

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA COMO ESTRATEGIA DE
MEJORA EN PYMES DE LATINOAMÉRICA

MARÍA JULIANA ORTIZ TOVAR

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD
BOGOTÁ D.C.
2020

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA COMO ESTRATEGIA DE
MEJORA EN PYMES DE LATINOAMÉRICA

MARÍA JULIANA ORTIZ TOVAR

Monografía para optar el título de
Especialista en Gerencia de la Calidad

Orientador:

Angélica María Álzate Ibáñez
PhD., Ingeniera Química

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD
BOGOTÁ D.C.
2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de la Especialización

Firma del calificador

Bogotá D.C., marzo de 2020

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrado

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Director Especialización en Gerencia de la Calidad

Dr. Emerson Mahecha Roa

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS	15
1. METODOLOGÍA	16
2. ANTECEDENTES Y CONCEPTO DE SIX SIGMA	18
2.1 IMPLANTACIÓN MODELO DE MEJORA SIX SIGMA	21
2.1.1 Roles de Six Sigma.	22
2.1.2 Métricas Six Sigma.	26
2.1.3 DMAIC.	27
2.2 PYMES EN COLOMBIA Y A NIVEL LATINOAMÉRICA	29
2.2.1 Importancia de las Pymes en la estructura económica de algunos países latinoamericanos.	29
2.2.2 PIB y su relación con la metodología Six Sigma.	36
2.2.3 Estudios de Six Sigma en Pymes de Latinoamérica.	37
3. COMPARATIVO DE LOS BENEFICIOS OBTENIDOS AL IMPLEMENTAR EL MODELO SIX SIGMA	43
3.1 BENEFICIOS PERCIBIDOS POR LAS PYMES Y LAS GRANDES COMPAÑÍAS A NIVEL LATINOAMÉRICA	45
3.1.1 Beneficios en términos de competitividad.	52
3.1.2 Beneficios en términos de productividad.	54
4. FACTORES CLAVE A CONSIDERAR POR LAS PYMES PARA UNA EXITOSA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA	57
4.1 FACTORES CLAVE QUE DEBEN SER ADOPTADOS POR LAS PYMES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE MEJORA	57
4.1.1 Retos a los que se enfrentan las pymes durante el proceso de implementación del modelo.	62
5. CONCLUSIONES	66
6. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Roles de Six Sigma.	24
Cuadro 2. Estudios de Six Sigma en Pymes de Latinoamérica.	38
Cuadro 3. Beneficios comunes percibidos por las Pymes y las grandes compañías.	44
Cuadro 4. Beneficios adquiridos bajo los niveles 3 y 6 sigma.	45
Cuadro 5. Factores clave de éxito del programa Six Sigma en las Pymes.	59
Cuadro 6. Fortalezas y Debilidades generalizadas de las Pymes.	60
Cuadro 7. Criterios del ciclo DMAIC adaptados a las características de las Pymes.	62
Cuadro 8. Atribuciones con mayor o menor dificultad de aplicación en las grandes y pequeñas compañías.	64

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Mipymes y su evolución (PIB) durante el período 2000-2017.	32
Gráfico 2. Cantidad anual de Mipymes por segmento en Brasil, 2006-2015.	33
Gráfico 3. Evolución de la productividad laboral por tamaño de empresa.	36

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Niveles de Six Sigma.	20
Tabla 2. Cantidad de empresas según tamaño y sector de América Latina.	30
Tabla 3. Empleo según sector económico y tamaño de empresa.	31
Tabla 4. Distribución empresarial por tamaño y sector, 2011-2015.	34
Tabla 5. Características económicas según tipo de empresa, 2013.	35
Tabla 6. PIB por país y documentos encontrados.	37
Tabla 7. Beneficios caso Bloquera Medina, México.	47

GLOSARIO

CALIDAD: “grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos”¹.

ESTRATEGIA: “es un conjunto de compromisos y actos integrados y coordinados, cuyo objetivo es explotar las competencias y conseguir una ventaja competitiva”².

PYMES: sigla para definir a las micro, pequeñas y medianas empresas como “toda una unidad de explotación económica, realizada por persona natural y jurídica”³, las cuales en Colombia, de acuerdo con la ley 590 de 2000, “corresponden a empresas que tienen una planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores en el caso de las micro y entre once (11) y doscientos (200) trabajadores para las pequeñas y medianas empresas; o que tienen activos totales por valor inferior a quinientos uno (501) SMLV para las micro; entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.000) SMLV para empresas pequeñas o entre cinco mil uno (5.001) y quince mil (15.000) SMLV para empresas medianas”⁴.

SIX SIGMA: “metodología rigurosa de mejora que permite a partir del empleo de un amplio conjunto de herramientas estadísticas, llegar a 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades en uno o más procesos dentro de una organización”⁵.

