



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado**

**FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA**

***MAESTRÍA ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS GLOBAL***

**TRABAJO TERMINAL TESINA**

**TÍTULO:** Costos de No-Calidad en las Empresas del Sector Automotriz.

**PRESENTA:** RIGOBERTO MACÍAS OLIVA

**DIRECTORA DE TESINA:** RUFINA GEORGINA HERNANDEZ CONTRERAS

**REVISORES:** MARIO ACEVES MEJÍA / ROMÁN SÁNCHEZ ZAMORA

**30 / JUNIO / 2021**

**BUAP**

**Facultad de Contaduría Pública**

## Tabla de contenido

ADVERTENCIA METODOLÓGICA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIA.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVOS Y ALCANCES.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	5
<i>CAPITULO I – MARCO TEÓRICO</i> .....	6
Concepto de “Cost of Quality” o Costo de Calidad .....	6
Modelos de medición de costos de calidad .....	9
"Six Sigma" y su metodología “DMAIC” para reducir los COPQ <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	2
Elaboración de presupuestos para los proyectos de mejora .....	14
Manejo total de calidad y manufactura esbelta... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	5
<i>CAPITULO II – MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Normas en la industria automotriz .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Los residuos peligrosos en México.....	24
Análisis PESTEL de la No-Calidad.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>CAPITULO III – REVISIÓN LITERARIA</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Clasificación de costos .....	40
<i>CAPITULO IV – PROPUESTA Y RESULTADOS</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Matriz propuesta .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CONCLUSIONES .....	49
REFERENCIAS .....	50

## **ADVERTENCIA METODOLÓGICA.**

Se elige este tema ya que la mayor parte de mi vida profesional (más de 8 años) se ha desarrollado en el área de calidad, dando servicio a empresas del sector automotriz. Con base en esa experiencia se genera consciencia de la importancia en la medición, control y mejora de dichos indicadores. Esto se explica con mayor detalle en el apartado de Justificación.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Mi profundo agradecimiento al personal de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por hacerme sentir como en casa aún sin cursar un programa presencial y hacerlo además en medio de una pandemia. Especialmente agradezco a los docentes de la Facultad de Contaduría Pública por dedicar su tiempo a compartir conocimiento y experiencia conmigo.

Gracias a mis compañeros por hacer de este curso una experiencia inolvidable. Gracias a Laura Guzmán por ser mi compañera de equipo y mi apoyo moral, por recordarme de cada tarea, por motivarme a entregar las cosas en tiempo, por acompañarme en la frustración que llegó a ser este curso en algunas ocasiones, por reírse conmigo de los comentarios sin sentido de algunos compañeros y por siempre estar ahí.

Por último, pero no por eso menos importante, gracias a la Dra. R Georgina Hernández por no rendirse conmigo en la elaboración de esta tesina, por aguantar mi impuntualidad y mis atrasos, por dedicar tiempo a explicarme la metodología y por guiarme en todo este proceso. Es un hecho que sin su ayuda este trabajo no se hubiera terminado en menos de un año. ¡LO LOGRAMOS!

## **DEDICATORIA.**

A mi madre. A esa mujer fuerte y valiente que educó a dos profesionistas exitosos con el ejemplo, que dio todo para que pudiéramos tener una vida plena y que nos enseñó a siempre buscar el siguiente reto.

## **INTRODUCCIÓN.**

El presente documento sirve como tesina, misma que será presentada como requisito para titulación de la Maestría en Administración de Negocios Global de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

El tema a abordar es el costo generado por problemas de calidad, enfocado en aquellas empresas que sean proveedoras de productos o servicios en el ramo automotriz, embarcando o tratando directamente con las *Original Equipment Manufacturer* (OEM). Estas empresas son conocidas como “*Tier 1*”. *Tier*, en inglés, se refiere a un nivel o rango en una organización. Esto quiere decir que para el ramo automotriz existen empresas de primer nivel (*Tier 1*) que embarcan directamente a las OEM, así como existen empresas de segundo nivel (*Tier 2*) que embarcan subensambles o materia prima a las empresas de primer nivel y así sucesivamente.

Se hace esta delimitación ya que las empresas de otros giros tendrán costos diferentes a aquellos definidos en el presente documento, siendo la relación proveedor-cliente en la industria automotriz única en su clase.

## **HIPÓTESIS.**

Categorización de costos derivados de los problemas de calidad en las empresas del sector automotriz (*Tier 1*), en México, desde el año 2015.

Las variables a considerar son:

- a) Espacio: México.
- b) Tiempo: desde el año 2015.
- c) Sujeto: empresas del sector automotriz (*Tier 1*).
- d) Acción: categorización.
- e) Objeto: costos derivados de problemas de calidad (COPQ).

Las preguntas de investigación derivadas de las variables establecidas entonces son:

1. ¿Por qué México?

La experiencia profesional del autor de esta tesina se desarrolla en México, aunque la bibliografía enriquece el contenido con autores de distintas partes del mundo.

2. ¿Por qué desde el año 2015?

Directamente relacionado con la respuesta anterior, refiere al tiempo de experiencia profesional del que derivan los conocimientos teóricos y empíricos que sustentan las aportaciones personales a esta investigación.

3. ¿Por qué se seleccionan las empresas Tier 1?

Al ser proveedoras directas de las plantas ensambladoras, los clientes establecen controles más estrictos y regulaciones más complejas. Esto impacta directamente en la generación y manejo de desperdicios, tema esencial en el contenido de este documento.

4. ¿Por qué se busca la categorización?

Al buscar una mejora de indicadores como el costo total de desperdicio, debe primeramente existir una clasificación o categorización de los mismos. Esto provee una variable cuantitativa cuya disminución o aumento es fácilmente demostrable.

5. ¿Cuáles son los COPQ?

Este concepto se explica a profundidad en el capítulo uno, bajo el título de Concepto de “Cost of Quality” o Costo de Calidad.

Se adopta un rol de observador participante, o investigador involucrado, lo cual provee una fuente de preguntas relacionadas con el campo de acción (que tienen sentido en el lenguaje nativo y son relevantes) a la vez que hace posible recopilar y discriminar diferentes tipos de datos. Dicho de otra manera, el autor

reconoce los problemas del gremio pero se mantiene al margen complementando la experiencia con un marco teórico.

Complementando lo anterior con la filosofía de empirismo de Immanuel Kant, se sustenta la inclusión de experiencia profesional con base en la afirmación de que todo conocimiento comienza con la experiencia, y ninguno la precede. Lo anterior no demerita en ninguna medida el valor de la bibliografía analizada a lo largo de diferentes capítulos de este documento.

## **OBJETIVOS Y ALCANCES.**

Objetivo general:

1. Ilustrar y categorizar correctamente los costos de la no-calidad en empresas que sean proveedoras de productos o servicios en el ramo automotriz.

Objetivos específicos:

1. Definir un marco teórico referente a la categorización de costos, con especial énfasis en aquellos derivados de problemas de calidad en empresas que sean proveedoras de productos o servicios en el ramo automotriz.
2. Determinar un marco de referencia por medio de las normas que rigen actualmente a la industria automotriz, los residuos peligrosos, así como un análisis Pestel.
3. Aplicar la metodología documental en el análisis de resultados y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.
4. Elaborar un manual o documento que estandarice los costos de la no-calidad.

## **JUSTIFICACIÓN.**

Los grandes grupos de la industria automotriz se miden por sus ingresos. En el top 5, según Automotive News (2021), se encuentran:

1. Robert Bosch con un total de \$46.52 millones de USD.
2. Denso Corp con un total de \$41.13 millones de USD.
3. ZF Friedrichshafen con un total de \$33.40 millones de USD.
4. Magna Internacional con un total de \$32.65 millones de USD.
5. Aisin Corp con un total de \$31.94 millones de USD.

Todas estas empresas cuentan con sistemas de gestión de calidad muy completos, así como con equipos de Finanzas y Contraloría con mucha experiencia y preparación. De esto se deriva que tengan perfectamente definido en qué se gasta cada centavo dentro de sus plantas, segmentando o catalogando los costos para poder definir proyectos de ahorro. Dicho de manera coloquial, hay dos maneras de reducir los costos de manufactura: producir más piezas con los mismos recursos o producir el mismo número de piezas con menos recursos.

Lo que las pequeñas empresas pasan por alto en muchas ocasiones son los costos de no-calidad. Si bien tienen ubicados los cargos directos de sus OEM, muchas veces pasan por alto los expeditados, el *scrap* (piezas que se desechan por tener algún defecto), las tercerías, el tiempo extra, o muchos otros gastos “hormiga” que al final se terminan comiendo el margen de ganancia.

Una vez que sepamos obtener el costo total, y se pueda trabajar en un plan de reacción y prevención para la disminución del mismo, se justifica el trabajo de calcular y estandarizar estos montos.

## **CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO.**

Hace muchos años, la calidad en manufactura era un diferenciador reservado para las marcas de lujo o para ciertos sectores de la industria. Hoy tenemos un mundo globalizado con normas internacionales y estándares de calidad (se mencionan algunos ejemplos en el Capítulo II), aunado a una feroz competencia por participación de mercado, que demanda la calidad como requisito indispensable. Podríamos dudar del control de calidad en la máquina que posiciona las gomitas en las paletas payaso y su inexistente inspección al final de la línea, pero dejando las bromas a un lado podemos apreciar que los consumidores somos cada vez más

exigentes y las autoridades se preocupan por regular los aspectos que impactan nuestra seguridad y satisfacción.

Los altos ejecutivos de grandes empresas comprendieron que, además de impactar en su reputación y su capacidad de ganar nuevos proyectos con los clientes, la calidad es un tema que impacta directamente los costos de operación y el margen de ganancia. De ahí surgieron metodologías y estándares que revisaremos a lo largo de este documento, mismas que el personal operativo sigue ignorando ya sea por negligencia o desconocimiento.

### **Concepto de “Cost of Quality” o Costo de Calidad.**

Costo de calidad (COQ, por “*Cost Of Quality*”) es un concepto conocido desde hace ya muchos años. El Dr. Joseph M Juran inició este concepto en 1951 y la American Society for Quality estableció un comité de costos de calidad en 1961 (Ali, Arif, Khan y Hussain, 2012).

COQ es un concepto confuso, ya que no es muy claro si se refiere al costo para asegurar la calidad de los productos o al costo extra que viene de la no-calidad de los mismos. Crosby junta ambos costos, que incluyen la prevención y las fallas internas/externas, y agrega algunos que son desconocidos o ignorados por las empresas como la pérdida de reputación y la falta de satisfacción del usuario final (Ali *et al*, 2012).

Los COQ son generalmente más altos de lo que esperamos, y los factores que contribuyen se extienden más allá del piso de producción hasta los talleres de mantenimiento y las oficinas de recursos humanos. Estas contribuciones externas se pueden evitar, y existen sistemas especializados en esta tarea. El problema está en las estructuras departamentales que mantienen a la gente de diferentes áreas trabajando como unidades independientes, ya que se dificulta la consciencia de “la calidad es responsabilidad de todos” al pensar que el departamento de Calidad es el único interesado en reducir los costos de no-calidad (COPQ, por “*Cost Of Poor Quality*”) (Ali *et al*, 2012).



Para reducir los COPQ se deben definir prioridades y asignar recursos, en la medida que se identifiquen los principales contribuidores. La alta dirección debe estar involucrada en este proceso y debe transmitir ese sentido de pertenencia a toda la organización (Ali *et al*, 2012).

