

**EVALUACIÓN SOBRE LOS FACTORES CRÍTICOS DE LA
IMPLANTACIÓN DE SEIS SIGMA EN EMPRESAS
PRODUCTORAS DE AUTOPARTES DE LA INDUSTRIA
AUTOMOTRIZ EN CD. JUÁREZ, CHIHUAHUA**

Área de investigación: Operaciones

Lara Abril Chiu Vegamontes
Universidad Nacional Autónoma de México
México
spyder4712@gmail.com

XX
CONGRESO
INTERNACIONAL
DE
CONTADURÍA
ADMINISTRACIÓN
E
INFORMÁTICA





EVALUACIÓN SOBRE LOS FACTORES CRÍTICOS DE LA IMPLANTACIÓN DE SEIS SIGMA EN EMPRESAS PRODUCTORAS DE AUTOPARTES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN CD. JUÁREZ, CHIHUAHUA

Resumen

Las expectativas de calidad de los productos automotrices no se están cumpliendo en el mundo. Cada vez las empresas tienen un mayor número de recalls¹. El presente trabajo se orienta a estudiar el proceso de implantación de Seis Sigma en las empresas multinacionales productoras de autopartes en Cd. Juárez, Chihuahua. Se busca determinar cuáles son las herramientas de Seis Sigma que más se utilizan; identificar en que productos se utiliza Seis Sigma; identificar las estrategias y procesos en la implantación de Seis Sigma; identificar los problemas a los que se enfrenta la alta dirección y los empleados involucrados al implantar Seis Sigma a sus procesos productivos o de servicio y por ultimo determinar cuáles son los Factores Críticos de Éxito (FCE) para implantar el programa Seis Sigma ya que la revisión de literatura señala que Seis Sigma mejora el desempeño de las empresas. Mediante entrevistas cara a cara a personas que ocupan diferentes puestos como son: Black Belts, Green Belts; Gerentes; Ingenieros; Técnicos, entre otros. El universo muestral fue de cincuenta y una empresas, de las cuales se logró encuestar veintiséis, representando un 50.98% del universo muestral. Se presenta el análisis descriptivo. La muestra se formó por conveniencia ya que este dependía del acceso a la información de las empresas. Este trabajo de campo se realizó durante el periodo de Enero - Diciembre del año 2014.

Palabras clave: Seis Sigma; Factores Críticos; Autopartes



¹ Llamadas que realizan los productores de automóviles para que los clientes lleven a reparar sin costo alguno, autos que han salido defectuosos y pueden tener algún accidente por ese defecto.



Capítulo 1. Metodología de la investigación

1.1 Introducción

La tendencia de empresas automotrices en un contexto complejo es un aumento de la variedad de producto que se ofrece para los clientes y los ciclos de la vida de los productos más cortos, pueden tener implicaciones mayores para los sistemas de administración de la calidad. Los clientes pueden escoger automóviles de diferentes tipos, diferentes colores, tamaños, motor, etc. Al mismo tiempo, los ciclos de la vida de los productos se están reduciendo.

Por más de dos décadas, las organizaciones productivas en México y principalmente las fabricantes de automóviles, se han enrolado en el proceso de certificar sus sistemas de calidad con base en las normas ISO 9000, un requerimiento primordial en la industria automotriz. Sin embargo y pese a que los procesos de certificación se han cumplido, son pocas las organizaciones que han logrado elevar sus niveles de calidad y no se han reflejado en los productos que salen de las líneas de producción de forma importante (Kumar, M., Antony, J., Antony, F., & Madu, C. 2007).

Seis Sigma es un método organizado y sintetizado para la mejora de procesos estratégicos y desarrollo de nuevos productos y servicios que se apoyan en métodos estadísticos y científicos para realizar reducciones dramáticas en defectos de los clientes (Linderman, et al 2003). Las industrias utilizan herramientas de Seis Sigma para mejorar varias áreas como: mejora de tiempo de entrega, calidad y administración (Zailani y Sasthriyar, 2011).

Actualmente son escasas las investigaciones empíricas sobre el resultado de la aplicación de Seis Sigma en diferentes sectores industriales en México (Coronel, 2012; Reyes, 2002; Tlapa Mendoza, 2013): específicamente nos interesa detectar los factores claves relacionados con el éxito en la implantación del programa Seis Sigma y la relación de estos factores con el desempeño de las actividades organizacionales que ayuda a regular en la industria automotriz. Para poder comprender mejor cómo los programas de gestión de la calidad se relacionan con el desempeño de las mismas, es importante estudiar el contexto organizacional en el cual estos programas se implantan.





1.2 Formulación del problema

Las expectativas de calidad de los productos automotrices no se están cumpliendo en el mundo. Cada vez las empresas tienen un mayor número de recalls². De acuerdo a la página oficial de General Motors, existe un riesgo que el switch se salga de la posición de encendido (Run), resultando en una pérdida parcial de energía eléctrica y se apague el motor. El riesgo aumenta si en su llavero lleva muchas llaves o si su vehículo corre bajo condiciones de movimiento extremo mientras recorre las calles. Si el switch de inicio no está en lo posición (Run) las bolsas de aire no se activaran si el automóvil llega a tener un accidente, aumentando el riesgo de heridas o de muerte. Este recall afecta a las diferentes marcas de vehículos de GM tales como: Buick, Cadillac, Chevrolet, Oldsmobile, Pontiac y Saturn de los años 2000 al 2011 (General Motors, 2014).



El recall de los pedales de gasolina fuera de control de la Corporación de Motores Toyota afectaron a nueve millones de vehículos, los modelos afectados durante 2004 a 2010 fueron: Toyota Avalon, Camry, Corolla, Matrix, Highlander, Prius, RAV4, Tundra, Tacoma y varios modelos Lexus. Hace algunos años, el defecto de la manufactura de los tapetes de piso se atrapaba debajo del pedal acelerador. En otras ocasiones, el pedal de gasolina se pegaba. Después de más de sesenta casos donde los vehículos se reportaron sin poderlos frenar, uno de treinta de estos casos resultaron en muerte, Toyota entro en una crisis y realizo dos recalls en 2009 y otro en 2010 para mejorar el ajuste al pedal del acelerador. Los oficiales de la compañía han estimado más de \$5 billones de dólares, siendo el más costoso que haya sido registrado (DeMeter, 2012).