¹ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistemas de gestión de la calidad: fundamentos y vocabulario. NTC-ISO 9001. Bogotá D.C. El instituto, 2015. 20 p.

² HITT, Michael; IRELAND, Duane y HOSKISSON, Robert. Administración y competitividad estratégica. En: Administración estratégica: Competitividad y globalización conceptos y casos. [Google Académico]. 7 ed. México D.F.: Cengage Learning Editores S.A., 2008. p. 2. [consultado 9, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: file:///E:/ART%C3%8DCULOS%20IMPORTANTES%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20DE%20LA%20MONOGRAF%C3%8DA/TODO%20BRE%20SIX%20SIGMA%EF%80%A8/SIX%20SIGMA..pdf

³ COLOMBIA, EL CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 590. (2010). Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa. Gestor normativo. Bogotá, D.C., 2010. No. 2473. p. 2. [consultado 10, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=12672>

⁴ Ibid., p. 2.

⁵ BARVIERO, Cristina A., *et al.* La importancia de la estadística en estrategias de mejora continua de la calidad. La metodología seis sigma. En: Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas. Escuela de Estadística. [Google Académico]. Argentina. Sec. Publicaciones. Noviembre de 2005. p. [2]. [consultado 9, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: file:///E:/ART%C3%8DCULOS%20IMPORTANTES%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20DE%20LA%20MONOGRAF%C3%8DA/TODO%20SOBRE%20SIX%20SIGMA%EF%80%A8/SIX%20SIGMA..pdf

RESUMEN

En el presente documento se realiza una recopilación de literatura acerca de la implementación de la metodología Six Sigma, como una filosofía gerencial que permite alcanzar mejores niveles de competitividad y productividad empresarial en las Pymes a nivel Latinoamérica. Desde una perspectiva estratégica, se describe el comportamiento de las micro, pequeñas y medianas empresas de los diferentes países y sectores, con el propósito de resaltar, a partir de un contexto propiamente documental, el comportamiento real que han mantenido las Pymes como empresas generadoras de una nueva dinámica de desarrollo económico, incluyente y sostenible.

Conjuntamente, se describen los beneficios percibidos por las Pymes y las grandes corporaciones tras implementar el modelo de mejora, con la intención de demostrar que Six Sigma puede ser una metodología efectiva en las pequeñas empresas y, que al igual que en las compañías de gran tamaño, el modelo puede ofrecer grandes beneficios.

Finalmente, se detallan las investigaciones de autores que han manifestado que existen diversos factores críticos que impiden que las Pymes logren alcanzar en la misma proporción, los beneficios que obtienen las grandes compañías por la implementación del modelo Six Sigma. Para tal fin, se señalan los factores que pueden llegar a restringir el logro de los resultados esperados, en las empresas con bajos volúmenes de producción.

Palabras clave: Modelo Six Sigma, calidad, competitividad, productividad, Pymes, grandes compañías.

ABSTRACT

In this document a compilation of literature about the implementation of the Six Sigma methodology, as a management philosophy that allows reaching higher levels of competitiveness and business productivity in SMEs at a Latin American level is done. From a strategic perspective, the behavior of micro, small and medium enterprises in different countries and sectors is described, with the purpose of highlighting, from a properly documentary context, the real behavior that SMEs have maintained, as generating companies of a new dynamic of economic development, inclusive and sustainable.

Together, the benefits perceived by SMEs and large corporations after implementing the improvement model are described, with the intention of demonstrating that Six Sigma can be an effective methodology in small businesses and, as in large companies , the model can offer great benefits.

Finally, the investigations of authors who have stated that there are several critical factors that prevent SMEs from achieving in the same proportion, the benefits that large companies obtain from the implementation of the Six Sigma model are succinctly detailed. For that purpose, the factors that may restrict the achievement of the expected results are indicated in companies with low production volumes.

Keywords: Six Sigma model, Quality, Competitiveness, Productivity, SMEs, Large companies.

INTRODUCCIÓN

Indudablemente para las organizaciones, la creciente evolución que se ha generado a nivel empresarial, representa un esfuerzo disciplinado y exigente frente a la buena toma de decisiones empresariales. Puntualmente, Montoya y Castellanos⁶, afirman que la dinámica de expansión operacional de las grandes compañías, los altos índices de rivalidad y concurrencia de organizaciones sustituibles dentro del sector y la aversión de acoplo a un mercado cambiante, son los factores que actualmente, representan un problema real para aquellas organizaciones con dificultades de competitividad y bajo desempeño operacional. Globalmente es visible un contexto competitivo de negocio, por tanto, es fundamental que las empresas creen un ambiente de competitividad y productividad favorable y sostenida, a fin de lograr adoptar una filosofía gerencial que les permita contribuir al nivel de desarrollo industrial de América Latina.