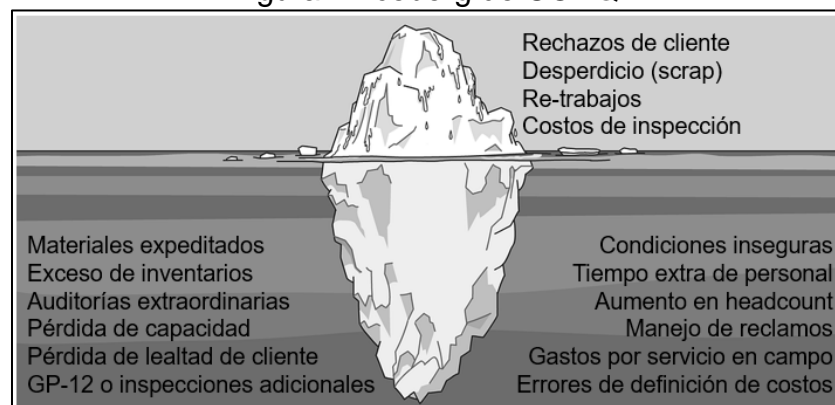
Ali define los COQ como la suma de todos los costos, incluyendo los de prevención y los de *Non Conformance* o *NC* (fallas en el producto), además de señalar que no existe suficiente literatura que abarque los COQ. Plantearon modelos diferentes a los de Crosby, enfocados en el PAF (*Prevention, Appraisal, and Failure* o Prevención, Evaluación y Falla) en lugar de únicamente a los costos de NC. También explica que los costos de prevención son aquellos que se producen como medida de precaución para evitar fallas y asegurar la calidad de cualquier producto, los de evaluación son aquellos que se derivan por ejemplo de la inspección de piezas antes de empacarlas y de las inspecciones que se le puedan hacer al proceso para garantizar la calidad, por último los costos de falla provienen de los reclamos internos y externos (las piezas terminadas o sub-ensambles que presentan una falla en las pruebas de desempeño o en el vehículo ensamblado). Estos últimos representan un costo elevado ya que los OEM pueden cobrar por minuto de paro en su línea de ensamble o incluso llegar a un *recall* (regresar vehículos para cambiar las piezas con defecto) que impacta con millones de dólares a la empresa responsable. La correcta ejecución de las medidas que generan los costos de prevención y evaluación se deriva en una disminución a los costos de falla, además de aumentar la confianza del cliente y la reputación de la empresa. Esto además de evitar pérdidas genera ganancias al obtener más negocio o la oportunidad de competir en nuevos proyectos. Dependiendo del detalle y profundidad que se le quiera dar a estos análisis, son las diferentes categorías que se pueden considerar. Esto lo veremos nuevamente más adelante (Ali *et al*, 2012).

Teli, Majali, Bhushi, y Surange (2012) definen de forma muy sencilla los COPQ, dicen que son todos los costos que desaparecerían si el proceso de manufactura fuera perfecto. Mencionan que todos en la industria sabemos que existen, pero no siempre podemos estar seguros de qué porción de las ganancias se ve afectada por estos costos. En una empresa con *Six Sigma* implementado el

porcentaje ronda el 20% y en una sin esta metodología puede ser hasta del 40%. Herramientas que veremos más adelante como el *SPC* (control estadístico del proceso) y *MSA* (análisis de sistemas de medición) pueden reducir estos porcentajes y con esto aumentar el margen de ganancia. Se tiene la idea de que Calidad como departamento existe en las organizaciones para ser policía de las áreas productivas y para apoyar al cliente cuando tenga algún problema, pero la verdad es que es un área que bien administrada representa mucho dinero en ahorros para la compañía. La estrategia es sencilla (en papel), atacar directamente todos los costos de falla para tratar de volverlos cero, invertir en los controles adecuados y reducir los costos de evaluación una vez que dichos controles sean robustos, pensando siempre en la mejora continua.

Se menciona en varias bibliografías el concepto del “Iceberg” de los COPQ, donde se trata el conocido fenómeno de poder observar únicamente lo que está en la superficie cuando el mayor ofensor se encuentra en la profundidad.

Figura 1. Iceberg de COPQ.



Fuente: Elaboración propia con datos de Teli *et al*, 2012.

### Modelos de medición de costos de calidad.

Se han generado distintos modelos para representar la relación de los costos de calidad y de esta forma tener una guía visual de cómo buscar la mejora continua.

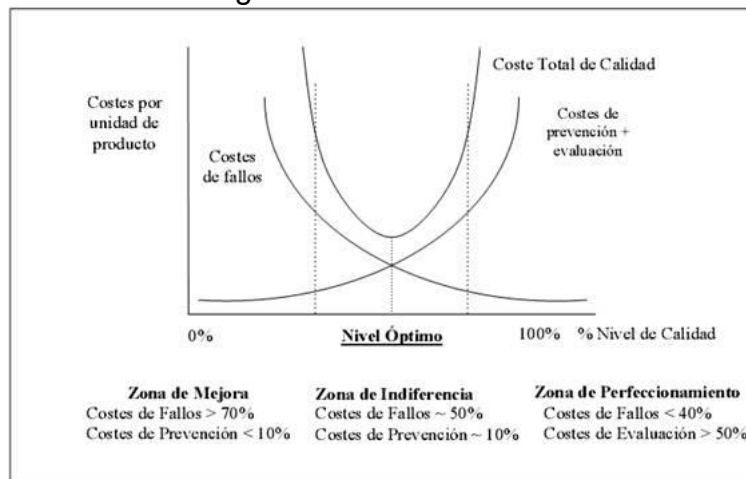
En el modelo clásico tenemos poca o nula optimización, ya que como su nombre lo indica es el de mayor antigüedad. Se observa un “nivel óptimo” cuando los costos de prevención y evaluación son iguales a los costos de fallos (internos +

externos). Si se desea aumentar el nivel de calidad entonces los costos de prevención y evaluación deben ser mayores, al mismo tiempo que disminuyen los costos de fallos (Teli *et al*, 2012).

Para graficar este modelo se toman como ejes el costo por pieza o el costo total de manufactura y el nivel de calidad contra especificación de cliente (dibujos, diseño). Las tres gráficas representan los diferentes costos en los que incurrimos (fallas externas + internas, prevención + evaluación, costo total de calidad) (Teli *et al*, 2012).

La gráfica del costo total de calidad entonces toma una forma de “U” como se observa en la siguiente figura:

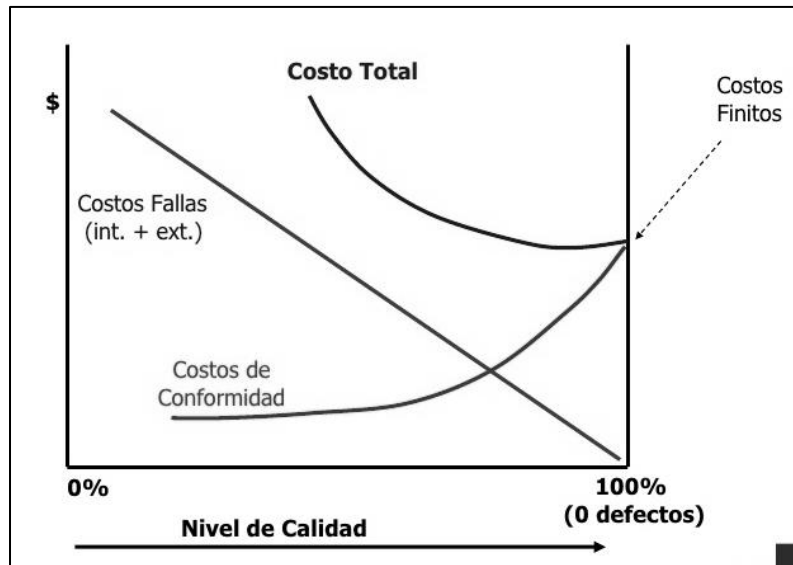
Figura 2. Modelo clásico.



Fuente: Teli *et al*, 2012

En el modelo optimizado, se observa una eficiencia elevada en términos de costo. Lo anterior es soportado por las nuevas tecnologías que nos permiten generar controles robustos para el proceso con un menor costo (Teli *et al*, 2012).

Figura 3. Modelo optimizado.



Fuente: Teli *et al*, 2012

El doctor Genichi Taguchi desarrolló un método que lleva su apellido, donde se combinan la ingeniería y los métodos estadísticos para lograr mejoras rápidas en costo y calidad optimizando el diseño del producto y el proceso de manufactura del mismo. Sus principios son sencillos, incluyendo que es posible mejorar la calidad sin incrementar los costos y que reducir la variación reduce automáticamente los costos de no-calidad (Teli *et al*, 2012).

Taguchi menciona cinco características de calidad que son deseadas:

- Nominal es mejor: hablando de dimensiones u otras características donde se desea poca variación.
- Menor es mejor: hablando de respuestas del producto como desgaste o encogimiento.
- Mayor es mejor: hablando de características de resistencia como fuerza de desgarre o tensión.
- Atributos: hablando de características como apariencia.
- Dinamismo: hablando de respuestas que cambian según la variable de entrada, como la temperatura de un motor.

En términos gráficos se observa algo como la siguiente figura, donde alejarse del valor esperado representa una pérdida en términos de costo.

Figura 4. Modelo de Taguchi.



Fuente: Teli *et al*, 2012

### "Six Sigma" y su metodología "DMAIC" para reducir los COPQ.

Una estrategia muy utilizada para reducir los COPQ es la metodología *DMAIC* que es parte de la herramienta de calidad conocida como *Six Sigma*.

Empecemos con Six Sigma. Se podría definir como un método organizado y sistemático para diseñar y mejorar procesos, que se basa en análisis estadísticos y en el método científico para hacer reducciones significativas en el número de defectos generados. Este sistema se relaciona ampliamente con la manufactura *lean* (esbelta) que se expone en capítulos siguientes, y su objetivo es buscar la satisfacción del cliente entregando calidad en menor tiempo. Six Sigma busca mejorar los procesos disminuyendo los defectos y enfocando los procesos en trabajo en equipo y la toma de decisiones basadas en datos (George, Rowlands y Kastle, 2007).

La diferencia principal entre *lean* y Six Sigma está en que el primero está más enfocado en la velocidad y el segundo en la calidad de los procesos. La herramienta Six Sigma analiza la variación de los procesos, por lo que su factor está directamente relacionado con el *yield* (piezas buenas). Un alto número de Six Sigma produce un *yield* alto, pero a medida que incrementa se vuelve más difícil mejorar un proceso. Un equipo con sigma 1 o 2 es sencillo de mejorar, mientras que uno

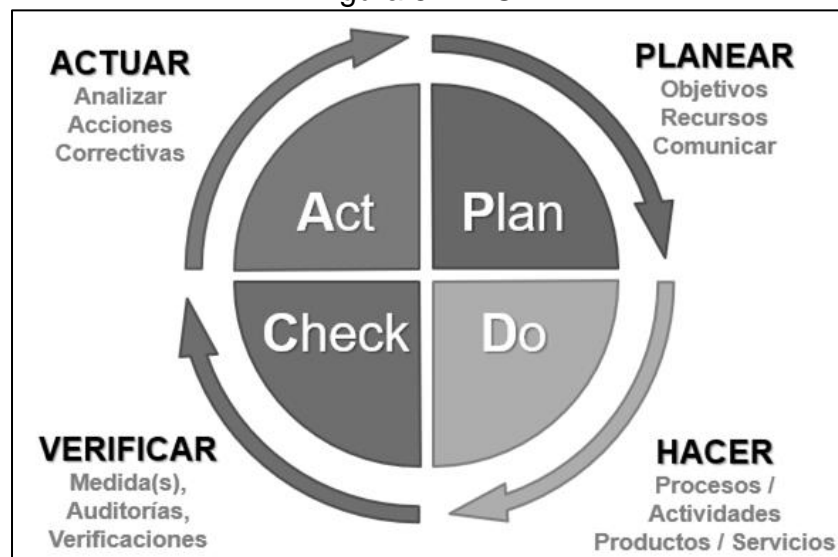
que trabaja de forma adecuada es difícil de mejorar (George, Rowlands y Kastle, 2007).

