualización con empresas al resultar campeones nacionales en el concurso "Baja SAE México", lo que nos ayudó a tener una mayor proyección a programas profesionales de las compañías automotrices, conociendo e involucrándonos día con día con lo que el mundo profesional actual exige de un ingeniero.

Parte de esta profesión implica desarrollar productos que cumplan con los propósitos de diseño. Relacionado a esto, la satisfacción del cliente o del usuario es fundamental para tener buena retroalimentación de cualquier producto final que se venda en el mercado.

Vivimos en un mundo brutalmente competido por productos innovadores y confiables que día con día evolucionan gracias al desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías ingenieriles. Las empresas líderes invierten mucho dinero, tiempo y recursos humanos en mejorar la satisfacción del cliente final. Para lograr esto, es fundamental que los ingenieros se enfoquen en asegurar una alta calidad de los productos finales, cumpliendo e incluso superando regulaciones internas impuestas por cada organización, así como las externas, impuestas por organismos gubernamentales.

La industria automotriz, hoy en día, no es ajena a este mercado sumamente competido. En la producción de vehículos a nivel mundial, existen demasiadas marcas o empresas que están constantemente buscando generar nuevos conceptos de vehículos que le garanticen a sus clientes una buena experiencia con su producto. El negocio de vender vehículos con el fin de cumplir la función inicial, es decir, servir como transporte, ya no es suficiente para el mundo globalizado en el que vivimos, es por eso por lo que generar fiabilidad, comodidad y expectativas superiores en el consumidor se ha vuelto tan importante en la industria automotriz.

México tiene una historia muy importante en esta industria. Desde la llegada de Ford Motor Company a nuestro país en épocas posteriores a la Revolución Mexicana, hasta nuestros días, donde siguen ingresando continuamente nuevas inversiones por parte

de las ensambladoras automotrices más importantes del mundo. Como resumen, la siguiente tabla engloba las marcas con presencia en nuestra nación.

Ensambladora	Estado de la República	Logo
BMW Group	San Luis Potosí	
Ford Motor Company	Sonora Estado de México Chihuahua	
General Motors	San Luis Potosí Coahuila Guanajuato Estado de México	
Stellantis	Estado de México Coahuila	
Nissan	Morelos Aguascalientes	
Volkswagen	Guanajuato Puebla	
Honda	Jalisco Guanajuato	
Toyota	Guanajuato	
Mazda	Guanajuato	
Audi	Puebla	

Tabla 1. Principales marcas automotrices con presencia en México.

Durante el proceso de ensamble de un vehículo que está siendo fabricado en cualquier planta automotriz, este pasa por extensas revisiones de cumplimiento de estándares y calidad. El proceso no solo tiene un enfoque en cada línea de ensamble, sino que presenta una enorme cantidad de revisiones que fueron previamente ya cumplidas y revisadas por los proveedores de partes externas, es decir, que la ensambladora automotriz no produce. Adicional a esto, la revisión de calidad del vehículo total es un procedimiento necesario para garantizar que el producto final funcione correctamente y garantizar que el cliente tenga una buena experiencia con él.

La revisión de calidad del vehículo totalmente ensamblado es el enfoque al cual yo estuve involucrado durante mi estancia en la compañía. Este proceso, junto con sus actividades relacionadas, serán el tema principal de este informe.

Participación profesional

El gigante automotriz: BMW Group

BMW es una empresa alemana, fundada en Múnich en el año de 1916. Es conocida mundialmente por producir vehículos y camionetas con estándares de calidad sumamente altos, lo cual los ha llevado a ser reconocidos por sus vehículos denominados de clase "premium".

Actualmente, BMW cuenta con una asociación mundialmente conocida por las famosas marcas automotrices que la conforman, empezando por Mini, gigante automotriz de origen inglés, fundada en 1969 en Oxford. Otra de estas empresas es Rolls-Royce, conocida por fabricar automóviles costosos con una calidad y tecnología muy alta y que también es un fabricante de origen inglés, fundada en 1904.

En el año de 1998, Rolls-Royce fue consumida por la empresa BMW. Poco tiempo después, en el año 2000, sucedería exactamente lo mismo pero esta vez comprando a Mini. De esta forma, se creó el gigante grupo automotriz, BMW Group.

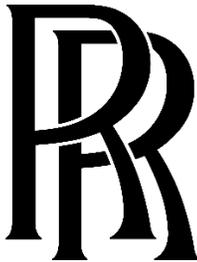
BMW Group		
BMW	Mini	Rolls-Royce
		

Tabla 2. Marcas automotrices que conforman BMW Group.

BMW Group tuvo sus inicios en México antes de las compras de las marcas automotrices ya mencionadas. En 1994 se fundó la filial BMW de México, pero debido a la crisis económica de ese año, y a las diferentes políticas mexicanas de exportación e importación de vehículos al país, tuvieron que pasar más de 20 años para que tomara la decisión de invertir a futuro en nuestro país. Fue en el año 2019 cuando se inauguró la planta de ensamble en el estado de San Luis Potosí.

Inicialmente, la planta ensambladora más nueva en nuestro país se dedicó el primer año de operación solamente producir el modelo series 3 en las líneas de producción.

Al siguiente año ya se habían construido 50 mil BMW Serie 3 y se había iniciado con la producción de vehículos híbridos, conocidos como PHVE (Plug-in Hybrid Electric Vehicle).

Posteriormente, los años siguientes a su inauguración, la planta fue incorporando nuevos modelos de producción. Fue así como en el año 2021 se inició la producción del modelo series 2 coupé y, a finales del 2022, del modelo más potente y caro que es fabricado en nuestra nación, el modelo M2.



Tabla 3. Modelos BMW producidos en México.

Es importante mencionar que tuve la fortuna de conocer cierta parte del proceso de lanzamiento del modelo M2, ya que coincidió con mi periodo de operación. En este punto, he de recalcar que dicho periodo abarcó completamente el año de 2022.