Sin embargo, como bien lo dice Ángel⁷, alcanzar mayores ingresos y un ahorro en costos del despilfarro derivados de la disminución de defectos y de los menores tiempos de ciclo en los procesos, logrando al mismo tiempo satisfacer y cumplir de manera competente con las necesidades y requisitos demandados por los clientes, se hace cada vez más difícil. Según Eckes⁸, las compañías existen para ser rentables, pero, para generar utilidad también deben ser eficientes -reconociéndose ésta como la cantidad de recursos que el negocio consume para ser eficaz- de modo que también deben concentrarse en la eficacia; en dicho orden de ideas, orientar los esfuerzos en el cliente sin atender la eficiencia y la eficacia no es una buena decisión empresarial. Es así, como la adopción de metodologías gerenciales con un enfoque en la calidad, como lo son la Administración Total de la Calidad (TQM), Six Sigma o Manufactura Esbelta, se convierten en un objetivo ambicioso para aquellas empresas que buscan mejorar de manera considerable la productividad y competitividad del negocio.

⁶ MONTOYA R., Alexandra; MONTOYA R., Iván y CASTELLANOS, Oscar. Situación de la competitividad de las PYME en Colombia: elementos actuales y retos. En: Agronomía Colombiana. [Google Académico]. Enero-abril 2010, Vol. 28, nro. 1, p. 107. ISSN 0120-9965. [consultado 6, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180315651012>

⁷ ÁNGEL, Luz Dary. Modelos y herramientas utilizados en la implementación de sistemas de gestión de calidad. En: Centro de Investigación en Competitividad Empresarial. Especialización en Gerencia de la Calidad. [Google Académico]. Bogotá, D.C. Sec. Publicaciones. 20 de octubre de 2015. p. [172]. [consultado 20, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6298/1/COL0082009-2015-3-1-GC.pdf>

⁸ ECKES, George. ¿Por qué mi compañía ha adoptado el Six Sigma?. En: El Six Sigma para todos. [Google Académico]. 20 ed. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2004. p. 13-19. [consultado 6, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wcPI_l47fk4C&oi=fnd&pg=PA7&dq=PORQUE+APLICAR+SIX+SIGMA&ots=NNySJhFPUX&sig=AMLK0X5N20thjyRwXnNjyGi1Gg#v=onepage&q=PORQUE%20APLICAR%20SIX%20SIGMA&f=phase

Ahora bien, según la Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE)⁹, en América Latina las pequeñas y medianas empresas generan la mitad de los puestos de trabajo, son el 90% del tejido empresarial y suponen el 28% del Producto Interno Bruto (PIB), de esta manera, representan un papel importante en el progreso de la economía y una buena oportunidad para el emprendimiento, el progreso y el autoempleo. No obstante, son las que más dificultades evidencian al momento de implementar la metodología de mejora Six Sigma.

Dentro de esta perspectiva y reconociendo la importancia que tienen las Pymes en el crecimiento económico y las limitaciones tanto internas como externas que les pueden dificultar llevar a cabo procesos de fortalecimiento y expansión empresarial, especialmente los derivados de la implementación del modelo Six Sigma como una base organizada, estructurada y esencial para alcanzar los fines expuestos, la presente revisión de literatura pretende detallar tanto los beneficios como los principales obstáculos que enfrentan las mismas en la actualidad, con el propósito de que logren evidenciar posibles oportunidades de mejora, refuercen sus niveles de productividad y competitividad y consigan alcanzar rendimientos por encima del promedio de todas las empresas de igual tamaño que les pueden sustituir.

La revisión documental presentada a continuación se divide en tres capítulos. En primera instancia, se desarrolla el concepto, la evolución y la aplicabilidad del Six Sigma en Pymes de Latinoamérica, esto sustentado a partir de casos de estudio. Luego, se enfatiza en los beneficios registrados por diversas empresas y sectores, adicional a las fortalezas que destacan las pequeñas empresas en relación a las grandes corporaciones y las limitaciones que han sido sustentadas por diversos autores. Finalmente, se realiza una síntesis de las conclusiones y recomendaciones evidenciadas durante el desenlace del presente documento.

⁹ CONFEDERACIÓN ESPAÑOLA DE ORGANIZACIONES EMPRESARIALES. Las Mipymes generan el 28% del PIB en Latinoamérica pero carecen aún del impulso necesario. [Google Académico]. Madrid. 06 de marzo de 2018. [consultado 20, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.ceoe.es/es/contenido/actualidad/noticias/las-mipymes-generan-el-28-del-pib-en-latinoamerica-pero-carecen-aun-del-impulso-necesario>

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar el estado actual de la literatura sobre la implementación del modelo Six Sigma como estrategia de mejora de la productividad y competitividad de las PYMES Latinoamericanas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir el modelo Six Sigma como estrategia de mejora en la Industria pequeña y mediana a nivel Latinoamérica.
- Comparar los beneficios que se obtienen al implementar la metodología Six Sigma entre las grandes compañías y las PYMES de Latinoamérica, abarcando las principales limitaciones que se han evidenciado en su implementación.
- Detallar los principales obstáculos que le dificultan a las PYMES llevar a cabo procesos de fortalecimiento y expansión empresarial, especialmente los derivados de la implementación del modelo Six Sigma.