Existen diferentes posiciones en una compañía responsables de la implementación de proyectos Six Sigma:

- Champion – Personas de nivel ejecutivo responsables del manejo y enfoque de los esfuerzos.
- Black Belt – Personas que han recibido un entrenamiento de al menos 4 o 5 semanas en liderazgo y solución de problemas.
- Master Black Belt – Personas con un entrenamiento especializado en técnicas de solución de problemas.
- CEO – Persona que impulsa la implementación de Six Sigma en la compañía.
- Dueños de proceso – Personas que autorizan los cambios resultantes de la implementación de Six Sigma.
- Green Belt / Yellow Belt / White Belt – Personas que han recibido algún tipo de entrenamiento básico.

Como parte esencial de las herramientas de Six Sigma encontramos el *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*) que es muy similar a su predecesor *PDCA* (*Plan, Do, Check, Act*) (De Mast y Lokkerbol, 2012).

Figura 5. PDCA.

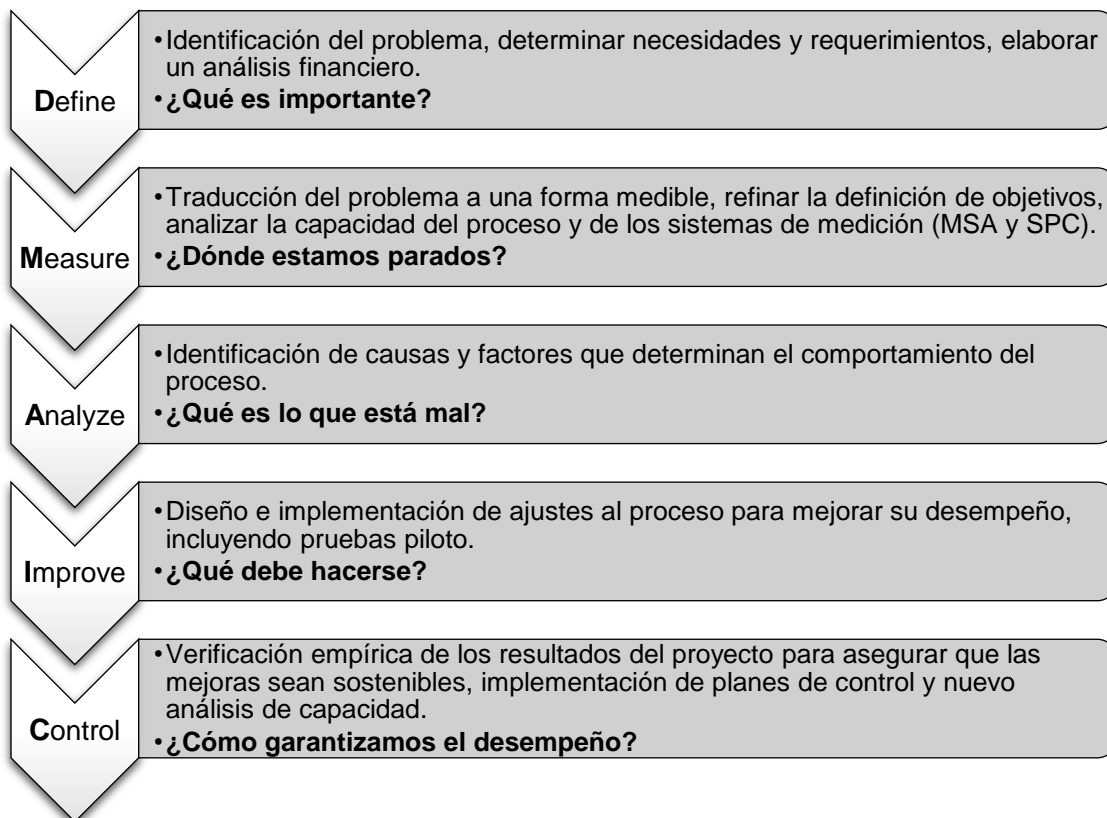


Fuente: Rodríguez, C (2019).

DMAIC es una forma de reducir la variación en los procesos, y se utiliza como estándar en la solución de problemas y proceso de mejora continua. El enfoque debe ser a prevenir los defectos en lugar de reaccionar ante ellos. Se deberá buscar el soporte de la alta gerencia y trabajar para hacer un cambio en la cultura organizacional. Es importante atacar los problemas que generan los costos más elevados al principio, para que el impacto sea significativo y se tenga la motivación de perseguir la mejora continua (Prashar, 2014).

Cada una de las letras se podría resumir de la siguiente forma:

Figura 6. Resumen de DMAIC.



Fuente: Elaboración propia con datos de De Mast y Lokkerbol, 2012.

**Elaboración de presupuestos para los proyectos de mejora.**

Una vez que se obtienen datos estadísticos y se plantean las estrategias de mejora, es conveniente que las empresas cuenten con un presupuesto de los COQ/COPQ. Esto es difícil de realizar, especialmente si la compañía no tiene ya un sistema que analice los costos. Generalmente los ejercicios fiscales de una empresa son de enero a diciembre y el primer paso es clasificar los costos como lo mencionamos anteriormente en PAF (Prevención, Evaluación y Falla). Una vez que tenemos este sencillo primer paso podemos continuar con las siguientes fases (Cebolla, 2014).

Se deben diseñar mecanismos de mejora, asistidos por las herramientas de Six Sigma anteriormente revisadas, que incidan sobre los problemas crónicos más significativos. Lo más conveniente es lanzar la mayor cantidad de proyectos de mejora posibles, aunque algunos terminen sin realizarse, en función de los recursos disponibles. Para cada uno de los proyectos que lleguen a etapas donde se requiera inversión, se debe ajustar en medida de lo posible el gasto y ordenarlos para dar prioridad a aquellos que generen un mayor ahorro anual con un costo estimado menor de implementación (Cebolla, 2014).

### **Manejo total de calidad y manufactura esbelta.**

*Total Quality Management* (TQM) y *Lean Manufacturing* (LM) son dos filosofías enfocadas en la optimización de procesos. TQM se refiere al manejo de la calidad en todas las etapas de la operación, y a monitorear el proceso de forma continua en busca de oportunidades de mejora (todo con un enfoque de satisfacción al cliente). LM es una práctica que considera cualquier gasto de recurso que no agregue valor al cliente como un desperdicio que se debe eliminar. El LM surge con el sistema de producción de Toyota (TPS) y como se mencionó anteriormente se enfoca en “hacer más con menos”. Menos personal operativo, menos desperdicio de materia prima, menos espacio de manufactura, menos inversión en herramental y equipo, menos ingeniería para el desarrollo del producto...todo esto sin dejar a un lado la calidad. La diferencia general radica en que LM tiene un enfoque de toda la cadena de valor mientras que TQM tienen un enfoque por proceso. Otra diferencia



importante es que TQM se enfoca en el aumento de productividad o eficiencia y LM en la disminución de actividades que no agregan valor (Anvari *et al*, 2011).

La palabra “calidad” en LM no recibe tanta atención como en TQM, ya que en papel el objetivo de LM es la producción *Just In Time* (JIT). Sin embargo en la práctica la reducción de material y espacio hace que los problemas sean más evidentes y podamos atacarlos con mayor facilidad utilizando las herramientas vistas en apartados anteriores. LM tiene más organizado el concepto de desperdicio o “muda”, por lo que podemos categorizar las áreas de oportunidad en sobreproducción, tiempo de espera, transporte innecesario, sobreproceso, sobreinventario, movimientos innecesarios, o defectos del producto. Cualquiera de estos 7 desperdicios es una fuente de material NC, por lo que su eliminación tiene un impacto directo en los COPQ (Anvari *et al*, 2011).

En la siguiente tabla se muestran las similitudes y diferencias entre TQM y LM:

Figura 7. Tabla comparativa TQM / LM

<b>Apartado</b>	<b>TQM</b>	<b>LM</b>
Origen	Japón	Japón
Enfoque	Calidad, Cliente	Eliminar desperdicios
Fundamentos	Basado en datos, empuje al empleado, enfoque a cliente y proveedores	Incrementar el valor agregado de las actividades y permitirle al cliente definir la cadena de valor
Resultados	Incrementar la satisfacción del cliente	Reducir el tiempo de entrega / tiempo ciclo
Efectos secundarios	Genera lealtad por parte del cliente y mejora el desempeño	Reduce inventarios, incrementa la productividad y la satisfacción del cliente
Riesgos	Las mejoras no siempre son tangibles, demanda muchos recursos	Causa congestión en la cadena de suministros

Fuente: Elaboración propia con datos de Anvari *et al*, 2011

Compilando entonces la información revisada hasta el momento, con filosofías como TQM o LM podemos identificar las áreas de oportunidad que tenemos en la organización, para después llevarlas a proyectos de Six Sigma usando la herramienta DMAIC, realizando el presupuesto para ver la relación costo-beneficio, y con eso atacar los principales COPQ.

La estandarización de los rubros en una tabla o archivo que pueda ser fácilmente utilizado como referencia en cualquier organización, es algo que revisaremos en el Capítulo III del presente documento.

## **CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL.**

### **Normas en la industria automotriz.**

No es posible considerar un marco contextual sin incluir las normas más importantes que rigen las operaciones de las empresas del sector automotriz. Sabemos que en México y otros países con economía similar, la industria automotriz es un pilar de la economía aportando empleos y recaudación fiscal. Su potencial es tan grande que representa uno de los sectores económicos más grandes del país, ayudado por su ubicación a un lado del mercado de consumo más grande a nivel mundial (Estados Unidos). Siendo entonces una industria tan importante, se entiende que esté regulada y que las normas se extiendan a todos los aspectos que le aquejan. Lo último incluye por supuesto los costos de calidad (Miranda, 2007).

Empecemos con la norma que rige los sistemas de gestión de calidad de todas las empresas del sector automotriz, la mínima condición para poder ser proveedor directo de los OEM, la guía y regla para una buena operación. Empecemos con la IATF 16949:2016.

Esta norma del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) automotriz define los requisitos del sistema para el diseño y desarrollo, la producción, el ensamble y el servicio postventa de los productos de la industria automotriz. La norma aplica a toda la cadena de suministro y establece que la organización debe asegurar la conformidad de todos los productos y procesos, incluyendo las piezas de servicio y procesos que son contratados externamente. Es aquí donde se empieza a relacionar con el tema de este documento.

La norma también exige que la alta dirección revise los procesos de realización del producto y los procesos de apoyo para mejorar su eficacia y eficiencia. Esto se relaciona con Six Sigma y LM, temas del capítulo anterior. Más

adelante detalla que la alta dirección debe asegurarse que las personas responsables de la conformidad con los requisitos del producto tengan la autoridad para detener la producción o algún envío con el fin de corregir problemas relacionados con la calidad, informando rápidamente a los responsables para que puedan tomar acción y contener los productos no conformes potenciales (AIAG, 2016).

En el apartado 6.1.2.2, se menciona que la organización debe determinar e implementar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a la severidad de las no conformidades potenciales, así como quedar documentadas en los documentos que apliquen (PFMEA, Plan de Control, Liberación de línea, Hojas de trabajo estándar, etc.) (AIAG, 2016).

El punto 7.1.5.1.1 describe los estudios estadísticos que se deben realizar para analizar la variación de los sistemas de medición que se identifican en el plan de control. Lo anterior se denomina *Measurement System Analysis* (MSA) y es un básico que solicitan todos los clientes de la industria automotriz para asegurar la confiabilidad de los controles. Se toman diferentes mediciones a diferentes muestras con diferentes operadores y se mide la repetibilidad y reproducibilidad de los resultados. Es posible que algún operador sea generador de variación o alguna pieza de las que están midiendo y eso se debe analizar (AIAG, 2016).