Honda agrega 100,000 vehículos en Estados Unidos a destituir por la bolsa de aire defectuosa por la Corporación Takata. Los nuevos recalls cubren 104,871 unidades de la Honda Pilot SUV 2008, el Accord 2001 y el Civic sedan 2004, de acuerdo a la National Highway Traffic Safety Administration. Las bolsas de aire pueden ser letales ya que se rompen al inflarse y en Enero han muerto cinco personas. Las bolsas de aire de Takata pueden fallar al inflarse con mucha fuerza y lanzar fragmentos metálicos a los pasajeros. Esta falla ha conducido a destituir estas bolsas de aire por al menos diez productores de vehículos. Al menos veinticinco millones de vehículos utilizan las bosas de aire de Takata y se han restituido desde el año 2008 (Bloomberg, 2015).

Tener procesos en los que ocasionalmente sucedan errores puede que no parezca un gran problema. Pero cuando se tiene en cuenta cuántos errores pueden estar acechando los procesos corporativos, el impacto económico en la productividad total, la satisfacción al cliente y la rentabilidad se multiplican dramáticamente (Arias, Castaño y Portilla, 2008).

² Llamadas que realizan los productores de automóviles para que los clientes lleven a reparar sin costo alguno, autos que han salido defectuosos y pueden tener algún accidente por ese defecto.





Aunque la industria ha aumentado el interés en la implantación de Seis Sigma ésta se ha enfocado especialmente en reducir porcentajes de desperdicios y re trabajos pero no se analiza la causa raíz de los problemas de forma efectiva y estos continúan afectando la calidad de los productos. De las compañías que aplican Seis Sigma, menos del 50% obtienen resultados satisfactorios o significativos y menos del 10% de las empresas han obtenido mejores resultados financieros después de que implementan Seis Sigma (Yudi y Osada, 2010). Esto se debe a que lleva tiempo formar a los recursos humanos altamente calificados que sean capaces de reproducir sin fallas los métodos de producción y su control. Aunque Seis Sigma ha tenido una inmensa popularidad entre las empresas de diversos sectores, existe la percepción de que no se implanta correctamente por lo que los beneficios que aparece en la teoría no son apreciados de forma óptima. No se ha permitido la formación de recursos humanos capaces de comprender y apoyar la implantación de esta metodología de forma correcta.



En virtud de lo anterior, el presente trabajo se orienta a estudiar el proceso de implantación de Seis Sigma en las empresas multinacionales productoras de autopartes en Cd. Juárez, Chihuahua. Específicamente se busca determinar cuáles son las herramientas de Seis Sigma que más se utilizan; identificar en que productos se utiliza Seis Sigma; identificar las estrategias y procesos en la implantación de Seis Sigma; identificar los problemas a los que se enfrenta la alta dirección y los empleados involucrados al implantar Seis Sigma a sus procesos productivos o de servicio y por ultimo determinar cuáles son los Factores Críticos de Éxito (FCE) para implantar el programa Seis Sigma ya que la revisión de literatura señala que Seis Sigma mejora el desempeño de las empresas.



1.3 Pregunta de investigación

1.3.1. ¿Cuáles son los Factores Críticos de Éxito que intervienen en la implantación de Seis

Sigma en las empresas multinacionales de autopartes ubicadas en Cd. Juárez, Chihuahua?

1.4 Hipótesis de investigación

La implantación del programa de Seis Sigma en las empresas de autopartes multinacionales en Cd. Juárez, Chihuahua; no ha repercutido favorablemente en el desempeño de los productos que regulan porque no cuentan con una base sólida de recursos y la falta de una estructura de Seis Sigma de la empresa, no facilita su implantación.

1.4.1. Hipótesis específicas.

1.4.1.1. Hipótesis nula 1: Los Factores Críticos de Éxito que intervienen en la implantación de Seis Sigma en las empresas de autopartes multinacionales





ubicadas en Cd. Juárez, Chihuahua son: Selección de proyectos de Seis Sigma, alta dirección se involucra y se compromete, se relaciona Seis Sigma con la estrategia del negocio, se relaciona Seis Sigma con el recurso humano, infraestructura de la empresa, empleados comprenden Seis Sigma, seguimiento de proyectos y enlazar Seis Sigma con los proveedores.

1.4.1.2. Hipótesis alternativa 1|: Los Factores Críticos de Éxito que intervienen en la implantación de Seis Sigma en las empresas de autopartes multinacionales ubicadas en Cd. Juárez, Chihuahua no son: Selección de proyectos de Seis Sigma, alta dirección se involucra y se compromete, se relaciona Seis Sigma con la estrategia del negocio, se relaciona Seis Sigma con el recurso humano, infraestructura de la empresa, empleados comprenden Seis Sigma, seguimiento de proyectos y enlazar Seis Sigma con los proveedores.



1.5 Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es evaluar el proceso de implantación de Seis Sigma en las empresas fabricantes de autopartes en Cd. Juárez, Chihuahua para identificar los Factores Críticos de Éxito en la implantación y proponer mejoras en las estrategias y programas de implantación de los mismos.

1.5.1. Objetivo específico

1.5.1.1. Determinar cuáles son los Factores Críticos de Éxito que intervienen en la implantación de Seis Sigma en las empresas multinacionales productoras de autopartes en Cd. Juárez, Chihuahua.

1.6 Diseño de la investigación

Para comprobar la hipótesis general y dar respuesta al problema y a la pregunta de investigación, se realiza un diseño de investigación con un enfoque mixto mediante un proceso que recolecta, analiza y se pretende combinar elementos cuantitativos y cualitativos en diferentes grados (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). Investigación cuantitativa, descriptiva, y transversal.

1.7 Delimitación de la población

La población bajo estudio son hombres y mujeres que trabajan en empresas maquiladoras de exportación de autopartes de la industria automotriz ubicadas en Cd. Juárez, Chihuahua. Las personas entrevistadas tienen experiencia en implementar el programa de Seis Sigma, o son responsables del proceso y empleados en las áreas de: ingeniería, calidad, producción y administrativas. En puestos gerenciales o nivel administrativo. Se incluyen a los participantes: Master Black Belts, Black Belts y Green Belts, con un nivel de escolaridad de preparatoria, licenciatura o posgrado.