1. METODOLOGÍA

La metodología establecida para el desarrollo del presente trabajo fue definida en cuatro etapas, cuyo desglose contempla el tipo, enfoque y alcance de investigación; las fuentes de información y el detalle de cada una de las actividades que dan cumplimiento a los tres objetivos específicos ya establecidos. Las etapas se describen a continuación:

- **Tipo de investigación:** La presente investigación es de tipo documental, debido a que su desenlace es respaldado principalmente por la consulta y posterior recopilación de fuentes documentales de alta confiabilidad y aceptación, semejantes a libros, revistas, artículos, bases de datos y tanto documentos físicos como digitales.
- **Enfoque y alcance de la investigación:** Al tratarse de una revisión de literatura, la presente monografía pretende dar solución al problema de investigación a través de un enfoque cualitativo, de tal manera que su desenlace proyecte previos estudios de casos y un análisis documental que permita difundir tanto observaciones propias como las aportadas por diversos autores expertos en el tema.

Por su parte, el alcance de la investigación es de carácter descriptivo, ya que busca caracterizar un fenómeno a partir de un objeto de estudio que ya ha sido identificado, establecido y soportado dentro de un contexto teórico sólido.

- **Fuentes de información:** El desarrollo de la investigación, adopta como principal herramienta de información las fuentes secundarias, de tal manera que interpreta y analiza los hallazgos de quienes directamente presenciaron los hechos o generaron ideas lo suficientemente amplias, confiables y de valor para abordar la presente monografía. Para tal fin, se destacan las siguientes:
 - Bases de datos de apoyo a la investigación: Scopus, Emerald Insight, Ebsco Host y Google Académico.
 - Tesis de maestría o doctorales, artículos científicos.
 - Documentos físicos proporcionados por la Fundación Universidad de América: libros, revistas.
- **Actividades detalladas:** En aras de dar cumplimiento a los objetivos específicos anteriormente expuestos, se establecieron las siguientes actividades, las cuales permiten secuencialmente, abordar de manera amplia y completa cada uno de los mismos, para que finalmente en conjunto, den respuesta al objetivo general.
 - **Describir el modelo Six Sigma como estrategia de mejora en la Industria pequeña y mediana a nivel Latinoamérica:**

- Definir el concepto Six Sigma y la evolución que ha tenido a lo largo de los años;
- Describir la implementación del modelo de mejora Six Sigma haciendo énfasis en los roles, métricas y cada una de las etapas que lo componen (DMAIC);
- Investigar sobre la importancia de las PYMES en Colombia y a nivel Latinoamérica;
- Revisar estudios de caso que comprueben que la implementación del modelo Six Sigma sí ha generado mejoras en la productividad y competitividad en las pequeñas y medianas empresas a nivel Latinoamérica.
- **Comparar los beneficios que se obtienen al implementar la metodología Six Sigma entre las grandes compañías y las PYMES de Latinoamérica, abarcando las principales limitaciones que se han evidenciado en su implementación:**
 - Definir los términos de competitividad y productividad dentro del marco empresarial;
 - Identificar las limitaciones que han evidenciado las PYMES en la implementación del modelo;
 - Mostrar los beneficios percibidos por las grandes compañías y las PYMES a nivel Latinoamérica;
 - Indagar a través de estudios de casos lo anteriormente expuesto.
- **Detallar los principales obstáculos que les dificultan a las PYMES llevar a cabo procesos de fortalecimiento y expansión empresarial, especialmente los derivados de la implementación del modelo Six Sigma:**
 - Describir los factores externos e internos de las PYMES, sus características y necesidades frente al sector, la competencia y la identificación de las ventajas competitivas que les permiten subsistir en el mercado actual;
 - Enunciar y explicar los principales factores que las PYMES deben adoptar para implementar el modelo Six Sigma;
 - Detallar las limitaciones que enmarcan las mismas frente a la implementación del modelo y sustentar lo anteriormente expuesto a partir de estudios de caso.