Toda la sección 7.5 habla de la información documentada, comenzando por la creación de un manual de calidad para la empresa. Este manual puede estar conformado por una serie de documentos como alcance, procesos, secuencias, requisitos de clientes, etc. Este apartado también incluye las especificaciones de ingeniería que sirven como guía para los criterios de aceptación de material productivo. No se debe aceptar o rechazar un material sin tener clara la especificación o el estándar bajo el que se está evaluando. De esta forma se evita caer en un sobre-rechazo que genere costos adicionales a la compañía (AIAG, 2016).

En el punto 8.5.2 se menciona un tema de vital importancia para el análisis de fallas provenientes de reclamos de cliente. La trazabilidad debe soportar la identificación en puntos claros de inicio y parada para los productos recibidos que puedan contener no conformidades relativas a la calidad y/o seguridad. La organización debe realizar un análisis de los requisitos de trazabilidad (reglamentarios) a fin de definir los métodos, procesos y sistemas apropiados para su producto, proceso y localidad. Esta trazabilidad debe permitir identificar el producto no conforme y segregarlo para evitar impactos mayores a los OEM (AIAG, 2016).

El apartado que se evalúa con mayor detenimiento es el 8.7 (Control de salidas no conformes) ya que de este depende en gran parte que los defectos generados en el proceso no lleguen al cliente final. Todos los productos que se encuentren sin identificación en la planta deberán ser tratados también como material no conforme. El producto no conforme tiene siempre 4 opciones de salida:

- Reproceso – Cuando el material vuelve a pasar por la línea en la que originalmente se procesó, o después de un desensamble.
- Reparación – Cuando se altera algún componente o sub-ensamble con herramienta externa a la línea de producción.
- Usar como está – El material se envía a cliente en la condición con defecto, sin tener un manejo adicional.
- Scrap – El material se desecha y/o se destruye.

Se menciona que cuando la organización desea procesar o enviar material que incumple con algún requisito de cliente, se debe obtener una concesión o permiso de desviación para “usarse como está” y que se debe especificar el tiempo y la cantidad de piezas que ampara dicha desviación (AIAG, 2016).

Todos los apartados hasta ahora revisados están relacionados con la administración de los COPQ, pero en los puntos 9.1.2 y 9.1.3 se habla de la satisfacción del cliente. Si bien el presente documento pretende ahondar en la medición de costos, la prioridad para una empresa del sector automotriz siempre es la satisfacción del cliente. Herramientas que se revisaron en el capítulo anterior

como Six Sigma y Lean Manufacturing establecen que el orden de prioridades de una empresa debe ser SQDC (*Safety, Quality, Delivery, Cost*). Esto quiere decir que lo más importante es la seguridad de los empleados y del cliente, después la calidad de la manufactura y el servicio, entregar lo que se requiere, en la cantidad que se requiere, en el tiempo que se requiere, y al final...los costos y programas de ahorro. Es por ello que este trabajo hace énfasis en los costos de no-calidad, siendo un factor de prioridad para la visión de negocio de la empresa y también siendo prioridad número dos en el esquema SQDC.

Regresando a los apartados 9.1.2 y 9.1.3, se hace mención que se debe realizar el seguimiento de la satisfacción del cliente con la organización mediante la evaluación de los KPI (*Key Performance Indicator*) para asegurar el cumplimiento de las especificaciones del producto. Estos KPI deben incluir el desempeño de la calidad de las piezas entregadas, las devoluciones de mercado, las garantías, el desempeño del programa de entregas (incluyendo fletes extraordinarios), notificaciones de cliente relativas a problemas de calidad o entregas, entre otros. Se menciona también que las tendencias en calidad y desempeño organizacional deben compararse con el progreso realizado hacia los objetivos y conducir a la acción para mejorar la satisfacción de cliente. En pocas palabras, solucionar los problemas que reporta el cliente y buscar la mejora continua (AIAG, 2016).

Por último, en el inciso 10.2 se menciona que la organización debe contar con un proceso documentado de solución de problemas, incluyendo la contención, el análisis de causa raíz, la implementación de acciones correctivas y la actualización de la información documentada. Todo esto es parte de la herramienta de 8D, de la que no se menciona detalle en este documento. La norma pide también un proceso documentado para determinar el uso de metodologías a prueba de error (*Poka-Yoke*) que incluya la simulación de falla y el uso de piezas maestras correctamente identificadas, controladas, verificadas y calibradas si se requiere. Se menciona también que si los productos que se ofrecen cuentan con garantía (la gran mayoría de los Tier 1 ofrecen garantía por sus productos), la organización debe implementar un proceso de gestión de garantías. Al final se exige la realización de

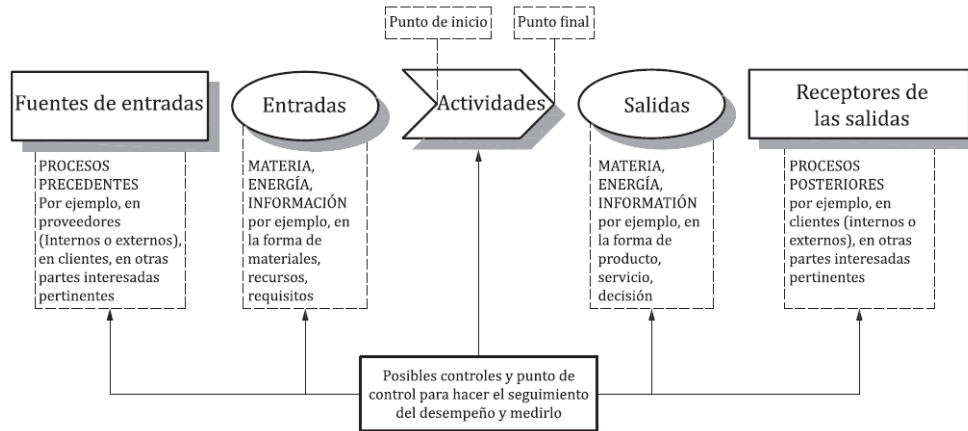
análisis para quejas de cliente y fallas en el mercado, incluida cualquier pieza rechazada (AIAG, 2016).

Otra norma importante que rige no solo a la industria automotriz, sino a todas las industrias que desean certificarse con un sistema de gestión de calidad, es la ISO 9001:2015 (ISO, 2015).

La norma describe la adopción de un sistema de gestión de la calidad como una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible. Se enlistan beneficios obtenibles como la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables; facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente; abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos; y la capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados. Esta Norma Internacional emplea el enfoque a procesos, que incorpora el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA) y el pensamiento basado en riesgos (ISO, 2015).

El enfoque a procesos permite a una organización planificar sus procesos y sus interacciones. El ciclo PDCA permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia. El pensamiento basado en riesgos permite a una organización determinar los factores que podrían causar que sus procesos y su sistema de gestión de la calidad se desvíen de los resultados planificados, para poner en marcha controles preventivos para minimizar los efectos negativos y maximizar el uso de las oportunidades a medida que surjan (ISO, 2015).

Figura 8. Representación esquemática de los elementos de un proceso



Fuente: ISO 9001:2015

El cumplimiento permanente de los requisitos y la consideración constante de las necesidades y expectativas futuras, representa un desafío para las organizaciones en un entorno cada vez más dinámico y complejo. Para lograr estos objetivos, la organización podría considerar necesario adoptar diversas formas de mejora además de la corrección y la mejora continua, tales como el cambio abrupto, la innovación y la reorganización (ISO, 2015).

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, y aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables (ISO, 2015).

Los puntos de esta norma son esencialmente los mismos que los de IATF 16949:2016, aunque al ser aplicables a cualquier industria fuera del ramo automotriz tienen algunas pautas un tanto más genéricas. Por ejemplo, en el punto 4.4.1 se habla de la gestión de procesos (cualesquiera que estos sean) mencionando que la organización debe determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización, y debe: determinar las entradas requeridas y las salidas esperadas de estos procesos; determinar la secuencia e interacción de estos procesos; determinar y aplicar los criterios y los

métodos (incluyendo el seguimiento, las mediciones y los indicadores del desempeño relacionados) necesarios para asegurarse de la operación eficaz y el control de estos procesos; determinar los recursos necesarios para estos procesos y asegurarse de su disponibilidad; asignar las responsabilidades y autoridades para estos procesos; abordar los riesgos y oportunidades determinados de acuerdo con los requisitos del apartado 6.1; evaluar estos procesos e implementar cualquier cambio necesario para asegurarse de que estos procesos logran los resultados previstos; y mejorar los procesos y el sistema de gestión de la calidad (ISO, 2015).

En el punto 5.1.2 (enfoque al cliente) se menciona que la alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al enfoque al cliente asegurándose de que: se determinan, se comprenden y se cumplen regularmente los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables; se determinan y se consideran los riesgos y oportunidades que pueden afectar a la conformidad de los productos y servicios y a la capacidad de aumentar la satisfacción del cliente; y se mantiene el enfoque en el aumento de la satisfacción del cliente (ISO, 2015).

El punto 5.2.1 explica cómo se debe establecer la política de calidad, haciendo responsable a la alta dirección de establecer, implementar y mantener una política de la calidad que sea apropiada al propósito y contexto de la organización y apoye su dirección estratégica; proporcione un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad; incluya un compromiso de cumplir los requisitos aplicables; e incluya un compromiso de mejora continua del sistema de gestión de la calidad. En el punto siguiente (5.2.2) establece que la política de calidad debe estar disponible y mantenerse como información documentada; debe comunicarse, entenderse y aplicarse dentro de la organización; y debe estar disponible para las partes interesadas pertinentes, según corresponda (ISO, 2015).

Entrando en materia de producto no conforme, el punto 8.7.1 resalta que la organización debe asegurarse de que las salidas que no sean conformes con sus requisitos se identifican y se controlan para prevenir su uso o entrega no intencionada. La organización debe tomar las acciones adecuadas basándose en la naturaleza de la no conformidad y en su efecto sobre la conformidad de los



productos y servicios. Esto se debe aplicar también a los productos y servicios no conformes detectados después de la entrega de los productos, durante o después de la provisión de los servicios. La organización debe tratar las salidas no conformes de una o más de las siguientes maneras: corrección; separación, contención, devolución o suspensión de provisión de productos y servicios; información al cliente; u obtención de autorización para su aceptación bajo concesión. Esto último tiene relación con el punto 8.7 de la IATF 16949:2016 (ISO, 2015).

En cuanto a satisfacción del cliente, la norma refiere en el punto 9.1.2 que la organización debe realizar el seguimiento de las percepciones de los clientes del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas. La organización debe determinar los métodos para obtener, realizar el seguimiento y revisar esta información (ISO, 2015).

Con el objetivo de buscar la mejora continua, el punto 9.2.2 habla de auditorías internas. Se solicita a la organización que planifique, establezca, implemente y mantenga uno o varios programas de auditoría que incluyan la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y la elaboración de informes, que deben tener en consideración la importancia de los procesos involucrados, los cambios que afecten a la organización y los resultados de las auditorías previas. Los resultados de las auditorías deben informarse a la dirección pertinente para así realizar las correcciones y tomar las acciones correctivas adecuadas sin demora injustificada (ISO, 2015).

Por último se explora la norma VDA, en su volumen 6, parte 3 (mejor conocida como VDA 6.3).

El punto P6.2.5 menciona la separación e identificación de material no conforme, estableciendo que se debe retirar de forma segura del producto a embarcar. Menciona que los contenedores y las áreas de cuarentena deben estar identificadas y claramente reconocibles, y que las piezas de referencia y de *setup* deben estar igualmente identificadas y disponibles para consulta de los operadores. Relacionado al mismo tema, el punto P6.2.6 abarca la implementación de Poka-Yokes para asegurar que no exista mezcla de material en los diferentes procesos

de producción, mismos que deben estar correctamente documentados en el AMEF y Plan de Control (VDA, 2010).

El punto P7.1 abarca la satisfacción de cliente y el cumplimiento a los requisitos específicos, el P7.4 habla de las desviaciones a los procesos documentados, el P7.5 ahonda en el proceso de análisis de piezas con defecto y el P7.6 cuestiona la calificación de los operadores para realizar las actividades (VDA, 2010).