En total son ochenta y dos unidades económicas en Cd. Juárez, Chihuahua de empresas (pequeñas, medianas y grandes) productoras de autopartes de acuerdo al INEGI. No se seleccionaron a las pequeñas empresas porque no cuentan con los recursos necesarios para apoyar esta metodología. Por lo que se seleccionaron empresas de tamaño medianas y grandes las cuales son cincuenta y un empresas en la ciudad.

1.8 Muestreo no probabilístico

Esta investigación se realizó con la ayuda de estudiantes de la Universidad Tecnológica de Cd. Juárez quienes me facilitaron el acceso a las empresas. El tipo de muestreo es no probabilístico dado que el acceso a la empresa se eligió de acuerdo donde los estudiantes realizaban su estadía³. La elección de las empresas no dependió de la probabilidad sino del acceso que tuve a través de los estudiantes a las empresas productoras de autopartes en la ciudad. Fueron muestras por conveniencia por la disponibilidad a las que tuve acceso.

Del total de las cincuenta y un empresas, el muestreo por conveniencia fue de veintiséis empresas. En la siguiente figura se muestra con pin color azul las empresas que fueron parte de la investigación de campo y el pin color verde son el resto de las empresas de la población de empresas productoras de autopartes de Cd. Juárez, Chihuahua.

1.9 Revisión de los datos

El método empleado para recolectar los datos y poder obtener un panorama general de los materiales de estudio que fueron:

- Revisión de literatura de libros de metodología de la investigación (Arias L. F., 2007, Brace, 2010; Hernández, Fernández y Baptista, 2006; Malhotra, 2004).
- Bases de datos, Pro Quest; Springer; Elsevier; Ebsco; IEEE, Redalyc entre otras. con el fin de realizar la revisión de literatura y presentar el estado actual para los últimos diez años, se buscaron artículos utilizando los títulos: Seis Sigma; Factores Críticos de Éxito; implantación de Seis Sigma; Seis Sigma en manufactura, entre otros.
- Entrevistas a profundidad de expertos de la industria autopartes.

³ Estadía se refiere a que el estudiante de la carrera de Ingeniería en Procesos y Operaciones Industriales debe realizar una estancia durante cuatro meses en la empresa de autopartes de la industria automotriz y escribir una tesina para poder titularse.



- Entrevistas a profundidad con académicos de la Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez y de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez.

- Tesis de doctorado: (Tlapa, 2013).

- Consulta a revistas arbitradas como: Harvard Business Review; Sloan Management Review; Scientia Et Technica; Contaduría y Administración; Pensamiento y gestión; Conciencia tecnológica; Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa; Modern Applied Science; Romanian Economic and Business Review.



- Revistas de investigación consultadas: European Journal of Scientific Research; International Journal of Production Economics; Journal of Industrial Engineering; Journal of Operations Management; International Journal of Academic Research, etc.

- Capítulos de libros especializados en la industria automotriz, en calidad, Seis Sigma y Manufactura Esbelta.

- Manual de publicaciones de la American Psychological Association en su Tercera Edición (Guerra, 2010).



Debido que no existen estudios realizados en México se iniciará con un análisis exploratorio y se llevarán a cabo entrevistas a profundidad con expertos. Con base en las entrevistas y revisión de la literatura se desarrolla un cuestionario para conocer la problemática y los factores de éxito. Se realizará una prueba piloto para asegurar que las preguntas sean claras, que integren las variables a tratar y que estén encaminadas a la obtención de datos fundamentales para la investigación.

1.10 Determinación de la unidad de análisis

Los temas, indicadores, la medición y la determinación de la unidad de análisis fueron establecidos de acuerdo a la revisión de literatura, la opinión de los expertos y académicos.

1.11 Planeación de la encuesta

Para cumplir con la hipótesis general, el objetivo general se realiza una encuesta a empleados encargados de implantar la metodología y procesos de Seis Sigma en las empresas.





1.12 Instrumento de medición

El instrumento de medición para recolectar los datos que se utilizó en esta investigación fue un cuestionario, el cual consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir.

1.13 Estudio piloto

Se realizó un estudio piloto para someter el instrumento de medición, en este caso, el cuestionario para tomar en cuenta posibles ajustes al mismo o las técnicas que se van a utilizar para asegurar su confiabilidad. Al finalizar la prueba piloto se cambió la redacción de dos preguntas para que fueran más claras.



1.15 Validez del instrumento de medición

La validez del cuestionario propuesto se llevó a cabo de acuerdo con el coeficiente Alfa de Cronbach. Al analizar los datos, ninguno de ítems fue excluido y de los sesenta y tres ítems que tienen una medición de escala, se muestra que el resultado del cuestionario fue de 0.975 se considera un valor muy aceptable dado que el mayor valor teórico de Alfa es 1 a mayor valor Alfa, mayor fiabilidad.



Capítulo 2. Seis Sigma

La filosofía de administración Seis Sigma se construyó bajo el concepto de que “todo es un proceso”, cada proceso tiene proveedores y clientes. Es una visión, filosofía y un compromiso. Es una dirección para que todos la sigan y refleja la forma de ser de la empresa. Seis Sigma representa el compromiso hacia los clientes y asegura los resultados con cada oportunidad de alcanzar las expectativas de los clientes. Cada proceso tiene formas de desperdicio y variación, es por eso que debe ser medido para establecer un punto de partida al cual la mejora futura se puede cuantificar.

En general, Seis Sigma ha tenido más éxito que la Administración Total de la Calidad, la principal razón fue el fuerte énfasis en los proyectos que impactaron de forma significativa el desempeño financiero de las empresas. Cuando la mejora de la calidad en proyectos resulta en ahorros reales, aumentan las oportunidades de ventas y la satisfacción de los clientes por lo que la alta dirección lo toma en cuenta (Montgomery y Woodall, 2008).

2.1 Desarrollo histórico de Seis Sigma

2.1.2 Años 1970`s

Hasta los años 1970`s, la administración de la calidad y el control de la calidad funcionaban como policías; inspeccionaban el producto después de haberlo



producido en alto volumen. Las empresas como Motorola, se dieron cuenta que para poder competir con empresas Japonesas en la calidad de sus productos y en costo con empresas del Este, tendrían que pensar la función del control de la calidad (Kumar & Gupta, 1993).