2. ANTECEDENTES Y CONCEPTO DE SIX SIGMA

A lo largo de los años han surgido innumerables cambios en las filosofías de calidad y las normas ISO. Sin embargo, la mejora continua al ser una de las más destacadas, se proyectó como la respuesta a lo que frecuentemente representaría un problema real para aquellas organizaciones con dificultades de competitividad y bajo desempeño operacional. De tal manera, que para subsanar los problemas generados, especialmente los derivados de la gestión de procesos, las organizaciones incluyeron programas tales como los círculos de calidad, la reingeniería, la filosofía de cero defectos, TQM, etc., metodologías que según Gómez, Villar y Tejero¹⁰, al ser tomadas con indiferencia por los mandos intermedios y el personal, después de un tiempo simplemente se desvanecen. Ante lo anteriormente expuesto, surge el siguiente cuestionamiento: ¿Qué es lo que hace diferente a Six Sigma?

Abordando los estudios de Gutiérrez¹¹, Six Sigma se introdujo por primera vez en el año 1987 por Motorola con la intención de reducir los defectos de productos electrónicos. No obstante, no fue la única que en acompañamiento de los altos directivos decidió consolidar la estrategia, las compañías Allied Signal (actualmente, Honeywell) en 1994 y General Electric (GE) en 1995, decidieron fuertemente junto con sus presidentes, Larry Bossidy y Jack Welch, encabezar el programa y contribuir con el desarrollo de las herramientas. A pesar de que Larry y Jack años más tarde dispusieron sus recursos, métodos y pensamientos estadísticos, fue el Ingeniero Bill Smith, ejecutivo de la empresa Motorola, quién más tarde se convertiría en el padre del modelo Six Sigma. Bill, presentó una investigación en la que concluía “que si un producto defectuoso era corregido durante el proceso de producción, otros productos defectuosos no serían detectados hasta que el cliente final los recibiera y que por su parte, si un producto era elaborado libre de errores, éste rara vez le fallaría al cliente”¹²; dicha investigación y posterior fundamentación del modelo, en el año 1988 llevó a Motorola a ganar el Premio Nacional de Calidad Malcom Baldrige, en los Estados Unidos.

¹⁰ GÓMEZ FRAILE, Fermín; VILLAR BARRIO, José Francisco y TEJERO MONZÓN, Miguel. El Seis Sigma. En: Seis Sigma. [Google Académico]. 2 ed. Madrid: Fundación Confemetal, 2003. p. 43. ISBN 84-95428-88-1. [Consultado 03, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qwumngQPLmUC&oi=fnd&pg=PA9&dq=BENEFICIOS+DEL+SEIS+SIGMA&ots=jUaeukx6W2&sig=beryBtOwy6sHMiJPe6bvKPct23Q#v=onepage&q=BENEFICIOS%20DEL%20SEIS%20SIGMA&f=false>

¹¹ GUTIÉRREZ, Humberto. Introducción a Seis Sigma. En: Calidad Total y Productividad. [e-libro]. 3 ed. México D.F.: McGraw Hill, 2010. p. 280. ISBN 978-607-15-0315-2. [Consultado 23, agosto, 2019]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=3216975&ppg=1>

¹² PÉREZ URREGO, Martha Lucía. Introducción a la Filosofía Seis sigma. En: Seis Sigma: Guía didáctica para Pymes. Ibagué: Ediciones Unibagué, 2013. p. 17. ISBN 978-958-754-084-0.

Estadísticamente, **sigma** (σ) “es la letra griega que se usa para denotar la desviación estándar poblacional (proceso), la cual proporciona una forma de cuantificar la variación que tiene una variable de dicha población o proceso”¹³. Por su parte, **Six Sigma (6 σ)**, “(...) es más que un conjunto integrado que permite la satisfacción total del cliente, desde una filosofía de gestión orientada a la perfección (ausencia de fallos) o a la eliminación sistemática de todas las causas de ineficacia e ineficiencia de las organizaciones, hasta el objetivo de alcanzar una medida del rendimiento”¹⁴. Así mismo, López¹⁵ menciona que el Six Sigma es una metodología de mejora que se define en dos niveles: operacional y gerencial. En el nivel operacional se hacen uso de herramientas estadísticas que permiten implementar mediciones con el propósito de controlar los posibles defectos, mientras que en el nivel gerencial, lo que se pretende es lograr la participación de los trabajadores para que cada proceso pueda ser gestionado, mejorado e impacte positivamente en la calidad del producto y/o servicio.

Con el propósito de demostrar el nivel de defectos registrados durante los procesos de variación, se hace uso de la distribución normal (Ver **Figura 1**) como una representación gráfica que facilita el análisis de datos y permite la toma de decisiones con orientación de calidad en los procesos evaluados. Como bien lo dice López, gráficamente indica los niveles de mejora como porcentajes de error de un proceso, “donde el área bajo la curva indica los niveles y valores, con porcentaje de confiabilidad diferentes que comprenden el valor de la media de los datos y las desviaciones hacia la izquierda y derecha que dependen del nivel de confiabilidad”¹⁶. Ahora bien, “un proceso con capacidad Six Sigma, significa que mantiene una distancia de seis veces la desviación estándar entre la media del proceso y los límites de especificación, es decir, que la variación del proceso se reduce de tal forma que solo se producen 3,4 oportunidades de defecto por cada millón de unidades producidas y su rendimiento es del 99.9997%”¹⁷. El concepto basado en un estándar se presenta en la **Tabla 1**.