Como se menciona anteriormente, cualquier norma enfocada en un sistema de gestión de calidad contiene los elementos necesarios para asegurar la satisfacción del cliente y empujar a las organizaciones a la estandarización y la mejora continua. Sin importar el organismo que se encargue de la redacción y publicación de las mismas, todas estas normas protegen a las empresas y a los consumidores.

### **Los residuos peligrosos en México.**

Al hablar de costos de no-calidad, una gran parte corresponde a material que se desecha. Es por eso que es importante abordar el tema de los residuos peligrosos en México como parte del marco contextual de este escrito. El 90% de los residuos peligrosos se manejan de forma inadecuada en México, contaminando ríos, cañadas, desiertos, e incluso el océano. Todo esto tiene efectos negativos en el medio ambiente y en la salud de las comunidades que son afectadas por este manejo incorrecto (Díaz, 1996).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define como peligroso a todo aquel residuo, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representa un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente (Díaz, 1996).

Considerando la descripción anterior cualquier sustancia podría considerarse como peligrosa, ya que todo aquello que se desecha puede representar un peligro al medio ambiente. Sin embargo, la ley da mayor peso a los factores de infección y

toxicidad por ser los que impactan directamente en la salud de la población. En México la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) es el organismo que norma, analiza y dictamina en materia de residuos peligrosos, mientras que la Secretaría de Salud (SSA) tiene un rol secundario. Es por esto que existe deficiencia en la atención a sitios contaminados con residuos peligrosos, los cuales como se mencionó impactan de forma importante en la salud ambiental (Díaz, 1996).

Es de conocimiento general que en México no se le da prioridad a estos temas, ya que la derrama económica pareciera ser más importante que los estragos que las empresas extranjeras o nacionales pudieran causar en las comunidades que las albergan. Esto aunado al pobre desarrollo tecnológico y científico en el país ahuyenta a los pocos grupos de investigación que se dedican a esta materia. En Estados Unidos y Canadá existen grupos pertenecientes a los sectores de la salud y del ambiente que colaboran bajo una coordinación nacional, actuando como agentes de cambio ante la evidente crisis ambiental de los últimos años (Díaz, 1996).

Según cifras oficiales, la producción de residuos peligrosos en México ha ido en aumento. En 1986 se estimaba una producción anual de 2.7 millones de toneladas. En 1990 se llegó a 5.6 millones de toneladas y para 1995 se calcula una generación de entre 7 y 7.5 millones de toneladas anuales. Cabe destacar que aun con los datos oficiales se ha establecido que en 10 años se ha triplicado la producción de dichos residuos, pero que en el mismo periodo no se ha incrementado la capacidad instalada para su manejo adecuado. No resulta extraño entonces lo mencionado en el primer párrafo de este capítulo, que 90% de los residuos peligrosos en México no reciben un adecuado tratamiento (Díaz, 1996).

¿Qué pasa entonces con ese 90%? ¿Dónde está? ¿Cuál es su impacto? Solo hace falta encender la televisión o la radio para enterarse por medio de noticias locales o nacionales. Los residuos terminan en mares y ríos, en lotes baldíos, en desiertos, en minas abandonadas, o incluso en poblaciones donde por ignorancia

son utilizados como materiales de construcción (pavimentación de calles en el Estado de México o construcción de casas en el altiplano potosino) (Díaz, 1996).

Son muchos los efectos negativos que estos residuos pueden tener en la salud de la población, pero los que más preocupación social generan son el cáncer y las malformaciones congénitas. En Estados Unidos un estudio reveló casos de cáncer de pulmón, esófago, estómago, intestino, recto, mama y piel en sitios contaminados con residuos peligrosos. Hablando de malformaciones, se sabe que la etapa fetal es una de las más susceptibles al efecto nocivo de materiales tóxicos, por lo que se han realizado numerosos estudios para asociar las malformaciones congénitas con los residuos peligrosos. De acuerdo con la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos (ATSDR), en Iowa se demostró un incremento de malformaciones orales, cardíacas y urogenitales en municipios con sitios contaminados; en Nueva Jersey, los defectos orales se asociaron a los cloroetilenos y al tetracloruro de carbono, mientras que los cardíacos se asociaron a los cloroetanos y clorometanos; y en el estado de Nueva York se notificó un incremento del 12% en cuanto a las posibilidades de tener un hijo con malformaciones por vivir cerca de un sitio contaminado con residuos peligrosos (Díaz, 1996).

En México, lamentablemente, no se cuenta con estudios similares a los presentados en el párrafo anterior. Se tienen algunos relacionados al uso de plomo, arsénico, plaguicidas y flúor, pero abordan el tema de forma superficial y no se les da la exposición que merecen. La preocupación entonces aumenta al contar con evidencia de anomalías en la disposición de residuos en ecosistemas de México pero no contar con programas para evaluar los riesgos y el impacto que se genera en la salud de la población (Díaz, 1996).

Existen tres alternativas principales para el manejo de residuos peligrosos:

1. Minimización: Evidentemente la mejor manera a los problemas de contaminación es no generar residuos peligrosos. Esto además reduce los costos por manejo o limpieza y los de responsabilidad legal. Para

implementar proyectos de minimización se pueden emplear herramientas ya mencionadas como Lean Manufacturing o Six Sigma.

2. Incineración: Es la alternativa más popular para la destrucción definitiva de residuos. Se debe asegurar que además del confinamiento de cenizas, se cuente con tecnología que neutralice los gases y partículas tóxicas que pudieran emanar a la atmósfera.
3. Confinación: Consiste en el depósito de residuos sólidos o lodos solidificados en celdas de alta seguridad. Esta medida debe clasificarse como temporal ya que con el paso del tiempo aumenta el riesgo de fugas.

En resumen, es importante crear consciencia para la disminución de residuos peligrosos e invertir en desarrollo y tecnología para mejorar las técnicas de incineración y confinamiento. Si los temas de contaminación atmosférica o del agua han llamado la atención de grupos científicos y ecológicos, de la misma manera deberían hacerlo los residuos peligrosos. Los pilares para un programa de esta naturaleza serían la tecnología, la salud y la atención social. No se olvida que nuestro país tiene múltiples necesidades en muchos frentes, pero este debería sin lugar a dudas incluirse como prioridad para la presente y las próximas administraciones (Díaz, 1996).

### **Análisis PESTEL de la No-Calidad.**

Saber si un proyecto será exitoso o no, es el sueño de cualquier directivo de empresa. Sin embargo, tener la certeza de ello es bastante difícil, y es allí donde han cobrado importancia los análisis basados en matrices como el FODA y el PESTEL, que si bien no son infalibles nos pueden ayudar bastante a “aumentar la certeza” de saber si nuestra idea, estrategia, negocio o empresa tendrá éxito, pues ayudan a evaluar el macro ambiente de la organización así como sus aspectos internos. PESTEL, como sus siglas lo indican, evalúa seis aspectos estratégicos: Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales. Nos ayuda a comprender el crecimiento o declive de un mercado mediante el análisis de factores externos (Thompson y Strickland, 2014).

Los cuadrantes del PESTEL varían en su significancia, dependiendo del tipo de empresa. Por ejemplo, los factores sociales son más importantes para una empresa de consumo masivo o para una empresa B2B ubicada en la cadena de suministro muy cercana al consumidor. Los factores políticos, por otro lado, serían más relevantes para un proveedor global de municiones o los factores ecológicos para un fabricante de aerosoles.

Realizar un análisis de esta naturaleza para un proceso como el de control de costos no es una práctica común para las empresas del sector automotriz, o para las empresas de cualquier otro ramo. Como se menciona en párrafos anteriores esta herramienta tiende a ser utilizada para el análisis de mercados, por abarcar diferentes frentes de estudio, pero en el caso particular de este documento sirve como una vista panorámica de factores que de otra forma serían omitidos en un marco contextual.

La siguiente figura muestra un concentrado del análisis, y posterior a ella se detallan los diferentes aspectos que la componen.

Figura 9. Análisis PESTEL

FACTOR	ASPECTO	TIEMPO DE IMPACTO			TIPO DE IMPACTO		
		CORTO	MEDIO	LARGO	+	-	INDIF
POLITICO	Importancia de la industria automotriz en México	X			X		
	Desabasto de componentes electrónicos y resinas	X			X		
	Regulaciones nacionales e internacionales	X				X	
ECONÓMICO	Impuestos a importaciones y exportaciones	X				X	
	Inversión de infraestructura y desarrollo			X	X		
	Inversión en capacitación y rotación de personal	X			X		
SOCIAL	Cultura de la fuerza laboral mexicana		X		X		
	Nuevos estilos de vida			X	X		
	Cultura empresarial del sector automotriz	X			X		
TECNOLÓGICO	Avances en tecnologías de manufactura			X	X		
	Software para control de gastos e inventarios	X			X		
	Oportunidades de innovación			X		X	
	Literatura disponible	X			X		
ECOLÓGICO	Prácticas de disposición ilegal de residuos		X		X		
	Eficiencia de recursos en procesos de manufactura		X		X		
	Recursos naturales limitados para algunos productos		X			X	
LEGAL	Normas oficiales mexicanas	X				X	
	Acción legal contra la empresa		X		X		

Fuente: Elaboración propia

Primero se encuentra el factor político. En este factor encontramos los cambios que se producen en políticas gubernamentales, el impacto que tienen las políticas monetarias y fiscales, los tratados de comercio entre naciones, entre otros aspectos. Este factor es especialmente importante para la industria automotriz en México ya que una buena parte de los componentes que se fabrican están destinados a ser exportados a otros países (Perera, 2017).

Dentro de este factor se colocaron 3 aspectos principales:

- Importancia de la industria automotriz en México
  - Es bien sabido que la industria automotriz, junto con la alimenticia, la petroquímica, la farmacéutica, la metalúrgica y la textil, es una de las más importantes en México. Al visitar cualquier parque industrial se puede observar que las industrias antes mencionadas ocupan la mayor parte de la superficie y revisar las listas de empresas más importantes permite comprobar que se encuentran siempre en el top 10. En el listado de las 500 empresas más importantes de México para 2020 (por nivel de ventas), se encuentra General Motors en lugar 6, FCA en lugar 7, Nissan en el 9, VW en el 13, Honda en el 21, Ford en 25, Toyota en 28, KIA en

32, Continental en 46, etc. Ser entonces una industria de suma importancia trae consigo privilegios políticos y fiscales, pero de igual forma conlleva una serie de responsabilidades.

- Desabasto de componentes electrónicos y resinas
  - Derivado de la pandemia de Covid-19, los hogares de todo el mundo han desarrollado la necesidad de más de una computadora o tablet. Los niños deben tomar clases en línea y los padres deben asistir a juntas por Zoom, todo al mismo tiempo. La alta demanda contra las restricciones de las plantas de producción de componentes electrónicos genera un desabasto global que se pronostica dure hasta mediados o finales de este año. Los OEM están conscientes de estos problemas y han solicitado a los Tier 1 planes de contingencia. Se han visto pocos paros de planta, pero la situación ha empeorado en el mes de abril y posiblemente se mantenga para mayo de este año (2021).
- Regulaciones nacionales e internacionales
  - Como se mencionó en el primer punto de este factor, ser parte de una industria tan importante como lo es la automotriz da facilidades en cuanto a regulaciones. Sin embargo se tienen requerimientos ambientales, financieros, fiscales, operativos, legales, logísticos, y muchos más que se deben de cumplir para poder mantener las certificaciones y asegurar la continuidad del negocio.

El factor económico es crítico para el éxito de cualquier compañía, ya que la finalidad de las empresas es generar ganancias. Cuando los aspectos de este factor son favorables, se asegura la continuidad del negocio y la posible atracción de nuevos inversionistas (Perera, 2017).