A principios de la década de 1970, la empresa Motorola se había establecido como el líder mundial en productos de comunicación inalámbrica y peleaba con Texas Instruments e Intel por el primer lugar en ventas de semiconductores. En 1974, cinco de los ocho principales fabricantes de semiconductores eran estadounidenses y tres eran europeos; pero la competencia en el mercado de semiconductores se tornó feroz, rápidamente. Solo 5 años después en 1979, dos de los ocho principales fabricantes de chips eran japoneses y comenzaron a erosionar el liderazgo de Motorola en el mercado de paging en EU. Estas dificultades fueron previstas en 1973, cuando Motorola, encontrándose incapaz de competir en el mercado de productos de consumo, vendió su división electrónica de consumo a una compañía japonesa. En 1979, bajo el liderazgo del Presidente de Motorola Bob Galvin, desarrolló un equipo de trabajo para renovar y crecer Motorola.

2.2.2 Años 1980`s

Los ingenieros de Motorola decidieron que los niveles tradicionales de calidad que eran, medir defectos por miles de oportunidades no proveía suficiente nivel de detección, ellos querían medir defectos por millón de oportunidades. Motorola desarrollo este nuevo estándar y creo la metodología y el cambio cultural necesario. Seis Sigma ayudo a Motorola a ahorrar más de \$16 billones de dólares como resultado de sus esfuerzos.

Con esa premisa, la compañía estableció el Instituto Motorola de Manufactura (IMN) en 1984, bajo la dirección de un antiguo vicepresidente de manufactura Carlton Braun. Este programa de dos semanas para gerentes experimentados de manufactura, enfocado en desarrollar y compartir metas de mejora de calidad. Al retroalimentarse, los primeros grupos de gerentes que completaron el programa, comentaban que la meta de calidad 10 veces nunca podría lograrse si se enfocaba solamente en la función de manufactura.

Al proyecto le llamaron Seis Sigma. Los equipos estaban compuestos de 10 a 12 miembros, liderados por un especialista en Seis Sigma llamado Black Belt o cinta negra. Estos empleados fueron las personas que fueron entrenadas de forma rigurosa en métodos estadísticos y trabajaban en tiempo completo en los proyectos. En cuanto al resto de la estructura de la organización, el personal involucrado participaban con tiempo parcial, dando apoyo a los proyectos (Brady y Allen, 2006; Liu, 2011; Moosa y Sajid 2010; Quinello, 2006; Treville, 2008).

Estos esfuerzos resultaron en que Motorola recibió el Premio Nacional de Calidad Malcolm Baldrige por parte del Gobierno de EU. Al describir la





renovación de la corporación, uno de los auditores de Malcolm Baldrige comento que en dondequiera y con quien hablara, el concepto de Seis Sigma era expresado y entendido.

Este premio llego en 1988, dos años después que Motorola implemento los principios de Seis Sigma con lo que atrajo la atención de otras grandes líderes de corporaciones de los Estados Unidos como Jack Welch de General Electric o Larry Bossidy de Allied Signal, así como las corporaciones de Texas Instruments, Sony y Polaroid, las cuales también iniciaron la implantación de la metodología de calidad Seis Sigma en sus organizaciones, logrando en corto tiempo incrementos significativos en utilidades y de satisfacción de sus clientes.



2.2.3 Última década

Seis Sigma se enfocó a expandirse y no solamente a enfocarse en el cliente, sino en los proveedores también. La corporación DuPont fue de las pioneras en adoptar el enfoque en la creación de valor de forma importante y global (Harry & Crawford, 2005).

El Departamento de Energía de los Estados Unidos contribuyó \$100,000 del costo del total de \$240,000 dólares para promover proyectos que promuevan mejoras en utilizar de forma eficiente: la energía, la productividad, la competencia global y reducir el desperdicio y las emisiones al medio ambiente de las empresas. La utilización de Seis Sigma puede ser aplicada en distintos sectores de las industrias de manufactura y servicios (ITP, 2003).



Capítulo 3. Factores Críticos de Éxito

3.1 Evolución

La literatura sobre los Factores Críticos de Éxito (FCE) inicia en 1961 con Daniel en un artículo de la revista Harvard Business Review; fue el primero en escribir sobre los factores de éxito en la literatura de administración. Daniel se concentró en los FCE relacionados con la industria los cuales son relevantes para cualquier compañía (Zwikael & Globerson, 2005).

En 1972, Anthony et al. enfatizaron la necesidad de determinar los FCE con los objetivos estratégicos de la empresa y sus gerentes. En este escenario, los sistemas de control y planeación estratégica son responsables para reportar aquellos FCE que son percibidos por los gerentes como relevantes para un trabajo en particular e industria (Amberg, Fischl, y Wiener, 2005).

Los Factores Críticos de Éxito (FCE) son aquellas pocas cosas que deben realizarse bien para asegurar el éxito de un gerente o una organización por lo tanto, representan aquellas áreas gerenciales o de las empresas que se les debe prestar atención especial y continua para que causen el efecto de alto desempeño deseado (Boynton y Zmud, 1986; Bruno y Leidecker, 1984). Los





sistemas de la Administración de la Información de las empresas, deben discriminar y ser selectivos, se deben enfocar en los “Factores de Éxito”. De acuerdo con Daniel, R. 1961, Rockart, 1979 y Martin, E., 1982, pueden ser de tres a seis los factores que determinen el éxito, estos trabajos claves deben realizarse de forma excesivamente bien para lograrlo.

Crescenzi y Rockart en 1984, mencionan que durante las últimas tres décadas, la introducción de la computadora asiste en todas las funciones de las empresas que la mayoría de las corporaciones las empieza a utilizar. Sin embargo la alta dirección no se ha involucrado, se ha mantenido distante. La alta dirección ha observado el desarrollo y el uso de los sistemas de información. Por lo que, los ejecutivos están deseosos de obtener la información correcta que los ayude a manejar el cambio.



3.2 Beneficios

Al aplicar los FCE los gerentes se benefician:

- La identificación de los FCE permite una definición clara de la información que debe ser coleccionada por la empresa y limita la colección costosa de datos innecesarios.
- El proceso presiona a los gerentes a desarrollar indicadores para aquellos FCE.
- La identificación de los FCE mueve a la empresa ya que enfoca la atención en aquellos datos que de otra forma no serían coleccionados pero son importantes para el éxito de la función involucrada (Rockart J., 1979).