¹³ GUTIÉRREZ. Op. cit., p. 280.

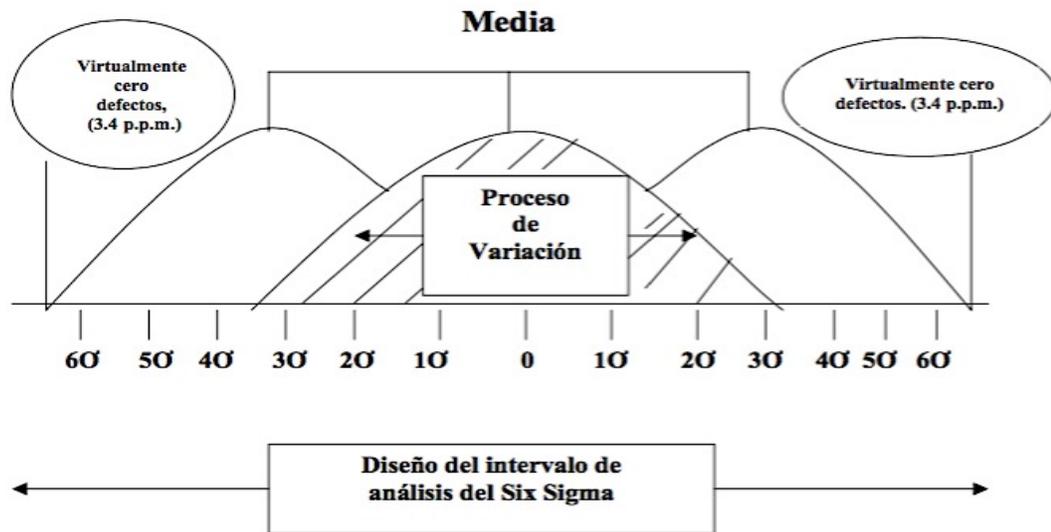
¹⁴ PÉREZ. Op. cit., p. 18.

¹⁵ LÓPEZ, Gustavo. Metodología Six Sigma: Calidad industrial. En: Instituto de Ingeniería-UABC. [Google Académico]. México D.F. Sec. Publicaciones. 22 de agosto de 2010. p. [3]. [consultado 9, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emprendices.co/metodologia-six-sigma-calidad-industrial/>

¹⁶ Ibid., p. 9.

¹⁷ PÉREZ. Op. cit., p. 18.

Figura 1. Representación gráfica de los niveles de la mejora Six Sigma.



Fuente: LÓPEZ, Gustavo. Metodología Six Sigma: Calidad industrial. En: Instituto de Ingeniería-UABC. [Google Académico]. México D.F. Sec. Publicaciones. 22 de agosto de 2010. p. [3]. [consultado 9, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emprendices.co/metodologia-six-sigma-calidad-industrial/>

Tabla 1. Niveles de Six Sigma.

Nivel Sigma(σ)	Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	Costo de la no calidad (% ventas)	Rendimiento
2	308 537	30 al 40%	69%
3	66 807	20 al 30%	93,30%
4	6 210	15 al 20%	99,30%
5	233	10 al 15%	99,98%
6	3,4	< 10%	99,9997%

Fuente: ESCALANTE VÁSQUEZ, Edgardo J. Seis sigma metodología y técnicas, Citado por PÉREZ URREGO, Martha Lucía. Introducción a la Filosofía Seis sigma. En: Seis Sigma: Guía didáctica para Pymes. Ibagué: Ediciones Unibagué, 2013. p. 17. ISBN 978-958-754-084-0.

Aunado a lo anterior, se puede confirmar los que para Gutiérrez son las tres áreas prioritarias de acción del Six Sigma y lo que de cierta manera, se contempla como el punto a favor que el modelo enmarca en relación a los demás programas con enfoques de mejora: “Satisfacción del cliente, reducción

de tiempos de ciclo y disminución de los defectos”¹⁸; variables que en términos generales se construyen enlazando los propósitos, metas y objetivos de cualquier organización, y por consiguiente, de la participación y atención constante y enfocada de todos los miembros del equipo de trabajo.