Existen 3 aspectos que impactan de manera económica a las empresas y a los costos que se generan con la falta de calidad en sus procesos:

- Impuestos a importaciones y exportaciones



- Al adquirir materia prima proveniente de otros países, se debe cubrir un gasto de importación así como cuotas de aduanas e impuestos. De la misma forma, cuando el producto terminado que se manufactura en las empresas es exportado a otro país, se deben cubrir montos similares. El caso particular de los Tier 1 contiene una desventaja característica. Los proveedores de materias primas tienen condiciones estrictas para la venta y los OEM las tienen para la compra. Se dice en términos coloquiales que los Tier 1 compran haciendo un “*pull*” (jalan el material de los proveedores) y venden haciendo “*push*” (empujan sus productos a los OEM). Cuando se refiere entonces a gastos de importación y exportación, es común que se absorban todos para asegurar el material y las ventas.
- Inversión de infraestructura y desarrollo
  - Es indispensable para las empresas con deseo de permanecer a la vanguardia el hacer inversiones en infraestructura y desarrollo. Los espacios físicos donde se producen los bienes a comerciar son igualmente importantes a las tecnologías que se desarrollen o adquieran para eficientar los procesos y mejorar la calidad de los productos.
- Inversión en capacitación y rotación de personal
  - En los últimos años se ha acuñado el término del salario “emocional” que se otorga a colaboradores o empleados. La globalización en la que vivimos da pie a una fácil relocalización de los mejores talentos en empresas alrededor del mundo. El salario emocional incluye las condiciones de trabajo y la capacitación, rubros muy importantes que evitan la fuga de cerebros en una compañía o la rotación de su personal operativo. Dicho de otra forma, resulta más conveniente realizar una inversión en buenos programas de capacitación y proporcionar un excelente ambiente laboral que gastar de forma regular en volver a capacitar al reemplazo de la persona que acaba de renunciar.

El factor social parece ser intangible y por lo tanto es difícil medir el éxito o las afectaciones de sus diferentes aspectos. Es la representación del corazón de la compañía, o de la percepción de los clientes. Cuando una compañía afianza sus

valores culturales, y estos se adaptan a los cambios positivos, el personal se mantiene motivado y se “pone la camiseta” para lograr los objetivos (Perera, 2017).

En este factor se enlistan los siguientes aspectos:

- Cultura de la fuerza laboral mexicana
  - Si bien las prácticas de manufactura son estándar alrededor del mundo, se debe siempre considerar la cultura de cada país donde se instala una planta de producción. Al “tropicalizar” los procesos es importante tener en cuenta que el mexicano es ocurrente y creativo, por lo que busca y encuentra soluciones prácticas aunque estén fuera del manual, pero también es flojo y necesita una gratificación constante para mantenerse motivado. Las posiciones directivas de las grandes empresas entienden estos conceptos y buscan siempre la manera de obtener los mejores resultados de sus diferentes equipos de trabajo. Aunque en una compañía con capital alemán se coloque a un directivo alemán, deberá familiarizarse con la cultura mexicana y adaptar su estilo de liderazgo para lograr los objetivos.
- Nuevos estilos de vida
  - Este aspecto se detalla de mejor manera en el factor tecnológico, sin embargo es importante mencionar en el entorno social que existe una tendencia acelerada al cambio. Los consumidores y las tecnologías cambian de un año a otro, o incluso mes a mes, y es indispensable que las empresas estén preparadas con una orientación al cambio y a la mejora continua de sus procesos y productos.
- Cultura empresarial del sector automotriz
  - Al contratar personal para una empresa automotriz se debe buscar el perfil de alguien orientado a resultados, a la mejora continua, alguien que destaque en un ambiente de presión y de tiempos de entrega inamovibles. Si bien la cartera de profesionistas en nuestro país es amplia y valiosa, no cualquier persona puede desempeñarse en el ramo automotriz. Las exigencias de los organismos internacionales, los altos costos por falla y

los riesgos a la seguridad del usuario generan un ambiente laboral único que pocos sabrán disfrutar y en el que sólo algunos podrán destacar.

El factor tecnológico es de suma importancia en el sector automotriz, ya que la tecnología se ha vuelto vital para el desempeño de actividades y el internet es prácticamente esencial en la operación diaria de las empresas. La tecnología está presente en toda la cadena de valor y es sin lugar a dudas la clave para la optimización de recursos en cualquier compañía. Existe una frase popular que dice “trabaja más inteligente, no más duro” y este factor es en definitiva el reflejo de ese pensamiento (Perera, 2017).

Siendo este uno de los factores más relevantes para el tema de estudio, encontramos los siguientes aspectos centrales:

- Avances en tecnologías de manufactura
  - Hablando de la industria automotriz, los procesos manuales se reservan para piezas de lujo que carecen de elementos de seguridad como emblemas y asientos. Rolls-Royce, por ejemplo, conserva al mismo artista para labrar a mano los emblemas en sus llaves de piel y cristal desde hace varias décadas. Dejando a un lado estos ejemplos particulares y concentrando el enfoque en las marcas generalistas que buscan vender volumen, debe existir un balance entre costos y tecnología. Se busca que los Tier 1 cuenten con controles robustos y esto se logra a partir de estaciones de inspección automáticas, de sensores, de robots con precisión micrométrica; tecnología que sea de vanguardia y que no eleve los costos de manufactura al grado de dejar de ser rentables. Es por esto que los avances son de suma importancia, ya que en la medida que una tecnología se vuelve común, se perfecciona su funcionamiento y se vuelve costeable. Los avances que se presentan año con año en las ferias de innovación se reservan para las partes de lujo como el motor de un Bugatti, hasta que varios años después se terminan incorporando en los rines de un Hyundai. Es por eso que las empresas deben evaluar cuidadosamente el balance tecnología-costos, ya que no se

trata de comprar la máquina más nueva sino de seleccionar de forma inteligente aquellos avances que se pueden adaptar a sus procesos.

- Software para control de gastos e inventarios
  - Una empresa que no controla el dinero está destinada al fracaso. La tecnología nos permite ser eficientes en este aspecto y de la misma forma conectar con los clientes a través de portales y sistemas de compra-venta. Las órdenes de compra o “*releases*” se envían ahora a través de sistemas *EDI* (*electronic data interchange*, o intercambio electrónico de datos) que se traducen de forma casi automática en órdenes de trabajo para el piso de producción. Estas tecnologías ya no son un lujo, sino un requisito para poder formar parte de la cartera de proveedores de las OEM.
- Oportunidades de innovación
  - Los “usuarios finales”, como se les llama a los clientes de vehículos en la industria automotriz, buscan constantemente a las marcas que les ofrecen más innovación por su dinero. Es por esto que existen un sinnúmero de oportunidades para desarrollar en áreas como la conducción autónoma, la seguridad activa, la electrificación de vehículos, el consumo eficiente y los *HMI* (*human-machine interface*). En el mismo sentido que las tecnologías de manufactura, se busca que la innovación en un vehículo esté acompañada de un costo razonable para el usuario.
- Literatura disponible
  - Se habla de la “era de la información” cuando podemos acceder de forma rápida, e incluso a veces gratuita, a una biblioteca digital con contenido de cualquier tema. No es la excepción con la industria automotriz, en la que se tienen artículos sobre filosofías de manufactura como la de Toyota o industrialización y producción a escala de Henry Ford. Si bien existen los secretos industriales, personajes como Elon Musk (fundador de Tesla) comparten con su competencia las mejores prácticas en beneficio de los consumidores. Se dejó atrás la época de la guerra fría donde la información clasificada es poder y se desarrolló una cultura de diversificación y diferenciación de marca para apelar a los gustos de

diferentes sectores de la población. El mercado es ahora tan grande que ninguna marca podría aspirar a acapararlo por completo. No existe tecnología que sea única ni proveedor que sea exclusivo de un único OEM.

Dentro del factor ambiental se encuentran todas aquellas consideraciones que tienen un impacto ecológico en las comunidades donde se desempeña la actividad empresarial. Normalmente se enlistan los mecanismos de manejo de residuos, las innovaciones amigables al ambiente, y el uso eficiente de energías y recursos (Perera, 2017).

Aunque el tema de residuos en México se ha explicado a profundidad en el anterior apartado de este capítulo, se consideran los siguientes aspectos:

- Prácticas de disposición ilegal de residuos
  - Se ahonda en este tema en el título anterior de “Los residuos peligrosos en México”. Es sin duda el aspecto principal que ocupa a líderes de opinión y activistas en el mundo, y uno que ninguna empresa deberá subestimar o perder de vista.
- Eficiencia de recursos en procesos de manufactura
  - Ya sea por regulaciones de organismos enfocados al cuidado del medio ambiente, o por conciencia social, es de vital importancia considerar la eficiencia de los recursos en los procesos de manufactura. Incorporando el impacto económico, una pequeña fuga de aire en una línea se traduce en gasto monetario en luz eléctrica, además de la quema de combustibles para generar dicha electricidad que produce gases contaminantes. Es por eso que la innovación y la eficiencia van siempre de la mano. Una máquina con tecnología reciente será siempre orientada en la reducción de recursos, incluso en las tecnologías del hogar donde las lavadoras consumen menos agua o las secadoras menos gas.
- Recursos naturales limitados para algunos productos
  - Aspecto relacionado directamente con el desabasto de componentes y resinas en la industria, y con el uso eficiente de recursos mencionado en

el párrafo anterior. Dejando de romantizar el cuidado al medio ambiente, es innegable que los recursos no renovables tienen una magnitud finita.

Por último, el factor legal es similar al político aunque se enfoca en normas, reglas y guías, y desemboca en consecuencias legales para el apoderado o representante de la compañía. El factor legal también asegura que la empresa se dirija con ética, y que los competidores del mismo sector se encuentren en igualdad de circunstancias al menos en un marco normativo (Perera, 2017).

En este factor se consideran:

- Normas oficiales mexicanas
  - “Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.” (Secretaría de Salud, 2015).
- Acción legal contra la empresa
  - Formar parte del gremio automotriz trae consigo buenas utilidades para cualquier empresa, pero de la misma manera involucra un alto riesgo para los representantes legales de las mismas. La responsabilidad legal de accidentes con pérdidas humanas provenientes de negligencia en los procesos de manufactura de las autopartes, o la falsificación de datos como la generación de gases (caso del grupo VW) conllevan acción legal contra aquellos responsables o en puestos de representación. Se debe ser especialmente cuidadoso en un sector tan vigilado y con consecuencias potencialmente fatales para los clientes y el medio ambiente.

Como conclusión para este apartado, considerar todos los factores es importante al trazar proyectos de cualquier índole en una empresa. Aunque pareciera que la relevancia se encuentra únicamente en lo tecnológico y tal vez en

lo ambiental, no se deben dejar de lado factores importantes como el social (que en México representa un importante reto al tratar de implementar cambios profundos en la organización).

### **CAPÍTULO III – REVISIÓN LITERARIA.**

La metodología a seguir es: recolectar datos de fuentes confiables (artículos relacionados con el tema de costos de no-calidad), analizar dichos datos y extraer la información más relevante, para finalmente enriquecer con experiencias personales. Podría decirse que la intención es combinar el método deductivo, para llegar a una conclusión particular a partir de datos generales, y el método de síntesis en el que se juntan de forma racional los elementos dispersos con la finalidad de estudiarlos mejor.

El resultado esperado es: tener un documento estandarizado para el cálculo de los costos por no-calidad en empresas del ramo automotriz.

A lo largo de este documento se abarcan temas como la definición de COPQ y COQ, y desde que se acuñaron dichos términos varios autores han tratado de acotar estas definiciones y reforzar la importancia de su monitoreo en las empresas. Estos costos son tan sustanciales que es imposible ignorarlos, especialmente en un mercado tan competitivo como el de la industria automotriz. Desgraciadamente, la reducción de costos que los OEM solicitan a los Tier 1 no precisa ni exige la mejora de la calidad en sus procesos o productos. El enfoque de las empresas está lejos de los costos por mala calidad. Únicamente en Estados Unidos, el 82% de las empresas tienen programas de calidad pero solo el 33% calcula los COQ/COPQ. Esto hace alusión a un capitán que se duerme en su camarote mientras el barco se está hundiendo (Yang, 2008).