3.3 Los Factores Críticos de Éxito (FCE) de Seis Sigma



La especificación y la medida de los FCE de Seis Sigma, permiten a la dirección obtener una mejor comprensión de las prácticas de Seis Sigma (Deshmuckh, 2009). Por ejemplo, en un proceso de maquinado de metal, el tipo de material y su condición, su habilidad, profundidad de corte, avance y velocidad afectan el éxito. En un proceso de auditoría los objetivos, el método, el tiempo la competencia del auditor, el acceso al lugar, a los datos y la disponibilidad de la gerencia afectan el éxito. Si alguna de estas actividades sale mal, y sin la secuencia de las actividades, el resultado esperado no será alcanzado.

Una revisión de literatura sobre los Factores Críticos de Éxito para la implementación efectiva de Seis Sigma y su relación con la ventaja competitiva en diferentes sectores de manufactura de productos industriales y de servicios, se presenta en el Cuadro 3.1.





Cuadro 3.1. Factores Críticos de Éxito para la implantación efectiva de Seis Sigma. Elaboración propia.

	Prabhushankar, et al. 2008	Chung, et al. 2008	Chakrabarty y Tan, 2008	Trad, et al. 2009	Deshmuck y Lackhe, 2009	Gabor, et al. 2010	Gosnik y Vujica, H. 2010	Zailani y Sasthriyar, 2011	Sivakumar y Muthusamy, 2011	Rajeshkumar, U., 2011
Entrenamiento	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia	Compromiso Gerencia
 Enlazar Seis Sigma con el cliente	Definición clara de los requisitos del cliente	Apoyo a miembros del equipo de Seis Sigma	Selección de proyectos de Seis Sigma		Infraestructura organizacional	Comprender metodología Seis Sigma	Comprender metodología Seis Sigma	Comprender metodología Seis Sigma	Entender metodología de Seis Sigma	Selección de miembros del equipo para proyectos de Seis Sigma
Dar prioridad a la selección de los proyectos	Selección de proyectos de Seis Sigma		Entrenamiento	Entrenamiento		Relacionar Seis Sigma con la estrategia del negocio	Evaluar, dar prioridad los proyectos de Seis Sigma	Evaluar, dar prioridad los proyectos de Seis Sigma	Evaluar, dar prioridad los proyectos de Seis Sigma	Desarrollar el sistema de planeación
Habilidades de administración de proyectos	Revisión de proyectos de Seis Sigma		Selección, y seguimiento a proyectos de Seis Sigma	Habilidades administración de proyectos		Relacionar Seis Sigma con los clientes	Enlazar Seis Sigma con la estrategia del negocio	Enlazar Seis Sigma con la estrategia del negocio	Entrenamiento	Entrenamiento
Cambio de cultura	Entrenamiento		Seguimiento de proyectos con MBB, BB, GB y líderes	Relacionar Seis Sigma con clientes		Seleccionar los proyectos, revisiones y monitorearlos.	Enlazar Seis Sigma con los proveedores	Enlazar Seis Sigma con los proveedores		Comunicación efectiva en el programa Seis Sigma
 Compromiso de la alta Gerencia	Mejorar la comunicación		Capacidad de trabajo en equipo	Relacionar Seis Sigma con las estrategias del negocio		Infraestructura de la organización	Enlazar Seis Sigma con Recurso Humano	Enlazar Seis Sigma con Recurso Humano		Dar prioridad y selección a los proyectos

Capítulo 4. La industria automotriz y el sector de autopartes en México

La industria automotriz mexicana está formada por el sector terminal de producción de vehículos- conformado por las ensambladoras o armadoras- así como por las productoras de autopartes; éstas son partes y componentes automotrices.

El producto final de esta industria- los vehículos- son consumidos tanto por el mercado interno así como por distintos países del mundo a donde son exportados. Las ensambladoras incluyen a las autopartes en su proceso productivo puesto que son éstas las que complementan el cuerpo de los vehículos que producen. Las carrocerías, los asientos, los arneses, etc. forman un todo: el automóvil (Martin, 2011).

En México, la industria automotriz ha representado un sector estratégico para el desarrollo del país. Su participación en las exportaciones, la coloca como la industria más importante, superando incluso al sector petrolero (Secretaría de Economía, 2012). Una comparación de la producción de autos entre México y EU muestra que los costos en México son 12% más bajos, una clara ventaja





competitiva que es complementada por factores tales como: Tratados de intercambio comercial con más de 44 países que garantizan acceso preferencial a mercados en tres continentes, proximidad geográfica al mercado de EU y fácil acceso a otros mercados claves, con el cual reduce costos de transporte y tiempos de entrega, el país cuenta con plantas de ensamble por diecinueve de las compañías principales en la industria global, las principales trescientas empresas Tier 1 proveedores globales tienen presencia en México, con una bien estructurada cadena de valor organizada en clústeres dinámicos y competitivos y el mercado doméstico continúa creciendo de forma constante y se basa una estructura demográfica que se enfoca en grupos de edades con un alto poder económico.



4.1 Autopartes mayores para vehículos ligeros

Los componentes mayores requieren de un alto grado de sofisticación, de las empresas que producen, este tipo de componentes basan su producción en manufactura avanzada, innovación tecnológica desarrollada y producción elevada a un bajo costo, algunos ejemplos de estos componentes son:

Bombas	Sistemas de aire acondicionado
Arnés principal	Radiadores
Coronas y piñones	Compresores
Sistemas de seguridad	Sistemas de inyección
Carrocerías	Catalizadores
Suspensiones	Alternadores
Bolsas de aire	Indicadores



El dinamismo de la industria está enraizado en la recuperación automotriz en el mercado de EU que resultó en 2011 y en 2012, dado que las personas no cambiaban sus vehículos durante el principio de la crisis en 2008 y 2009, empezaron a renovarlos en 2011. México es el proveedor principal de autopartes a los EU, entregando hasta el 30% de los requerimientos del mercado.

En México, la ventaja es clara, existe una industria sana, que es competitiva en varios sectores, la calidad de la mano de obra Mexicana es excelente y también el entrenamiento ofrecido por las empresas son de primera.