2.1 IMPLANTACIÓN MODELO DE MEJORA SIX SIGMA

Ciertamente, Cruz en su investigación esboza la iniciativa Six Sigma dentro del ámbito conceptual, como un enfoque revolucionario con “gran impacto en la cultura, en las operaciones y en la rentabilidad de las empresas punteras tanto de fabricación como de servicios”¹⁹, que a partir de la medición y el análisis de datos le permite a las organizaciones alcanzar los niveles deseados de excelencia, al mismo tiempo en que se centra en los atributos clave para la satisfacción y superación de las expectativas de los clientes. Partiendo de lo expuesto, la implantación del modelo debe convertirse en “un proceso estructurado que, a partir de una decisión y compromiso de la alta dirección, se despliegue mediante equipos de proyectos, creados y apoyados por expertos en la metodología y herramientas”²⁰. Para tal fin, secuencialmente es primordial que la organización adopte un entendimiento común del enfoque, priorice los proyectos de mejora orientados a los problemas críticos e integre competitivamente el personal a cargo del desarrollo de proyectos.

Sin embargo, antes de hacer énfasis en los roles, métricas y etapas a seguir, es pertinente mencionar lo que para cualquier organización, se convierte en los principios y/o características que permiten visualizar lo que se espera de la empresa dentro de este sistema:

- **Orientación al cliente y enfoque a procesos:** La eficacia de la estrategia Six Sigma (6σ) se define por el impacto que genera en la satisfacción del cliente y por el establecimiento de prioridades que permiten mantener el desarrollo de proyectos de mejora en un desempeño con calidad Six Sigma.

¹⁸ GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 280.

¹⁹ CRUZ M., de Benito Valencia. La mejora continua en la gestión de calidad: Seis Sigma, el camino para la excelencia. En: Economía Industrial. [Google Académico]. 2000, no. 331, p. 59. ISSN 0422-2784. [Consultado 11, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/331/10.CRUZ%20M.%20DE%20BENITO.pdf>

²⁰ Ibid., p. 61.

A partir de aquí, para Bohigues²¹ la acción está en los procesos, es decir, que independientemente de que se trate del diseño o transformación de un producto y/o servicio, el aumento de la rentabilidad, la eficacia o la eficiencia, Six Sigma sitúa el proceso como vehículo clave del éxito.

- **Gestión orientada y dirigida con datos:** Los datos y el pensamiento estadístico, son para Gutiérrez²² los que permiten identificar las variables críticas de calidad (VCC) y los procesos o áreas a mejorar. De aquí, que los esfuerzos de la estrategia, permitan valorar el rendimiento del negocio para que finalmente, se optimicen los resultados.
- **Metodología robusta:** El 6σ al hacer uso de una metodológica estructurada y sistemática, analiza los datos a través del uso del ciclo DMAIC, sigla que en español significa Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. En la sección 2., se describe con mayor detalle.
- **Colaboración sin fronteras:** El objetivo es ampliar las oportunidades del personal, para que se adueñe de su rol e impulse todo su conocimiento como beneficio para todas las partes interesadas. Bohigues²³, hace énfasis en que romper las barreras significa mejorar el trabajo en equipo a través de las líneas de la organización y que en resumidas cuentas, la desconexión y la competitividad dentro de un grupo no se enfoca en proporcionarle valor al cliente. Six Sigma lo que hace entonces, es crear un entorno que soporta un verdadero trabajo en equipo.
- **Comunicación Six Sigma:** Desde la fundamentación del programa 6σ hasta la difusión de los resultados obtenidos, ésta debe consolidarse desde un inicio como una nueva metodología dentro de la organización, con la intención de que su divulgación genere comprensión, apoyo y compromiso por parte de toda la estructura directiva.

2.1.1 Roles de Six Sigma. Six Sigma, es una estrategia que rápidamente puede lograr mejoras en la calidad tanto del producto como del servicio ofrecido, en la medida en que la estructura directiva demuestra una participación contundente

²¹ BOHIGUES ORTIZ, Alexandre. Desarrollo e implementación de un modelo Seis Sigma para la mejora de la calidad y de la productividad en Pymes industriales. Tesis de Maestría en Ingeniería de Organización y Logística. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. p. 9. [consultado 11, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56192/BOHIGUES%20%20Desarrollo%20e%20implementaci%20c3%b3n20de%20un%20modelo%20seis%20sigma%20para%20la%20mejora%20de%20la%20calidad%20y%20de%20....pdf?sequence=4&isAllowed=y>

²² GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 284.

²³ BOHIGUES ORTIZ, Op.cit., p. 10.

en el desarrollo del modelo, es decir, que para su efectiva aplicación, a cada miembro del equipo se le deben asignar roles y responsabilidades que estén orientados al logro y la mejora continua. Según Gutiérrez, “los logros que usualmente se reconocen dentro del programa son: *Líder Ejecutivo*, *Champions* (Campeones o patrocinadores), *Master Black Belt* (Maestro cinta negra o asesor senior), *Black Belt* (Cinta negra), *Green Belt* (Cinta verde), y *Yellow Belt* (Cinta amarilla)²⁴”. En el **Cuadro 1.**, se describen los roles, sus respectivas características, la capacitación y/o requisitos que deben tener las personas que los desempeñan.