Implementar un monitoreo de COQ conlleva muchos beneficios, siendo el principal de estos la capacidad de enfocar los esfuerzos en las áreas de oportunidad. También es importante mencionar que se puede incrementar el sentido de responsabilidad de la gente al hacer consciencia del gasto que implican los fallos de su proceso (Yang, 2008).

Los problemas críticos al realizar un modelo de monitoreo de costos de calidad son:

- Establecer una categorización correcta, asegurando que todos los rubros que impactan sean contabilizados.
- Recolectar y analizar datos útiles de forma detallada, que permita cuantificar de forma adecuada los ítems de calidad.
- Identificar áreas de bajo desempeño basado en el análisis de datos.
- Identificar responsables de cada rubro categorizado.

Existen ejecutivos que afirman que los costos de calidad no se pueden capturar con sistemas tradicionales de contabilidad y finanzas, argumentando que “no se puede poner un costo a la calidad por ser intangible”. Es por esto que es necesario contar con una herramienta que permita de forma sencilla abarcar la mayor parte de los rubros significativos que componen los costos de calidad. Este documento pretende, soportado en herramientas como el modelo PAF, bosquejar la categorización y atacar los problemas críticos mencionados en los puntos del párrafo anterior (Yang, 2008).

Regresando a los términos COQ y COPQ, después de revisar sus definiciones en capítulos anteriores se puede concluir que son en esencia sinónimos. Sin embargo existen empresas que manejan estos conceptos por separado, clasificando en algo que asemeja al modelo PAF. Estas empresas engloban los COQ en P (prevención) y en A (evaluación), mientras que los COPQ los consideran únicamente costos de F (falla). Es importante considerar que los costos de falla se dividen a su vez en fallas internas (dentro de las paredes de la empresa) y externas (con cliente). Esta categorización parece ser muy reducida en enfoque por lo que algunos autores sugieren algunas nuevas. Modarres y Ansari (1985) proponen dos categorías: El costo por diseño y el costo por utilización ineficiente de los recursos. Sugiura (1997) agrega dos categorías más: costos de ajustes y costo de diseño relacionado con calidad. Sin embargo estas categorías no son tan aceptadas ya que los costos a las que refieren son difíciles de identificar y cuantificar. En la práctica, estos costos son “invisibles” u “ocultos”. Chiadamrong



(2003) define estos costos “ocultos” como costos de administración de calidad que van más allá de las actividades visibles de una compañía. Giakatis *et al* (2001) por su parte, describe estos costos como la pérdida de prevención, pérdida de evaluación, pérdida en manufactura y pérdida en diseño. Por último, Chen y Tang (1992) definen los costos ocultos como “indirectos” refiriéndose a la incapacidad de cumplir las expectativas del cliente, la pérdida de reputación y la insatisfacción del cliente. Todos difíciles de cuantificar (Yang, 2008).

Las compañías han hecho poco esfuerzo por identificar los costos invisibles de calidad o por encontrar una forma de medirlos adecuadamente. La razón principal es que la forma en la que contabilizamos los costos en una empresa no proporciona información de estos apartados intangibles. Sin embargo, estos montos pueden ser significativos (se habla de un 10% a 15% de los costos totales de producción) (Yang, 2008).

En capítulos anteriores observamos el iceberg de COPQ y cómo se esconde debajo de la superficie un gran porcentaje de los costos relacionados a la calidad, por lo que se entiende que sea cómodo para las organizaciones ignorarlos. En la práctica se pueden encontrar maneras de obtenerlos mediante una resultante de ganancias contra pérdidas. Por ejemplo, cuando ocurre un error en la línea de producción se pueden obtener las piezas y el tiempo que se perdió a causa de este fallo. Si el estándar de producción es de 60 piezas por hora y en determinada hora produce 45 piezas, la resultante nos daría 15 piezas con fallo o 15 minutos perdidos a causa de un problema de calidad. Lo importante al obtener los costos de esta forma es separar los motivos de pérdida en el OEE (*Overall Equipment Efficiency*) en categorías (falla de máquina, error de operación, puesta a punto del equipo, etc). Esto es una práctica común en la mayoría de las empresas al presentar las acciones de mejora respecto al KPI de OEE (Yang, 2008).

Existen entonces algunas categorías de costos ocultos que se pueden obtener con indicadores ya cuantificados:

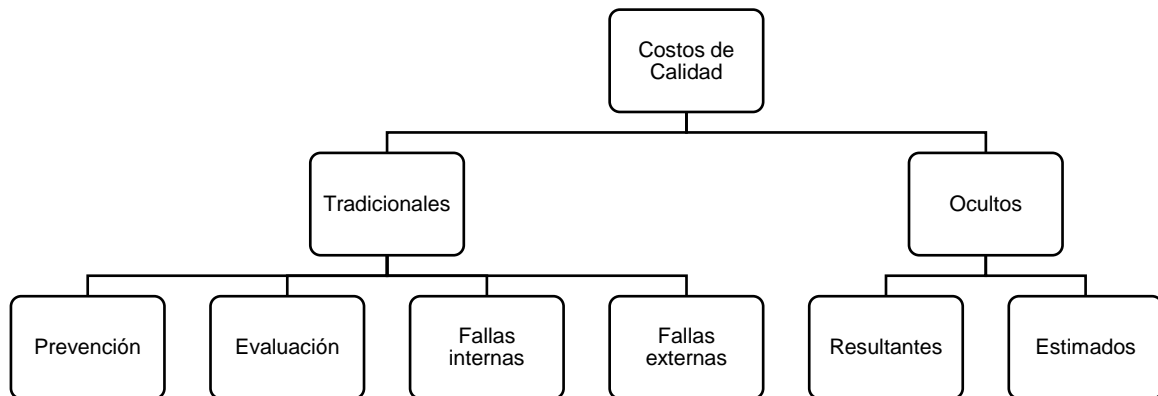
- Pérdida de productividad (OEE)
- Tiempo extra de personal operativo

- Resultante de piezas con defecto por un *bypass* de controles de calidad.
- Sobre-inventario.
- Incremento en tiempo de ingeniería.
- Incremento en tiempo de involucramiento de gerencia.
- Paros de línea.
- Transportes expeditados.
- Visitas a OEM por problemas de calidad (viáticos y otros costos), etc.

Otra herramienta poco utilizada es cuantificar la pérdida en ventas, estimando este monto en base a las órdenes de compra contra envíos o a la pérdida en participación de mercado. Éstas y otras categorías se pueden obtener con base a reportes de resultados de años anteriores, aunque no sea una comparación exacta pero puede arrojar una buena estimación. Es por esto último que al usar esta técnica se habla de “costos ocultos estimados” (Yang, 2008).

Al plasmar esta información en un diagrama se obtiene la siguiente figura:

Figura 10. Categorías de costos de calidad



Fuente: Elaboración propia con datos de Yang, 2008

### **Clasificación de costos.**

Basado en el diagrama del apartado anterior, se ordenan las categorías de costos de calidad de la siguiente manera:

#### Prevención

- Análisis de requerimientos de cliente

- Se deben cumplir al 100% los requerimientos específicos de cliente, así como los propios de la industria automotriz y las regulaciones de cada país. En este apartado se enlistan los costos derivados del análisis e implementación de dichos requerimientos.
- Evaluación y desarrollo de proveedores
  - En este apartado se enlistan los costos generados por las visitas a proveedores, el tiempo y otros recursos invertidos en su desarrollo.
- Sistemas MSA y SPC
  - Se ha hablado en pasados capítulos sobre el MSA y SPC. En este apartado se enlistan los costos de implementación, incluyendo herramientas, sistemas informáticos, capacitación al personal, etc.
- Desarrollo e instalación de poka-yokes
  - Quizá el punto más importante de la prevención. En este apartado se enlistan los costos de ingeniería e implementación de los sistemas prueba de error (sensores, cámaras, herramientas, alarmas, robótica, o cualquiera que se defina).
- Programas 6-Sigma
  - Existen diferentes recursos que se deben destinar a los programas 6-Sigma como personal, espacios físicos, consumibles, informática, etc. En algunos lugares se les conoce como *workshop*, y en este apartado se incluyen todos los costos de dichos eventos.
- Auditorías internas
  - Desde el entrenamiento y formación de auditores internos hasta la planeación y ejecución de las auditorías, se consideran en este apartado.
- Auditorías externas
  - Las empresas o casas certificadoras tienen costos estándar por este servicio.
- Calibración de equipos y herramientas

- Los programas de calibración deben incluir el equipo y herramientas necesarias, así como el entrenamiento de metrólogos e ingenieros.

## Evaluación

- Estaciones de prueba adicionales
  - En este apartado se declaran los costos de cualquier estación de prueba que no fue considerada en la cotización inicial del proyecto, por lo que el cliente no absorbe el monto.
- Piezas utilizadas en pruebas destructivas
  - Como parte de la liberación de línea o en eventos de reclamo interno se requiere hacer pruebas destructivas (el material no es vendible). Los costos incluyen las piezas, el tiempo de laboratorio y del personal capacitado que ejecuta las pruebas.
- Sorteo de material en planta
  - Derivado de una falla interna, el costo cae en evaluación al ser una prueba que se hace al inventario en ubicaciones de almacén y piso de producción. Este sorteo evalúa características particulares, desde una rebaba plástica hasta un *checksum* de *software*.
- Sorteo de material en sitio (OEM)
  - Este costo es similar al del apartado anterior, aunque mayor al ser ejecutado por una tercería en plantas de cliente y no por personal operativo en la empresa Tier 1.
- Material bloqueado
  - Cuando se tiene sospecha de que exista material no conforme o se producen piezas de un cambio de ingeniería antes de ser liberado, se debe bloquear el material en sistema para que no sea utilizado o embarcado a cliente. Este apartado contempla la totalidad del inventario bloqueado en todos los almacenes de la planta.

## Fallas internas

- *Scrap*
  - Costo total de las piezas desechadas en un periodo específico de tiempo, por no cumplir con los criterios de aceptación.
- Re-trabajos
  - Costo por operaciones adicionales a las de un proceso normal, derivadas de mala calidad de fabricación.
- Re-procesos
  - Se obtiene el costo por tiempo de línea para volver a procesar un material en operaciones o estaciones específicas. Este apartado incluye eventos de *reflash* (carga de software).
- Re-inspección
  - Existen diferentes nombres que se asignan a estas estaciones según la planta (*GP-12, Quality Shield, Quality Focused Check, CSI, etc.*). El término se refiere a cualquier inspección adicional que deba colocarse de forma temporal o indefinida después del probador final para constatar la calidad del producto previo a su envío.
- Análisis de fallas
  - Los recursos destinados al análisis de fallas internas y/o externas que no estén considerados en la cotización del proyecto se deberán considerar en este apartado. Esto incluye licencias de SW, capacitación de personal, equipos de prueba, estaciones de trabajo, material utilizado en pruebas destructivas o reproducción de falla, consumibles, y cualquier recurso adicional.
- Pérdida de eficiencia
  - Las fallas en línea de producción por problemas de calidad pueden derivar en una pérdida de eficiencia que generalmente no se considera en los COPQ. Puede ocurrir también que ajustes o mejoras documentados en la solución de problemas generen un nuevo cuello de botella en la línea.