La industria automotriz requiere de componentes pequeños, de bajo costo, confiables, resistentes, no sensibles a altas y bajas temperaturas y a la vibración.

Capítulo 5.0 Resultados

A continuación se presentan los resultados de este estudio, las empresas que participaron, el análisis descriptivo y correlacional de los datos, el análisis inferencial para responder a las preguntas de investigación.



5.1 Trabajo de campo

Con el objetivo de contrastar la hipótesis general, se planificó la realización de una encuesta. La encuesta fue dirigida a las empresas de autopartes de la localidad y se realizó mediante entrevistas cara a cara a personas que ocupan diferentes puestos como son: Black Belts, Green Belts; Gerentes; Ingenieros; Técnicos, entre otros.

El universo muestral fue de cincuenta y un empresas, de las cuales se logró encuestar veintiséis, representando un 50.98% del universo muestral. La muestra se formó por conveniencia ya que este dependía del acceso a la información de las empresas.

Este trabajo de campo se realizó durante el periodo de Enero - Diciembre del año 2014 se procedió a analizar los resultados de los datos cuantitativos y cualitativos del cuestionario se utilizó el software IBM Statistical Package for the Social Sciences versión 20 (SPSS) que se utiliza para realizar análisis estadístico.



5.2 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los datos en cada una de las secciones del cuestionario, se analizaron los datos mediante tablas de frecuencia, media y desviación estándar.



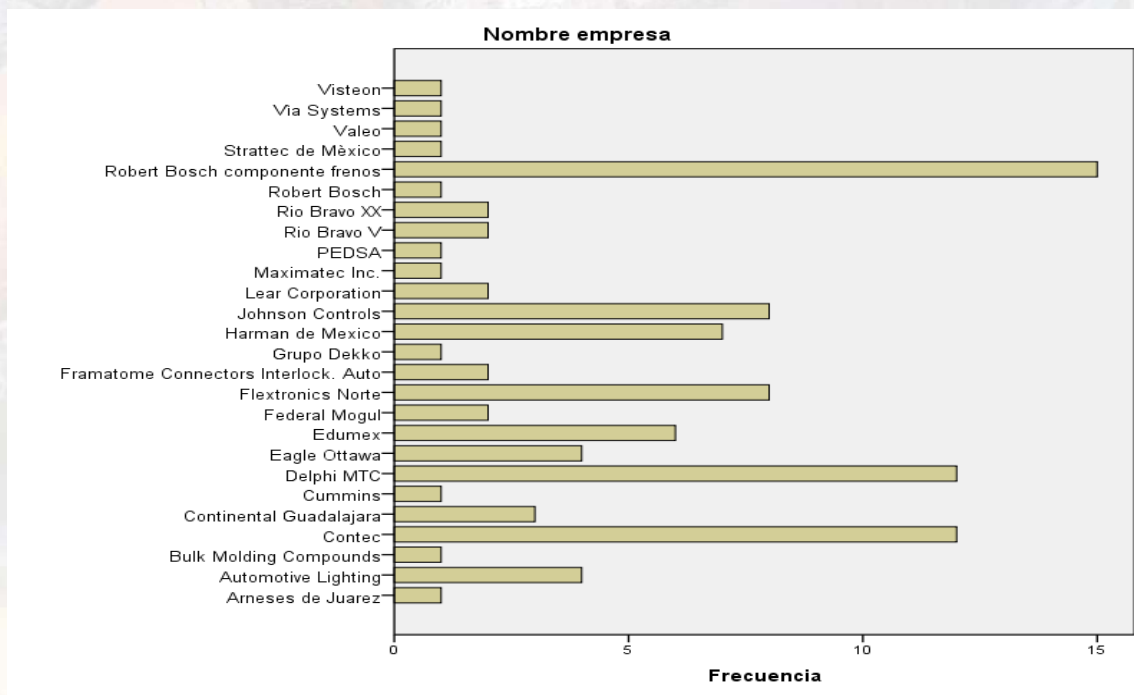
5.3 Información general

El análisis de la colección de datos de la Sección A del cuestionario, nos ayudó a establecer el perfil de las empresas encuestadas. En total se capturaron cien cuestionarios de veintiséis empresas. Ninguno de los casos fueron excluidos. Se observa que la frecuencia relativa más alta la tiene Robert Bosch componente de frenos con 15 respuestas, seguida por Contec y Delphi Mexican Technical Center con 12 respuestas cada una. La Tabla 5-1 indica la frecuencia relativa de cada una de las empresas.





Tabla 5-1 Frecuencia relativa de las empresas



Las preguntas cubren aspectos como el nombre de la empresa y el número de empleados la mayoría de las empresas encuestadas son grandes con más de 500 empleados (Número de empleados de acuerdo al INEGI).

La frecuencia relativa de los puestos de los participantes fueron: 25% Ingenieros industriales; 10% Ingenieros de calidad; 11% Gerentes de calidad; 8% Técnicos; 4% Gerentes de ingeniería; 4% Gerentes de producción; 3% supervisores de producción; 2% gerente de materiales, etc. El 64% de los participantes tienen la edad de 25 a 40 años, 29% tienen 41-60 años, el 6% tienen entre 18-24 y solo el 1% tiene 60 años.

El nivel de educación de las personas que respondieron el cuestionario, se encontró que el 64% licenciatura, 20% maestría, 10% preparatoria; 5% técnico y solo una persona que representa el 1% con nivel de doctorado. El cuestionario fue aplicado a 100 personas de las cuales 75% fueron hombres y 25% mujeres. Se observa preferencia por contratar a hombres en estas empresas más que a mujeres.

El 53% de las empresas han implementado de 1 a 10 proyectos de Seis Sigma al finalizar un año; 31% no han realizado ningún proyecto; el 8% ha realizado más de 30 proyectos y 1% entre 20 y 30 proyectos.

El 29% de las empresas tienen de 1 a 5 años aplicando el programa de Seis Sigma, 5 a 10 años; 17% de 10 a 15 años, el 3% de 15 a 20 años y solo el 3% tiene más de 20 años aplicando Seis Sigma en sus empresas.