A continuación, se mencionan las actuales cifras relevantes de la planta de San Luis Potosí.

Modelos producidos	BMW Serie 3 Sedán BMW Serie 2 Coupé BMW M2
Empleados	3500
Inversión	Más de 1.5 billones USD
Superficie	300 hectáreas

Tabla 4. Cifras relevantes de la planta de San Luis Potosí – BMW Group.

Perfil del puesto

Áreas fundamentales dentro de la organización

Para conocer las responsabilidades y el enfoque del puesto de trabajo que ocupaba, es necesario proporcionar información relevante sobre el proceso necesario para la construcción de un vehículo.

Dentro de la planta de ensamble BMW, se requerían 3 operaciones principales, sin embargo, eran necesarios 5 procesos fundamentales antes de que un vehículo fuera aprobado para su venta. A continuación, se hace una pequeña descripción de cada uno de ellos.

1. Planta de estampado: En esta primera etapa se proporcionaban las hojas de acero en forma de rollos para ser cortadas a diferentes medidas establecidas, dependiendo de la parte a ser estampada. Una vez que la hoja de metal tomaba la forma deseada, utilizando una prensa industrial, se mandaban al siguiente proceso las partes terminadas.
2. Ensamblado de carrocerías: Con las partes de acero o aluminio previamente diseñadas y manufacturadas, y con la ayuda de aproximadamente 500 robots SCARA de diferentes tamaños y que funcionaban para diferentes funcionalidades, se ensamblaba el cuerpo del vehículo mediante técnicas rigurosas de soldadura y uniones mecánicas. Esta era una fase que utilizaba sistemas avanzados de control para asegurar la seguridad máxima de las operaciones y minimizar el tiempo de construcción por vehículo.
3. Pintura de la carrocería: El proceso de pintura de la carrocería era el más riguroso en cuanto a temas de calidad. Cuando el cuerpo del vehículo estaba limpio y desengrasado, se sumergía en una piscina de fosfato de zinc para aumentar la protección contra la corrosión. Posteriormente, con un sistema perfectamente controlado, se agregaban 4 etapas de pintura, asegurando un espesor adecuado para la correcta apariencia del vehículo. Durante este proceso se utilizaba tanto personal operativo como los robots SCARA para incrementar la eficiencia, disminuir los retrabajos y garantizar la seguridad de los empleados al mantenerlos lejos de sustancias que pudieran ser dañinas para su salud. Por último, los ingenieros realizaban constantemente pruebas de simulaciones que ayudaban a mantener la calidad del vehículo.
4. Ensamble final: Ya pintada la carrocería, esta entraba al ensamble de todos los componentes necesarios para el vehículo, lo que incluye el tren motriz, interiores, complementos y todo lo necesario para tener el producto final. Es importante mencionar que BMW cuenta con una peculiaridad en su proceso de

ensamblado, ya que cada vehículo que se produce ya se encuentra previamente ordenado y personalizado por el cliente, es decir, el ensamble de cada vehículo es diferente, lo que implica que el desarrollo de cada vehículo también es diferente. Solo el BMW Serie 3 ofrece más de 20.000 variantes de interiores, por lo que tanto la planta, los operarios y los procedimientos deben ser capaces de ajustarse a cada vehículo en particular.

5. Pruebas estáticas y dinámicas: Una vez que el vehículo estaba totalmente ensamblado, se le agregaban los líquidos necesarios para probar su funcionamiento. Los vehículos se sometían a diferentes pruebas fundamentales y secundarias. Cabe mencionar que, dependiendo de la importancia y necesidades requeridas, todos los vehículos, o al menos una cantidad de los ensamblados, eran sujetos a dichas verificaciones diariamente.



Figura 1. Proceso general de la creación de un vehículo.

Ya que se describieron los procesos anteriores, es importante mencionar y explicar brevemente las diferentes áreas generales dentro de la empresa BMW. Cada una de ellas desempeñaba diferentes tareas y tenía a su cargo responsabilidades necesarias para el correcto funcionamiento de la planta.

Nombre del área	Enfoque general
TK - M - 1	Control de producción, sistema de producción y logística
TK - M - 3	Pintura de carrocería
TK - M - 4	Ensamble
TK - 5	Vehículo total
TK - M - 6	Recursos Humanos
TK - M - 7	Finanzas
MN	Compras de México y redes de proveedores

Tabla 5. Áreas de trabajo principales en BMW San Luis Potosí.

Área de trabajo

Como parte de mi experiencia profesional, mis actividades eran dentro del área de vehículo total, exactamente en el equipo de TK - 5 - MX - 2. En el proceso de la creación, estábamos relacionados con las pruebas estáticas y dinámicas del producto, con la intención de garantizar la calidad del vehículo completo y, de esta manera, asegurar la satisfacción del cliente.

Como en todas las áreas de Ingeniería, es necesario contar con un equipo multidisciplinario. En ese sentido, trabajé con diferentes ingenieros e ingenieras que provenían de diferentes carreras, como lo eran Ingeniería Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Automotriz, entre otras.

El área donde colaboré tenía el nombre de "Quality Steering". La función principal que desarrollábamos era conocer, informar, dar seguimiento y concluir cualquier problema de calidad que se presentara en cualquiera de los vehículos terminados que fueran sometidos a pruebas dinámicas y estáticas bajo nuestra responsabilidad.

Posteriormente daré más información técnica sobre mis responsabilidades asociadas a mi posición.