## Fallas externas

- Cargos de cliente por falla
  - Este monto se refiere al cobro de piezas con falla encontradas en la planta del OEM. Generalmente se suman a las piezas cargos administrativos por manejo de material o retrabajo en taller para colocar una pieza OK en el vehículo.
- Cargos de cliente por tiempo muerto
  - Cuando se detiene la línea de producción en la planta del OEM, cada minuto se cobra a la empresa (Tier 1) que sea causante de este paro. Dichos eventos pueden ser el resultado de una falta de material (problema de surtimiento o embarques) o incluso algún daño a equipos por colocar una pieza con defecto.
- *Yard Hold*
  - Cuando se debe detener el patio de una planta de OEM, por un problema de calidad que potencialmente afecte toda la producción, se cobra al responsable por las ventas perdidas al no enviar las unidades al distribuidor.
- *Recall*
  - La penalización más costosa para un proveedor (Tier 1). Este concepto se refiere a realizar una campaña en la que se le solicita a los usuarios finales de los vehículos que se construyeron con un lote de piezas defectuosas que asistan a la concesionaria para que se realice el reemplazo de dicha pieza.
- Retorno de material
  - Este apartado se refiere a los costos incluidos en el traslado de material de regreso al lugar de manufactura (Tier 1) desde el OEM por tratarse de un lote defectuoso detectado a tiempo o por una notificación proactiva realizada por el Tier 1.
- Exeditados a cliente
  - Derivado de la pérdida de eficiencia revisada en un punto anterior, se puede caer en la necesidad de pagar un envío especial a cliente

para evitar un mayor costo por paro de línea. Esto incluye volar un material que generalmente se transporta en barco o enviarlo por *hand carrier*.

- Re-trabajo en sitio
  - En este rubro se incluyen los costos operativos y administrativos que resulten de realizar un re-trabajo en el taller o piso de producción del OEM.

### Costos ocultos

- Costo de re-ingeniería por mal diseño
  - El cliente paga un único proceso de diseño de componentes o del ensamble terminado. Si en cualquier etapa desde el lanzamiento hasta el final de proyecto se determina que es necesario un cambio de diseño por omisión, negligencia, ineficiencia, o cualquier razón ajena al cliente, el proveedor deberá absorber los costos de tiempo, prototipos, puesta a punto, herramientas, etc.
- Revalidación anual de productos
  - Si no se incluye en la cotización del proyecto, el proveedor deberá absorber el costo de piezas, utilización de equipo y personal para las revalidaciones anuales que se solicitan en los requisitos específicos de cada cliente.
- Viáticos por visitas a cliente
  - Adicional a las visitas para presentar 8D a clientes o supervisar alguna contención o retrabajo, se deben considerar las visitas de cortesía y todos los viáticos que incluyen.
- Ingenieros residentes
  - El sueldo de los ingenieros residentes, ya sean empleados directos de la empresa o subcontratados, y los viáticos que puedan necesitar se deben considerar en este apartado. De igual forma las herramientas o equipo que se les proporcione para desempeñar correctamente sus funciones.

- Materias primas expeditadas
  - Similar a los envíos expeditados a cliente, existen ocasiones en las que se solicita de manera urgente material a los proveedores de los Tier 1 (empresas Tier 2).
- Ajustes de inventario físico
  - Existen mermas de materia prima que no se contabilizan al hacer *backflush* en sistema (dar de baja los componentes utilizados para el producto terminado). A consecuencia de estas mermas se genera una diferencia de inventario que debe ajustarse de forma mensual, semestral o anual (según lo determine la empresa).
- Materiales obsoletos
  - En cada cambio de ingeniería se debe asegurar que se consuma el inventario disponible de la revisión vigente antes de empezar a producir la nueva revisión. Cuando este proceso no se lleva a cabo de forma correcta, se queda en áreas de retrabajo o almacenes material obsoleto que no se puede enviar a cliente sin una desviación autorizada. En caso de no conseguir la desviación, se debe disponer de dicho inventario absorbiendo el monto total.
- Tiempo extra de personal operativo
  - Cuando es necesario aumentar la plantilla operativa para realizar actividades de inspección adicional, contención, o se aumenta la jornada de 6 a 7 días laborables, se debe cubrir el pago de tiempo extra a los colaboradores sindicalizados de acuerdo a la STPS.
- Sueldos del departamento de calidad
  - El sueldo total del departamento de calidad se justifica con el manejo de problemas ocasionados por la no-calidad. En una empresa donde existan condiciones ideales, no existiría el departamento de calidad.
- Entrenamiento y capacitación
  - Se refiere específicamente a los entrenamientos relacionados a temas de calidad.



## **CAPÍTULO IV – PROPUESTA Y RESULTADOS.**

Con base en la información revisada en los anteriores capítulos, se genera una propuesta de matriz con la que las empresas podrán clasificar los costos de no-calidad. Esta matriz deberá considerarse una guía, no un formato definitivo, ya que en cada compañía la situación y procesos son diferentes. Se consideran los rubros más importantes y se despliegan en la forma más completa posible.

Las empresas, según su definición de entrega de resultados, podrán hacer uso de esta matriz de forma semanal, mensual, trimestral, semestral, o anual.

Las siglas YTD significan *Year To Date*, y en dicha columna se expresa el acumulado anual al día de la presentación del reporte.

Deberá tomarse en cuenta que este es un trabajo cualitativo, que si bien proviene en amplia medida de la literatura revisada a lo largo de los anteriores capítulos, también proviene de la experiencia profesional de 8 años en empresas Tier 1 del sector automotriz. Lo anterior se traduce en un documento (a manera de formato) mostrado en la siguiente página, en lugar de un resultado experimental que podría esperarse de una tesina o proyecto cuantitativo.

**Matriz propuesta.**

Figura 11. Matriz de costos de no-calidad

		Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	YTD
<b>Prevención</b>	Análisis de requerimientos de cliente				
	Evaluación y desarrollo de proveedores				
	Sistemas MSA y SPC				
	Desarrollo e instalación de poka-yokes				
	Programas 6-Sigma				
	Auditorías internas				
	Calibración de equipos y herramientas				
	Auditorías externas				
<b>Evaluación</b>	Estaciones de prueba adicionales				
	Piezas utilizadas en pruebas destructivas				
	Sorteo de material en planta				
	Sorteo de material en sitio (OEM)				
	Material bloqueado				
<b>Fallas internas</b>	Scrap				
	Retrabajos				
	Reprocesos				
	Reinspección				
	Análisis de fallas				
	Pérdida de eficiencia				
	Contenciones				
<b>Fallas externas</b>	Cargos de cliente por falla				
	Cargos de cliente por tiempo muerto				
	Yard Hold				
	Recall				
	Retorno de material				
	Expeditados a cliente				
	Reclamos de garantía y 0km				
	Retrabajo en sitio				
<b>Costos ocultos</b>	Costo de re-ingeniería por mal diseño				
	Revalidación anual de productos				
	Viáticos por visitas a cliente				
	Ingenieros residentes				
	Materias primas expeditadas				
	Ajustes de inventario físico				
	Materiales obsoletos				
	Tiempo extra de personal operativo				
	Sueldos del departamento de calidad				
	Entrenamiento y capacitación				
	<b>TOTAL DEL PERIODO</b>				

Fuente: Elaboración propia

## **CONCLUSIONES.**

En base a la hipótesis planteada al inicio de este documento: “Categorización de costos derivados de los problemas de calidad en las empresas del sector automotriz (Tier 1), en México, desde el año 2015”, se considera como verificada o cierta al alcanzar el detalle esperado en la matriz contenida en el capítulo IV.

La cultura de calidad es siempre uno de los pilares fundamentales en cualquier empresa del ramo automotriz. Sin duda se trata de uno de los sectores más competitivos, además de presentar alto riesgo en caso de un defecto en campo.

Aunado a dicha cultura, se entiende que las empresas deben ser rentables y el objetivo principal es generar utilidad para los socios o inversionistas. Es por ello que el enfoque de este documento es una mezcla entre la visión de negocios y la cultura de calidad en los Tier 1.

La alta dirección debe conocer los costos generados por la no-calidad en su operación, a fin de controlar y mejorar este métrico. La producción de piezas con defecto es inherente a cualquier proceso, por lo que se debe invertir en controles robustos que permitan su detección y de esa forma evitar los escapes a cliente. Como se menciona en este documento, hay un balance que se debe calcular entre el nivel de controles que la compañía puede pagar y los PPMs que el OEM puede permitir sin penalizar a sus proveedores. Todo ello conlleva gastos que se deben analizar, registrar y reportar.

Este documento sirve como guía para entender la clasificación de dichos costos, la forma de obtenerlos y la razón por la que es importante que la alta dirección considere invertir tiempo y demás recursos en este monitoreo.

Se consideran alcanzados los objetivos planteados al inicio de este documento basados en la información presentada a lo largo de sus diferentes capítulos y apartados.

## **REFERENCIAS.**

- Ali, Hassan; Arif, Wajiha; Pirzada, Danial Saeed; Khan, Ahsan Amir y Hussain, Jibrán. (2012). Classical model based analysis of cost of poor quality in a manufacturing organization. *African Journal of Business Management*, 6(2), 670-680.
- Anvari, Alireza; Ismail, Yusof; Mohammad, Seyed y Hojjati, Seyed Hani. (2011). A study on total quality management and lean manufacturing: through lean thinking approach. *World applied sciences journal*, 12(9), 1585-1596.
- Automotive Industry Action Group (AIAG) (2016). IATF 16949:2016. Norma del sistema de gestión de la calidad automotriz.
- Automotive News (2021). Here's our 2021 list of top suppliers. <https://www.autonews.com/suppliers/heres-our-2021-list-top-suppliers>
- Chen, Yen-Liang, y Tang, Kwei. (1992). A pictorial approach to poor-quality. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39(2), 149–157.
- Cebolla, Cristóbal; Peregrin Rubio, Antonio; Gil Lafuente, Anna María y Merigó Lindahl, José María. (2014). La importancia del control de los costes de la no-calidad en la empresa.
- Crosby, Phillip. (1979). Quality is free-if you understand it. Phillip Crosby Associates II, Inc. Journal.
- De Mast, Jeroen y Lokkerbol, Joran (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604-614.
- Díaz, Fernando (1996). Los residuos peligrosos en México. Evaluación del riesgo para la salud. *Salud pública de México*, 38(4), 280-291.
- George, Mike; Rowlands, Dave y Kastle, Bill. (2007). Was ist Lean Six Sigma? Springer-Verlag.
- ISO 9001 (2015). Norma internacional. Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos.
- Miranda, Arturo Vicencio (2007). La industria automotriz en México: Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Contaduría y administración*, (221), 209-246.
- Modarress, Batoul y Ansari, Al (1985). Two new dimensions in the cost of quality. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 4, 9–20.
- Perera, Rashain (2017). The PESTLE analysis. Nerdynaut.
- Prashar, Anupama (2014). Adoption of Six Sigma DMAIC to reduce cost of poor quality. *International Journal of Productivity and Performance Management*.

- Rodríguez, Camilo (2019). El Empirismo y el Ciclo de Deming. Recuperado el 3 de marzo de 2021 en: <https://crisaza.com/guia-de-scrum/el-empirismo-y-los-pilares-de-scrum/>
- Secretaría de Salud. (2015). Normas Oficiales Mexicanas. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>
- Sugiura, Mayumi (1997). Challenging the reduction of the quality costs (1st ed.). Tokyo: JIPM (in Japanese).
- Teli, Shivagond Nagappa; Majali, Vijay; Bhushi, Umesh y Surange, Vinod (2012). Assessment of Cost of poor quality for Automobile Industry. International Journal of Engineering Research and Applications, 2(6), 330-336.
- Thompson, Arthur y Strickland, AJ (2014) "Administración Estratégica; Textos y Casos". McGraw-Hill. 19a edición.
- Verband der Automobilindustrie (VDA) (2010). Quality Management in the Automotive Industry. Process Audit. Volume 6 Part 3.
- Yang, Ching-Chow (2008). Improving the definition and quantification of quality costs. Total Quality Management, 19(3), 175-191.