El cuestionario indica si los participantes están de acuerdo o en desacuerdo de las siguientes afirmaciones respecto a los FCE al implantar Seis Sigma y que indiquen en la escala con el número (5), que es Indispensable y con (1) que no se toman en cuenta.

Las afirmaciones respecto a los FCE al implantar Seis Sigma que están arriba de la media con desviación baja fueron: 1) La infraestructura de la empresa cuenta con el software Minitab para realizar análisis estadísticos por computadora ($\mu=3.91$ y $\sigma=1.349$); 2) Comprender la metodología DMAIC ($\mu=3.86$ y $\sigma=1.341$); 3) La Alta Dirección da prioridad a la selección de proyectos de Seis Sigma ($\mu=3.77$ y $\sigma=1.262$); 4) La Alta Dirección relaciona los proyectos de Seis Sigma para lograr los objetivos con la estrategia de la empresa ($\mu=3.75$ y $\sigma=1.234$); 5) La Alta Dirección revise y monitoree de forma periódica durante el año los avances de los proyectos de Seis Sigma ($\mu=3.75$ y $\sigma=1.234$); Los empleados involucrados entiendan la metodología y las herramientas de Seis Sigma ($\mu=3.69$ y $\sigma=1.187$).



	Promedio	Desviación estándar	Suma
Infraestructura de la empresa tenga Software Minitab	3,91	1,349	391
Comprender la metodología DMAIC	3,86	1,341	386
La Alta dirección da prioridad a la selección de proyectos	3,77	1,262	377
Relacionar Seis Sigma con la estrategia del negocio	3,75	1,234	375
Seguimiento a los proyectos de Seis Sigma	3,72	1,371	372
Entrenamiento en Seis Sigma sea efectivo	3,69	1,237	369
Exista Seis Sigma en diferentes departamentos	3,69	1,300	369
Empleados entiendan metodología Seis Sigma	3,62	1,187	362
Exista una base de datos de proyectos de Seis Sigma	3,60	1,303	360
Solamente se entrenan a pocos empleados en Seis Sigma	3,37	1,228	337
Existan técnicas para seleccionar a personal que se va a entrenar en Seis Sigma	3,31	1,339	331
Se les pida un nivel de Seis Sigma a los proveedores	3,29	1,395	329
Master Black Belt, Black Belt y Green Belts de tiempo completo	3,27	1,556	327
El empleado sea reconocido y retribuido	3,22	1,284	322
Se incluya en los proyectos de Seis Sigma a los proveedores	3,18	1,395	318
Exista entrenamiento de Seis Sigma para los proveedores	3,12	1,402	312
Se evalúen los entrenadores de Seis Sigma	3,09	1,342	309



Se les descargue tiempo a los empleados para completar proyectos Seis Sigma	3,08	1,269	308
Master Black Belts, Black Belt y Green Belts de tiempo parcial	2,89	1,456	289
Green Belts solamente	2,71	1,373	271

Por los resultados anteriores, se rechaza la hipótesis nula 1 ya que los Factores Críticos de Éxito no coinciden con: Selección de proyectos de Seis Sigma, alta dirección se involucra y se compromete, se relaciona Seis Sigma con la estrategia del negocio, se relaciona Seis Sigma con el recurso humano, infraestructura de la empresa, empleados comprenden Seis Sigma, seguimiento de proyectos y enlazar Seis Sigma con los proveedores.

Se acepta la hipótesis alternativa 1 ya que los Factores Críticos de Éxito no coinciden con lo encontrado durante la revisión de la literatura indica que no existe una sola forma de implementar Seis Sigma y que se han identificado diferentes FCE que son aplicados en diversas culturas y sectores industriales.





Capítulo 6. Conclusiones, comentarios y aportaciones

6.1 Conclusiones

El resultado de este estudio fue que los Factores Críticos de Éxito para la implantación de Seis Sigma en las empresas multinacionales de autopartes en Cd. Juárez, Chihuahua fueron:

- 1) La empresa cuente con el software Minitab
- 2) Comprender la metodología DMAIC
- 3) La Alta Dirección da prioridad a la selección de proyectos de Seis Sigma
- 4) La Alta Dirección relaciona los proyectos de Seis Sigma
- 5) La Alta Dirección revise los avances de los proyectos de Seis Sigma
- 6) Los empleados involucrados entiendan la metodología y las herramientas de Seis Sigma



Los resultados de este estudio no coinciden con: Chakrabarty y Tan, 2008; Chung, et al., 2008; Deshmuck y Lacke, 2009; Gabor, et al, 2010; Gosnik y Vuljica-Herzog, 2010; Rajeshkumar, 2011; Sivakumar y Muthusamy, 2011; Trad et al. 2009; y Zailani y Sasthrivar, 2011; donde el principal Factor Crítico fue la falta del compromiso y el involucramiento por parte de la Alta Dirección; es importante mencionar que estos estudios incluyen diversos sectores industriales no solo la industria automotriz. El estudio refleja que el compromiso y el involucramiento de la Alta Dirección es el tercer Factor Crítico de Éxito en nuestra población con un promedio de 3.77, un valor por encima del promedio pero no se encuentra cerca del valor más alto que es 5.0. Lo que indica que los esfuerzos de las empresas no siempre están apoyadas de una fuerte iniciativa, con una visión de liderazgo para poder lograr un cambio fundamental en la forma como las personas realizan su trabajo.



Es interesante encontrar que el principal Factor Crítico de Éxito de este estudio sea que la empresa cuente con el software para realizar análisis estadístico Minitab, esta respuesta puede ser explicada porque el 35% de ingenieros industriales y de calidad respondieron este cuestionario.

Y el segundo Factor Crítico de Éxito fue que se entienda la metodología de Definir, Medir, Analizar y Controlar los proyectos de Seis Sigma. Esto es muy necesario para llevar a cabo los proyectos.

Varios de los participantes mencionaron que Seis Sigma es muy importante pero que en su empresa no la implantan de forma adecuada como lo realizó Motorola. La forma de aplicar Seis Sigma es deficiente aunque sea un programa bien estructurado. Seis Sigma es una de las mejores prácticas y las empresas se pueden beneficiar de forma significativa. No siempre se aplica bien ni de la misma forma, por lo cual es sujeta a críticas en contra de sus beneficios. Es tiempo que la alta dirección deje de ser observadora y de mantenerse alejada.