Actividades, responsabilidades y proyectos realizados

Durante los 12 meses que trabajé en el área de calidad total del vehículo adquirí experiencia y diferentes conocimientos profesionales. Desarrollé actividades diarias que eran totalmente mi responsabilidad y que funcionaban como una herramienta frecuentemente utilizada para obtener información necesaria para mi equipo y para otros sistemas dentro de la planta. Por otro lado, tuve la oportunidad de involucrarme y aprender sobre otras actividades extras con la intención de apoyar a diferentes proyectos. En ocasiones surgían situaciones que requerían apoyo de más personas, por lo que también apoyé en ello, y me sirvió como crecimiento profesional. A mi parecer, siempre busqué la forma de tener una mayor participación en las operaciones y tareas, proponiendo ideas y ofreciendo mis conocimientos para apoyar a cumplir actividades que dieran un valor agregado a la compañía o a la tecnología (nombre cotidiano utilizado de manera interna para referirse a tu área de trabajo).

Con la intención de esclarecer correctamente mis actividades y proyectos realizados en la compañía, dividí las actividades en dos categorías, las principales y las secundarias. A continuación, profundizó en cada una de ellas.

Actividades diarias o principales

- Weekly Quality Report

Una de mis tareas principales dentro de la empresa era realizar por completo el reporte de calidad semanal general del área de TK-5 (vehículo total). Este informe recopilaba toda la información de la producción que había surgido una semana antes y tenía que ser investigado con la intención de detectar algún problema, así como su origen, para entonces poder resolverlo. Todos los lunes tenía la responsabilidad de recopilar la información más importante o prioritaria que presentara un impacto en los KPIs (Key Performance Indicator). Por temas de seguridad de BMW, no puedo revelar el nombre de los indicadores internos que se tenían para evaluación general de calidad total del vehículo, aun así, más adelante menciono algunos aspectos importantes que contenía dicho documento.

La realización de este reporte me tomaba un promedio de 4 a 5 horas realizarlo. Normalmente, el documento tenía que estar listo y publicado dentro del sitio oficial antes de las 12:00 p. m., aunque en ciertos casos, debido a la urgencia de uso por algún gerente o director, me obligaba a terminarlo antes. Debido a esto, era frecuente que tuviera que revisar el contenido disponible un día antes. Es necesario recalcar que no toda la información estaba disponible un día previo a realizar el reporte, es decir, el domingo; es por esto que la mañana del lunes, al momento de hacer el informe, tenía la tarea indirecta de solicitar la información de entrada a las áreas involucradas.

Generar este reporte con contenido correcto, prioritario y claro tenía una gran importancia, no solo para el equipo interno en el que yo trabajaba, también para otros temas generales de calidad dentro de toda la planta. Como ya he mencionado previamente, el informe era una entrada comúnmente usada por diferentes equipos de calidad, como lo fueron puertas, motores, interiores, entre muchas otras.

El propósito principal era presentar en la junta llamada "Weekly Quality Meeting", ante todas las áreas de calidad y otras involucradas, los resultados y los temas generales más importantes que surgieron durante toda la semana previa. Gerentes y directores estaban directamente involucrados, ya que era su principal fuente de comunicación para que ellos mismos reportará o escalaran los temas hacia el CEO de

la planta y a otras ubicaciones de producción de BMW, como lo era directamente con el centro principal, ubicado en Alemania, Múnich.

Esta herramienta permitía a los ingenieros decidir en qué enfocar sus esfuerzos para evitar excesos de retrabajos en los modelos producidos. También permitía realizar una comunicación con tecnologías, ya que es muy común que al momento de tener una alarma sobre algún tema de calidad se empezara por realizar una investigación para encontrar la causa raíz.

A continuación, se muestra una tabla con algunos puntos importantes que el reporte consideraba. Por temas de confidencialidad, no se nombrará el término técnico utilizado para hacer referencia al tema o KPI, solamente se agregará una pequeña descripción de este.

Tópico	Descripción breve
1	Evaluación del impacto al cliente de cada uno de los problemas encontrados en la planta de acuerdo con ciertos aspectos como BI, tiempo, frecuencia, entre otros.
2	Cantidad de vehículos liberados a los distribuidores sin necesidad de algún retrabajo.
3	Cantidad de revisiones y acciones impuestas en las líneas de producción debido a que se está encontrando la causa raíz de algún problema de calidad.
4	Temas reportados por un sistema de revisión exhaustiva y profunda a unidades específicas.
5	Temas reportados por parte de las pruebas dinámicas y estáticas oficiales de la planta a vehículos completos o terminados.
6	Cantidad de tiempo de retrabajo invertido para tener el 100% de las unidades liberadas.
7	Temas detectados y divididos de acuerdo con si se encontró un tema de funcionalidad o un tema estético.

Tabla 6. Contenido general de Weekly Quality Report.

Cada asunto que se agregaba debía asignarse a algún responsable que tendría la tarea de solucionar el problema lo más pronto posible. Esto también era parte de mi trabajo.

Como se puede ver en la primera fila de la tabla anterior, había un término fundamental y básico para el área de calidad en BMW, el cual era el BI. Este término

se definía como un sistema de calificación para cualquier condición encontrada. Su objetivo era traducir a un valor numérico lo que sentiría al cliente al momento de recibir su nuevo vehículo.

De nuevo, se presenta una tabla que contiene el significado general del BI. Con la intención de no profundizar y revelar información sensible de la ensambladora, será una descripción general de cada caso.

BI	Descripción
9	Supera las expectativas del cliente.
8	Cumple con todas las expectativas del cliente.
7	Pequeñas desviaciones. El cliente detecta la desviación en raros casos y causa confusión.
6	Problema visible para el cliente que causa un disgusto. No cumple con las expectativas del cliente.
5	Desviación que causa insatisfacción generando una duda al cliente para comprar el vehículo. Problema que podría ser revisado en la siguiente visita al proveedor.
4	Defecto que causa decepción. Opinión negativa del cliente que causa rechazo. Generaría una visita no planeada al proveedor.
3	Causa enojo y comentarios negativos. Generaría una visita inmediata al proveedor.
2	Causa una irritación extrema. Amenaza de una acción legal o mala publicidad.
1	Fallas o incumplimientos de seguridad. Malfuncionamiento de sistemas relacionados con la seguridad del cliente. No puede venderse la unidad.

Tabla 7. Significado general de cada valor de BI.

Me gustaría recalcar que la asignación de un BI a cada problema encontrado en el vehículo era responsabilidad de cada evaluador dentro de la planta, lo que significa que no era parte de mi deber asignarlo.

Un dato sumamente importante de BMW es que ningún vehículo puede ser aprobado para dejar la planta de producción con un BI menor o igual a 7. Esto quiere decir que todos los temas de calidad tienen que ser resueltos para todas las unidades, resultando en una presión constante debido a que cada una es personalizada, como una promesa de entrega al cliente.

- Weekly Quality Meeting

En el punto anterior mencioné que el Weekly Quality Report tenía un espacio designado para ser discutido y presentado al director de área por los gerentes e ingenieros designados. Este espacio era conocido como Weekly Quality Meeting, que se llevaba a cabo todos los lunes a las 4:00 p. m. y tenía una duración designada de 1 hora, que frecuentemente se extendía, en algunos casos hasta el doble del tiempo, dependiendo de la importancia de los temas a discutir.

Mi participación en esta reunión fue agendar los temas que tendrían que ser discutidos o presentados. Comúnmente tenía que hacer la elección de cada uno de ellos tomando como principales parámetros su impacto a nuestros KPIs y el tiempo total transcurrido desde que se reportó el inconveniente hasta ese instante. Por otra parte, siempre tenía que estar atento sobre puntos especiales que mi jefe directo hubiera solicitado como discusión central, ya sea por prioridad o por urgencia según su punto de vista.

Mi herramienta de trabajo fue la plataforma oficial que la compañía utilizaba. El propósito de tener un material específico a utilizar de manera interna era generar un historial y un seguimiento de cada uno de los temas para que todos los involucrados tuvieran la oportunidad de revisar las últimas actualizaciones. En mi etapa inicial, aprendí a utilizar el software por mi cuenta debido a movimientos internos del equipo. Con el paso del tiempo adquirí gran experiencia, descubriendo e implementando nuevas configuraciones estandarizadas que fueron de ayuda para tener una interacción más fluida y amigable al momento de mandar las preagendas y agendas finales a los participantes escogidos cada semana.

Mis actividades empezaban desde el lunes, anotando los puntos más importantes mencionados de cada tema. Estas anotaciones eran por cada tema visto en la reunión y tenían que mencionar el avance hasta el momento; cual sería el plan de acción, dudas o comentarios por parte de los líderes y, si era necesario, dar un

seguimiento futuro para que pudiera ser reagendado. Era común reagendar temas para las semanas posteriores, esto por motivos de urgencia, porque requería de mayor tiempo o, simplemente, no se había llegado a solucionar.

Posteriormente, al terminar la reunión y tener lista mis anotaciones, el día próximo, es decir, el martes realizaba, junto a un ingeniero que apoyaba estas actividades, un conglomerado de los puntos importantes discutidos por cada temática. Después de revisar los textos, ese mismo día distribuía la minuta a todos los que habían estado reunidos el día anterior por medio de un correo genérico.

Empezando el miércoles y terminando el viernes, era cotidiano que confirmara los PQM que el responsable de dar una solución tenía que presentar para la próxima reunión, incluyendo a las personas necesarias para que dieran sus avances, propuestas y tiempo esperado para cerrar dicho problema de calidad.

Cabe aclarar que un PQM (Problem Quality Management) es un incidente que se reporta por un sensor de calidad, se cataloga su impacto a la planta y es lo suficientemente valorado para seguir el proceso de solución estandarizado de BMW. No todos los incidentes de calidad reportados se convertían en un PQM, ya que algunos eran catalogados como BI7 o BI6, los cuales son temas poco relevantes para gastar recursos y esfuerzos en su solución. Esto no quiere decir que algún percance catalogado con poco impacto a la satisfacción del cliente no se podía convertir en un PQM, influyen muchos factores como recurrencia, impacto, complejidad, entre muchos otros que los ingenieros de calidad discutían previo a dar soluciones.

Adicionalmente, cuando un incidente se convertía en un PMQ, la planta tenía una metodología de solución que era estrictamente seguida para poder cerrar y documentar el caso en cuestión. Sin entrar en mucho detalle, es una metodología de resolución de problemas que es gobernado por el estatus en el que se encuentra, empezando por el estatus 0, que significa el reporte de un incidente y terminando en el estatus 90, dando por terminado el proceso de solución. Como información adicional, durante mi estancia se implementó un estatus nuevo, el número 120, usado para documentar todo el transcurso, actividades realizadas y lecciones aprendidas para llegar a la solución del PQM.

Los miércoles enviaba la preagenda a todos los involucrados que tendrían que entrar a la reunión a presentar los estatus de cada tema. En la lista de distribución siempre tuve que considerar a los directores y gerentes necesarios para cuestionar y alimentar las presentaciones. Un par de días después, el viernes, enviaba la agenda final ya con la retroalimentación de los asistentes, mi equipo de calidad y por supuesto, la opinión de mi jefe directo.

- PQMs Follow Up Meeting

Similar a la actividad anterior, existía un foro especialmente designado para dar un seguimiento técnico de los PQMs que llevaban más tiempo reportados, pero a los cuales no se les dedicaba el espacio necesario para ser discutidos en la Weekly Quality Meeting. La diferencia radicaba en que se revisaban los tópicos de manera rápida, en no más de 3 minutos por cada uno, con una agenda que podría llegar a la revisión de hasta 30 problemáticas activas dentro de la planta.