6.2 Limitaciones

El no haber utilizado un método probabilístico aleatorio, se limita el poder realizar generalizaciones de los resultados encontrados.

La ventaja de haber utilizado el método de muestreo por conveniencia, fue a través de estudiantes de mis estudiantes de la carrera de Ingeniería de Procesos y Operaciones Industriales de la Universidad Tecnológica de Cd. Juárez, lugar donde trabajo, los cuales me facilitaron el acceso a las empresas y tuve la oportunidad de realizar las entrevistas cara a cara.

El método de muestreo por conveniencia utilizado, puede llevar a una baja representación de las empresas, existe la posibilidad de sesgo, dado que la muestra puede no ser representativa de la población bajo estudio.

6.3 Recomendaciones

La Alta Dirección debiera convertirse en agentes activos y convencidos de Seis Sigma para que puedan comunicar de forma clara y consistente a la organización para poder implantar proyectos, no solo en los departamentos de Operaciones sino extender el programa hacia todos los departamentos de la empresa, incluyendo a sus proveedores.

Seis Sigma se implanta con una estructura organizacional donde el entrenamiento es continuo y se forman equipos de trabajo multifuncionales guiados por Master Black Belts, Black Belts y Green Belts. En la industria de autopartes multinacionales de la industria automotriz solo una empresa contaban con un Black Belt de tiempo completo. La mayoría solo da entrenamiento a Green Belts y no cuentan con mentores en la aplicación de las herramientas estadísticas adecuadas que serían los Black Belts o Master Black Belts, esto ocasiona que exista confusión y causa que los proyectos no se lleven a cabo o queden incompletos.

Los empleados deben ser entrenados, deben ser motivados por el logro significativo de ahorro al completar sus proyectos de Seis Sigma. El Éxito de la implantación de Seis Sigma a través del tiempo dependerá de la habilidad de los líderes de las empresas, que sea parte de su filosofía el adoptar estos estándares de trabajo y adoptar los principios de reducción de defectos y de tomar decisiones en base a datos duros para mejorar



7.0 Referencias

Arias, L., Portilla, L., & Castaño, J. (2008). Aplicación de seis sigma en las organizaciones. *Redalyc*, 265-270.

Bloomberg. (March 19th. de 2015). Honda adds more vehicles to U.S. recalls on Takata airbag flaws . *Automotive News*.

Brace, I. (2010). *Diseño de cuestionarios*. México: Grupo Editorial Patria.

Brady, J. E., & Allen, T. T. (2006). Six Sigma literature: a review and agenda for future research. *Quality and reliability*, 335-367.

DeMeter, B. (22 de May de 2012). 5 of the largest car Recalls in history. *Investopedia*, pág. 1. Recuperado el May 22 de May de 2014, de <http://www.investopedia.com/slide-show/car-recalls/?article=1>.

Deshmukh, S., & Lakhe, R. (2009). Development and Validation of an instrument for six sigma implementation in small and medium sized enterprises. *Second International Conference on emerging trends in engineering and technology*, 790-797.

Gabor, & Munteanu. (2010). A short overview on Six Sigma. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, 183-188.

Gosnik, D., & Vujica-Herzog, N. (2010). Success Factors for Six Sigma implementation in Slovenian Manufacturing Companies. *Advances in Production Engineering and Management*, 205-2016.

General Motors. (14 de June de 2014). *GM Ignition recall safety information*. Obtenido de GM recallcenter:<http://www.gmignitionupdate.com/product/public/us/en/GMIgnitionUpdate/lacrosse.html>

Guerra, M. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association*. Mexico: Manual Moderno.

Hallam, C. R., Muesel, J., & Flannery, W. (2010). Analysis of the Toyota Production System and the Genesis of Six Sigma Programs: An imperative for understanding failures in technology management culture transformation in traditional manufacturing companies. *IEEE*.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw Hill.

Juran, J., & Blaton, G. (2001). *Manual de calidad*. Espana: McGraw Hill.





Kumar, M., Antony, J., Antony, F., & Madu, C. (2007). Winning customer loyalty in an automotive company through Six Sigma: a Case Study. *Quality and reliability Engineering International*, 849-866

Jamali, G., Ebrahimi, M., & Abbaszadeh, M. A. (2010). TQM implementation: An investigation of Critical Success Factors. *IEEE*, 112-116.

Kumar, S., & Gupta, Y. P. (1993). Statistical Process Control at Motorola's Austin Assembly Plant. *Institute for Operations Research and the Management Sciences*, 84-92.

Law, R., Zhang, L., Beh, H., Kmetec, J., Wall, F., Chan, C., & Koay, H. (2008). International electronics manufacturing technology conference. 1-7.

Linderman, K., Schroeder, R., S., Z., & Choo, A. (2003). Six Sigma: A goal theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 193-203.

Malhotra, N. K. (2004). *Basic Marketing Research applications to contemporary issues*. Pearson Prentice Hall.

Merli, G. O. (2012). Gestión de la calidad: Control Estadístico y Seis Sigma. *TELOS: Revista de estudios interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 269-274.

Montgomery, D., & Woodall, W. (2008). An overview of Six Sigma. *International Statistical Review*, 329-346.

NBC News. (22 de December de 2014). Obtenido de NBC News Business: <http://www.nbcnews.com/storyline/gm-recall/gm-faulty-ignition-switch-compensation-claims-rise-again-n273116>

Rockart, J. (1979). Chief Executives define their own information needs. *Harvard Business Review*, 81-92.

Secretaría de Economía. (2012). *Industria Automotriz*. Mexico, D.F.: Secretaría de Economía.

Tlapa, D. A. (2013). *Factores criticos para la implementacion exitosa de la metodologia Seis Sigma en la industria de Baja California*. Baja California.

Yudi, A. & Osada, H. (2010). An empirical study on Six Sigma phase based implementation and the roles of top management and upper managers. *IEEE* 10. 269-274.

Zailani, S. y Sasthriyar, S. (2011). Investigation on the Six Sigma Critical Success Factors. *European Journal of Scientific Research*. Vol. 57. No. 1. Pp.124-132.





Zwikael, O., & Globerson, S. (2005). From Critical Success Factors to Critical Success Processes. *International Journal of Production Research*, 3433-3449.