El objetivo principal era conocer el estado actual de estas problemáticas, que no eran monitoreadas con regularidad por la falta de tiempo y que, además, eran de bajo impacto en la satisfacción del cliente. Revisando de manera rápida y por medio de un estatus actualizado de cada tema, con estas acciones lográbamos presionar y así buscar la resolución de estas complicaciones del vehículo.

Mi participación en este espacio de trabajo era el mismo que el fórum anterior, es decir, realizar la preagenda, la agenda final y enviar la minuta. Mis actividades empezaban el martes, y comenzaban con la búsqueda de PQMs candidatos a ser nominados para ser agendados y que ese mismo día, después de revisar cada uno con el ingeniero responsable, la enviaba por vía email. Al día siguiente, si se requería algún cambio o existía alguna observación por parte de algún involucrado, lo realizaba, y el miércoles enviaba la agenda final. Por último, el jueves durante la junta, tomaba las notas correspondientes para posteriormente agregarlas a la minuta y así liberar el documento al día siguiente, con el propósito de documentar la información más relevante de los acuerdos realizados y que los gerentes pudieran consultar la minuta con el resumen correspondiente.

- Seguimiento de PQMs como Quality Steering

La función principal de mi equipo era brindar la orientación de ingeniería para resolver los problemas de calidad en el vehículo total. Debido al trabajo en conjunto que tenía con los ingenieros de mi área de tecnología, solía tener la oportunidad de estar presente en el seguimiento que se tenía que realizar de acuerdo con la metodología mencionada.

Cada ingeniero tenía como responsabilidad un área del vehículo, como lo eran interiores, exteriores, tren motriz, entre otros. De acuerdo con las partes responsables, cada ingeniero tendría la responsabilidad del seguimiento del PQM abierto en cuestión.

El estado actual de cada problema de calidad indicaba las acciones correctivas a realizar. Durante mis prácticas profesionales, la metodología estuvo en un proceso de actualización, removiendo estatus y agregando nuevos. Con la intención de no revelar información sensible de BMW, a continuación, se mencionan de manera general y resumida algunos estatus importantes que, como parte del equipo de dirección por parte de ingeniería para la resolución de problemas de calidad, es fundamental tener en cuenta.



Figura 2. Estatus generales para la resolución de un PQM.

Tuve participación en el seguimiento de algunos PQMs. En la mayoría de los estatus importantes, estuve involucrado apoyando en diferentes actividades que regularmente se requerían. El proceso empezaba desde que se reportaba un nuevo incidente, en donde era importante la observación e interacción entre ingenieros de diferentes áreas para llegar a un acuerdo de seguimiento. Después, se proponían medidas de contención, es decir, soluciones rápidas y sencillas que resolvieran el problema en la línea de producción correspondiente para evitar incidencias posteriores en los vehículos. Posteriormente, se llegaba a las investigaciones para encontrar la causa raíz y entonces implementar una solución viable con la intención de resolver el problema con la mayor efectividad posible.

- Monthly Quality Report

Al cierre de cada mes, la planta BMW San Luis Potosí generaba un reporte general que tenía el objetivo de presentar los resultados de producción hacia Alemania, el centro principal de la compañía. Dentro de él, se agregaba todo tipo de información relevante que era necesario compartir con los líderes de la empresa a nivel mundial. Esta presentación era de relevancia para el CEO de la planta, ya que él estaba directamente involucrado en comunicar los resultados.

Mi rol era conglomerar la información más importante de todo el mes en temas de calidad total del vehículo, al igual que información relevante de servicio al cliente. Debido a que todo el tiempo, semana a semana, estuve involucrado en el reporte de los temas más importantes, me resultó sencillo poder recopilar la información más destacada para resumir el estado de calidad dentro de la planta y la producción de los modelos.

Fue una actividad importante mes con mes, ya que se tenía que agregar la información antes de la fecha requerida. Hay que mencionar que hacer todo el reporte no era mi responsabilidad, ya que era bastante extenso, solamente apoyaba en la comunicación importante relacionada a TK – 5.

- Daily Report: Quality Issues

Como ya he comentado, TK – 5 - MX – 2 tenía responsabilidad directa en el manejo y seguimiento de los problemas reportados en los sensores de calidad FDP (pista larga de pruebas) y KPS (pista corta de pruebas).

Debido a esto, todos los días hábiles del año, al inicio de cada día, tenía la responsabilidad de recopilar los temas fundamentales que fueron reportados el día anterior. Mi tarea consistía en recopilar cada uno de problemas detectados en las pistas de pruebas, separados por los modelos G20 (Series 3) y G42 (Series 2 Coupé), los cuales se encontraban fabricando en las líneas de producción.

El reporte tenía que estar listo antes de las 8 a. m. debido a que al inicio de cada día mi gerente solicitaba el informe para conocer los problemas de calidad que entraban directamente como nuestra responsabilidad.

La información la obtenía por medio de la plataforma oficial de BMW, y la agrupaba en un top 5. Recopilaba los datos de cada tema, como su BI, la descripción, el impacto y la cantidad de cada tema. Es fundamental mencionar que me apoyé en un archivo macro que automáticamente realizaba gran parte del trabajo. Posteriormente hablaré un poco de la programación de macros que ayudé a realizar.

Actividades extras o secundarias

A lo largo del tiempo que trabajé en BMW, específicamente en el área de calidad, me involucré en diferentes actividades con la meta de impulsar mi carrera, adquiriendo conocimiento profesional y apoyando con todos mis conocimientos de ingeniería a mis compañeros de trabajo. Próximamente, describiré la mayoría de las actividades que realicé de manera proactiva o para prestar ayuda requerida en ciertas tareas.

- Excel Macros: Programación de archivos en VBA

Años anteriores a mi ingreso a BMW, tomé cursos básicos y avanzados acerca del uso de Microsoft Excel y programación en VBA. Estos conocimientos me sirvieron para proponer e implementar mejoras en algunos procesos de diferentes actividades que el equipo tenía bajo su responsabilidad.

A lo largo de los 12 meses, me di cuenta de que mis compañeros utilizaban de manera recurrente Microsoft Excel como herramienta de trabajo. Platicando con los diferentes ingenieros de mi área, surgió la oportunidad de poner en práctica mis conocimientos de programación con el propósito de generar archivos que pudieran eficientar tiempo y esfuerzo en las actividades frecuentes del área de calidad.

Programé cerca de 6 macros que resultaron funcionales y fueron frecuentemente utilizados de manera interna por mi equipo de calidad. A continuación, se muestra en una tabla un resumen de los archivos generados con la meta de ser de utilidad al desarrollo de actividades comunes.

Título	Tiempo consumido promedio sin usar la Macro	Tiempo consumido promedio usando la Macro
Daily Report: Quality Issues	50 minutos	20 minutos
Week Summary of KPS/FDP Issues	60 minutos	10 minutos
Launch report	90 minutos	15 minutos
Customer service 1	45 minutos	20 minutos
Customer service 2	30 minutos	10 minutos
Customer service 3	20 minutos	5 minutos

Tabla 8. Eficiencia promedio de las macros creadas.

He de mencionar que la programación de cada una de las macros me tomó en promedio de 2 a 3 semanas debido a los cambios que surgieron por la retroalimentación de los usuarios que las utilizaban con frecuencia. Cada una de ellas tenía un propósito específico para apoyar con mayor eficiencia en ciertas actividades.

- Six Sigma: Green Belt Project

En el equipo de ingenieros con los que trabajé, cada integrante tenía experiencias y conocimientos únicos que enriquecieron el trabajo en conjunto. Uno de ellos contaba con la experiencia de haber trabajado con la metodología Six Sigma, habiendo participado y dirigiendo algunos proyectos como Master Black Belt.

Aproximadamente a los 8 meses de mi estancia en BMW, surgieron reportes más habituales que abordaban el tema de la filtración de agua en algunos modelos. Teniendo conocimiento de estas situaciones, mi jefe directo solicitó un proyecto que tuviera el objetivo de decrementar estas incidencias. De esta manera, surgió la idea de iniciar un proyecto Six Sigma para solucionarlos.

Debido a mi certificación previa a nivel Green Belt, sugerí ser participante en dicho plan de mejorar la calidad de los vehículos, donde afortunadamente, al final, sí fui parte.

Me involucré desde el inicio de la metodología, pero desafortunadamente no formé parte de la conclusión del proyecto debido a mi salida de la compañía, ya que se requiere aproximadamente un promedio de 6 meses para terminar en tiempo y forma este tipo de estrategias de trabajo. Planteando lo anterior, me involucré relativamente durante la mitad de la metodología.

Trabajé con el ingeniero responsable, empezando por usar la metodología Six Sigma, es decir, iniciando por definir, continuando con medir, analizar, mejorar y, por último, controlar.

Es importante hacer énfasis en que dicho proyecto se separó en diferentes proyectos de nivel Green Belt. Esto fue así debido a que al tener diferentes zonas del vehículo que atacar, se pudieron realizar diferentes grupos de trabajo, cada uno de ellos con diferentes expertos que apoyaron en cierto nicho específico. Para clarificar la idea, a continuación, se presenta una tabla explicando la división de los proyectos por zonas del vehículo, buscando resolver todas las problemáticas al final.

Black Belt Project: Filtración de agua				
Green Belt Project: Carrocería inferior	Green Belt Project: Carrocería superior	Green Belt Project: Techo	Green Belt Project: Sellos	Green Belt Project: Puertas

Tabla 9. División de los proyectos Six Sigma.

Al tener una participación variada de ingenieros interesados en el proyecto, mi enfoque fue en ser participante y organizador para los proyectos Green Belt de puertas y sellos.

En la parte de definición empecé por recopilar la información de los participantes que estarían en el grupo de trabajo a lo largo del desarrollo de todo el proyecto. Para realizar esto, me concentré en buscar a las personas con mayor experiencia para incluirlas en la sección de trabajo, incluyendo línea de producción, proveedores, sensores e ingenieros de calidad. Para ambos enfoques, presenté la información inicial a los ingenieros vinculados al proceso, dando información relevante como el propósito del proyecto, definición de la problemática, alcances, plan de trabajo y datos iniciales que involucraban los incidentes iniciales. Se utilizaron diferentes herramientas de la metodología como la carta proyecto, Gemba Walk, diagrama de Gantt, mapeo del proceso, entre otras.

Para el apartado de medición, realicé una investigación profunda sobre todos los incidentes reportados que involucraron una filtración de agua en algún vehículo. Esta documentación abarcó información tanto de años anteriores como del actual. Profundicé en los datos disponibles de la compañía, categorizando y conglomerando todo el conocimiento de tal manera que fuera fácilmente digerible para la toma de decisiones. La intención fue identificar todos los reportes que hubieran ocurrido durante el año actual y anteriores en los modelos G20 y G42. Lo más importante fue encontrar la ubicación dentro del vehículo y en qué parte del proceso se ubicaba la filtración.

Para el procesamiento de la información se utilizó el software de Minitab. Dentro de BMW contábamos con varias licencias de uso para diferentes herramientas que dieran soporte y facilidad al desarrollo de nuestras actividades cotidianas y, una de ellas fue este instrumento para realizar análisis estadísticos discretos y no discretos. Algunas entradas o consideraciones al momento de intentar hacer correlaciones estadísticas fue confirmar si los incidentes tuvieron correlación con la zona del

vehículo, el proceso en cuestión, horario del incidente, entre muchas otras. Al final de cuentas, todo fue un proceso interactivo.

Desafortunadamente, como lo mencioné al inicio, no tuve el tiempo suficiente para seguir desarrollando este proceso. La última etapa de la que fui parte fue la de análisis. Aquí, con los recursos que ya teníamos disponibles y habíamos recopilado hasta ese momento, seguimos utilizando herramientas que considera la metodología Six Sigma, como el análisis causa efecto (Ishikawa), realizar Layouts, y demás.

Como conclusión de este apartado, quiero mencionar que esta fue una experiencia invaluable en mi crecimiento personal. Adquirí nuevos conocimientos de diferentes procesos en la creación de un vehículo y, lo más importante, puse en práctica mis conocimientos de calidad en un proyecto profesional de alta importancia para una empresa ensambladora de relevancia mundial.

Problemática abordada: Proyecto de Internship

Adicional a mis actividades y responsabilidades en el área de calidad total, como parte del programa Internship de BMW San Luis Potosí, tenía el requerimiento obligatorio de desarrollar un proyecto interno o externo que favoreciera a la compañía. A lo largo de mi trayectoria, participé en diferentes pláticas con los ingenieros de mi área, intercambiando necesidades y áreas de oportunidad en los mecanismos de trabajo. Fue así como nació la idea de mi proyecto final.

IPS-Q Input Efficiency / Managed Cars, fue el nombre oficial de mi proyecto en el cual invertí un tiempo considerable para resolver la problemática principal.

Con la intención de generar un panorama completo y dar una idea clara del propósito de mi proyecto, dividiré en subsecciones este apartado.

- Contexto

Los KPI dentro de sociedad automotriz son de vital importancia para conocer el estado de calidad reciente y anterior del vehículo, ya que facilitan la toma de decisiones y permiten concentrar esfuerzos, recursos y personas para incrementar la satisfacción del cliente y, por ende, reducir desperdicios, retrabajos y tiempo en el desarrollo.

La entrada principal de los KPI eran los sensores, es decir, equipos de trabajo dedicados a la evaluación de todo tipo de aspectos y parámetros que el producto final debe cumplir para poder ser vendido al cliente sin ningún inconveniente.

Los sensores deben ser capaces de informar de manera clara temas relevantes que requieran atención o trabajo para poder dar una solución en tiempo y forma. La realidad es que esto no siempre pasa, y en algunas ocasiones, ya sea por nuevo personal o falta de conocimiento, se marcan problemas de calidad como relevantes o urgentes cuando no lo son, puesto que, en acuerdo con el área de ingeniería, estos no presentan un impacto al cliente final.

Una mala gestión influye en un desconcierto al marcar información falsa en los indicadores de calidad, generando información no relevante y engañosa. Esto repercute directamente en varios aspectos, como pérdida de tiempo y esfuerzos no dirigidos a lo importante. Por lo tanto, es fundamental tener datos reales y relevantes para eficiente la solución de problemas y, por consiguiente, mejorar la calidad de los modelos.

- Reporte de PQVs por parte de los sensores

Como ya he mencionado en este informe, nuestro equipo era el encargado de dirigir la solución de fallos detectados en el protocolo de revisión para las pistas de KPS y FDP. He de enfatizar la diferencia de cada una de las pruebas, pero aún más importante, el trabajo y relevancia que significa probar los vehículos terminados.

Pista	Descripción breve	Duración promedio	Promedio de vehículos sometidos por día
KPS	Prueba corta donde el vehículo es sometido a estándares solo esenciales	20 minutos	300
FDP	Prueba larga donde el vehículo es sometido a un proceso completo de cumplimiento de requisitos	60 minutos	35

Tabla 10. Panorama general de las pistas KPS y FDP.

Era relativamente común que los sensores reportaran problemas de calidad no relevantes para el usuario final. A mi equipo le restaba tiempo comunicar esto, afectando el rendimiento de nuestra área.

Un problema comunicado que no tenía una relevancia real era llamado PQV. Estos afectaban directamente a los índices de calidad como planta, generando reportes con datos no acordes a la realidad.

Por último, el siguiente diagrama ayuda a entender el proceso habitual ejecutado, en el cual el proyecto tenía la meta de mejorar la comunicación y la eficiencia de este.

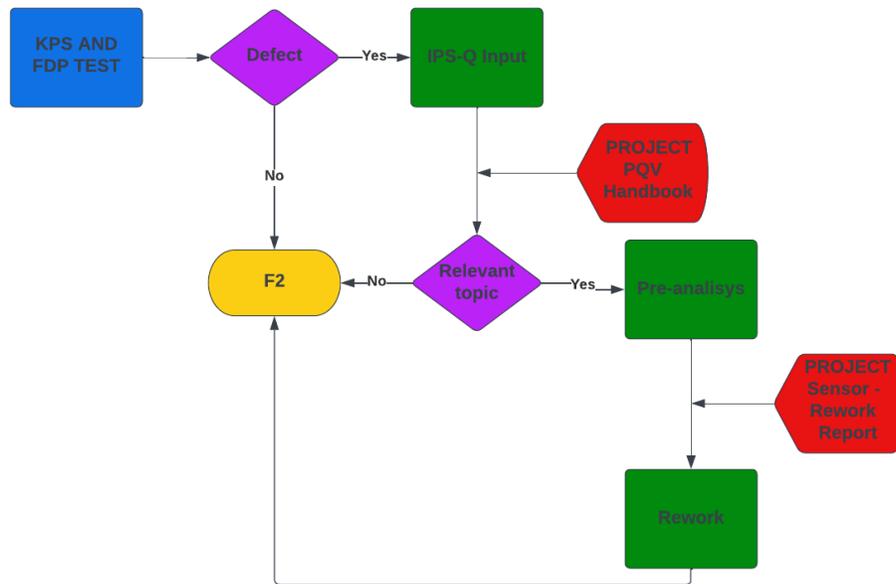


Figura 3. Proceso general del reporte por parte de KPS y FDP.

Como puntos relevantes del diagrama anterior:

- IPS-Q: Plataforma oficial de BMW para subir, seguir y consultar todos los temas de calidad.
- F2: Etapa que significa que un vehículo está aprobado para su liberación de la planta.
- Rework: Zona de la planta encargada de solucionar físicamente los inconvenientes presentes en los modelos.

Los puntos resaltados en color rojo son del proceso donde tuvo relevancia y participación en proyecto terminado.

Metodología utilizada

El enfoque que decidí darle a mi proyecto fue utilizar una metodología con un enfoque al cliente, es decir, relacionado a Design Thinking.

Para empezar con las actividades, inicié con investigar y tener una relación directa con el proceso a mejorar. Obtuve experiencia y conocimientos al tener que estar días completos involucrado en trabajo cotidiano de los sensores.

Tuve la oportunidad de seguir paso por paso el procedimiento para reportar un problema en un vehículo, observando cómo las personas responsables de revisar los vehículos ejecutaban la metodología de revisión estándar para cada pista. Pregunté y cuestioné los métodos y criterios que los sensores utilizaban para su trabajo.



Figura 4. Seguimiento del proceso de evaluación de un vehículo.

Al mismo tiempo, recopilé la información completa de los PQVs, busqué todo el contenido disponible en las plataformas oficiales BMW. Adicional a esto, agregué espacios reservados con los ingenieros con mayor práctica para platicar y obtener una cantidad mayor de datos. Todo esto, me permitió tener un mayor panorama de todos los aspectos que involucra terminar con éxito la idea.

Una vez que completé el proceso de dominar los temas que envuelven al proceso, llevé a cabo una lluvia de ideas, resultando en propuestas y, por consiguiente, en prototipos. Estas ideas fueron sometidas a los comentarios por parte del cliente, es decir, los sensores.

Posterior a las pruebas y reenfoques del producto final, tomé la decisión de realizar un handbook o manual de PQVs. Tenía como objetivos que fueran interactivos, fáciles de usar y fáciles de implementar. La herramienta computacional escogida fue el uso de Microsoft Excel, elegida por encima de otras como Power BI debido a la simplicidad y dominio de la mayoría de las y los profesionistas.

Resultados

Al momento de iniciar el proyecto, planteé los objetivos y los entregables que tenía que cumplir al momento de finalizar mi periodo de estancia.

De una forma más dinámica, por medio de una tabla presento los resultados o entregables finales de mi trabajo profesional.

Entregable	Objetivo	Producto final	Completo/Incompleto
Presentación de la fase uno del proyecto	Dar a conocer el proyecto. Los objetivos, metodología, alcances y línea de tiempo	Presentación completa dirigida a Recursos Humanos e Ingeniería	Completo
Presentación de la fase dos del proyecto	Dar a conocer los resultados finales del proyecto. Las mejoras implementadas	Presentación completa dirigida a Recursos Humanos e Ingeniería	Completo
Diagramas del proceso	Generar un diagrama de uso cotidiano que permita entender la relevancia de proceso correcto	Diagrama interactivo con los puntos clave. Consulta fácil y libre	Completo
Manual de PQVs	Tener una manual interactivo que permita al sensor conocer de manera visual e interactiva la existencia de un PQV	Manual de PQVs divididos por área del vehículo, con imágenes interactivas, descripción, entre otros datos	Completo
Reporte de retrabajo	Generar un reporte que dé a conocer la efectividad del proyecto realizado	Documento con la información relevante de los PQVs	Incompleto

Tabla 11. Resultados finales del proyecto.

El único entregable no completado se debió a que el tiempo de mi estancia era limitado. Cabe mencionar que, a pesar de esto, recibí buena retroalimentación de los entregables completados. Por temas de confidencialidad, omito agregar extractos del trabajo realizado.

Conclusiones

El año de 2022 fue una etapa de crecimiento profesional muy importante. Haber sido parte de una empresa internacionalmente reconocida por fabricar vehículos de calidad mundial me permitió obtener conocimientos vitales que, estoy seguro, formarán parte de mí a lo largo de toda mi carrera en el mundo laboral.

Participé en una gran cantidad de actividades que aportarán valor a la empresa y principalmente, facilitará el desarrollo trabajo a mis compañeros ingenieros. Como mantuve un contacto directo y usual con diferentes personalidades, aprendí sobre técnicas ingenieriles, relaciones humanas y el ambiente profesional en una planta de producción automotriz.

El área de calidad total del vehículo me dio una perspectiva real de la importancia de cumplir con requisitos fundamentales para la satisfacción y seguridad del usuario final, pero no solo eso, al estar en una planta ensambladora tan recientemente construida, conocí y vi todos los procesos fundamentales que se requieren para producir vehículos en líneas de ensamble.

En cuanto a aspectos o conocimientos ingenieriles, fue un recorrido sumamente enriquecedor al ser parte de un grupo de ingenieros con años de experiencia. Aprendí de los procedimientos y herramientas que se usan en la industria actual para la resolución de problemas.

Sin duda alguna, esta experiencia profesional fue todo un reto personal, este objetivo requirió mucho tiempo y dedicación de mi parte, pero sin duda alguna, me permitió crecer como ingeniero y por supuesto, tuve un crecimiento personal por todas las implicaciones que resultaron de trabajar por primera vez lejos de mi casa y zona de seguridad.

Bibliografía

- BMW Group Planta San Luis Potosí, s.f., "Mantente al tanto" [Encuentra las últimas noticias], <https://www.bmwgroup-werke.com/san-luis-potosi/es.html> Consultado el 29 de abril de 2024
- Redacción México Industry, (1 de diciembre de 2022), ¿Cuántas armadoras de autos hay en México?, <https://mexicoindustry.com/noticia/-cuantas-armadoras-de-autos-hay-en-mexico>. Consultado el 29 de abril de 2024