²⁴ GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 281.

Cuadro 1. Roles de Six Sigma.

Logro y No. personal	Rol	Características	Capacitación	Requisitos
Líder Ejecutivo (1)	Respetado Directivo con la responsabilidad y autoridad para implantar, revisar y asegurar que el Six Sigma se vincule dentro de la empresa y de los resultados esperados.	Profesional con experiencia en mejoras empresariales y de calidad. Debe pertenecer a la Alta Gerencia.	Liderazgo, pensamiento estadístico y comprensión total del programa y su ciclo de implantación.	N/A
Champions y/o Patrocinador (2 ó más)	Jefe de Planta y/o Área responsable de diseñar la estrategia, priorizar problemas, ejecutar cambios y aportar recursos. Su mayor responsabilidad es garantizar el éxito del modelo.	Entusiasta y conocedor de la filosofía Six Sigma con la capacidad de administrar recursos y dirigir de manera estratégica.	Liderazgo, pensamiento estadístico y comprensión total del programa y su ciclo de implantación.	Haber aprobado examen de tipo Teórico-práctico sobre Six Sigma.
Master Black Belt (MBB) (1)	Jefe de Producción 100% dedicado al 6 σ , orienta a los Jefes de Planta, mantiene una cultura de calidad y transmite las ideas del Líder o del Champions a su equipo de trabajo.	Experto en las herramientas y tácticas del Six Sigma (conocimiento estadístico, técnico y práctico) y manejo de proyectos.	Maestría en estadística y/o calidad, con capacidad de liderazgo y amplio conocimiento de las herramientas Six Sigma. Recibe capacitación BB.	Haber dirigido 1 proyecto exitoso, asesorado 20 y aprobado examen sobre BB y 6 σ .
Black Belt (BB) (10 por cada MBB)	Ingenieros del Dpto. de Calidad, encargos de la correcta aplicación del Ciclo DMAIC en cada uno de los procesos que afectan la productividad, la calidad y la satisfacción del cliente. Se responsabilizan de completar la formación del equipo, administrar los recursos asignados y registrar los avances y resultados del trabajo.	Capacidad de comunicación, total experiencia y conocimiento de los procesos que tiene a cargo, reconocido por su liderazgo y autoridad. Dirigen directamente a los Green Belt.	Recibe entrenamiento Black Belt (BB) con base estadística sólida.	Haber dirigido 2 proyectos éxitos y asesorado 4, bajo las mismas características. Haber aprobado examen de tipo Teórico-práctico sobre BB y 6 σ .

Cuadro 1. (Continuación)

<p>Green Belt (2 o 3 por cada BB)</p>	<p>Analistas de proceso, financieros y/o expertos técnicos del negocio, encargados de la toma de tiempos y movimientos en la producción. Son ayudantes de los BB.</p>	<p>Trabajo en equipo, aplicación de métodos y capacidad para dar seguimiento al ciclo DMAIC.</p>	<p>Recibe entrenamiento Black Belt (BB).</p>	<p>Haber sido el Líder de 2 proyectos éxitos y aprobado examen de tipo Teórico-práctico sobre BB.</p>
<p>Yellow Belt</p>	<p>Personal ayudante de los Green Belt.</p>	<p>Conocimiento de los problemas y voluntad de cambio.</p>	<p>Cultura básica de calidad y ciclo DMAIC.</p>	<p>Aprobar examen de entrenamiento básico.</p>

Nota: Elaboración propia basada en Cita 1: GUTIÉRREZ, Humberto. Introducción a Seis Sigma. En: Calidad Total y Productividad. [e-libro]. 3 ed. México D.F.: McGraw Hill, 2010. p. 282-283. ISBN 978-607-15-0315-2. [Consultado 23, agosto, 2019]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=3216975&ppg=1>

Cita 2: PÉREZ URREGO, Martha Lucía. Introducción a la Filosofía Seis sigma. En: Seis Sigma: Guía didáctica para Pymes. Ibagué: Ediciones Unibagué, 2013. p. 20-21. ISBN 978-958-754-084-0.

Cita 3: BOHIGUES ORTIZ, Alexandre. Desarrollo e implementación de un modelo Seis Sigma para la mejora de la calidad y de la productividad en Pymes industriales. Tesis de Maestría en Ingeniería de Organización y Logística. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. p. 21-23. [consultado 11, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56192/BOHIGUES%20-%20Desarrollo%20e%20implementaci%3%b3n%20de%20un%20modelo%20seis%20sigma%20para%20la%20mejora%20de%20la%20calidad%20y%20de%20....pdf?sequence=4&isAllowed=y>

2.1.2 Métricas Six Sigma. El papel de las métricas Six Sigma, está basado en el entendimiento de la calidad de los procesos en término numéricos. Actualmente existen dos métricas (Índice Z y DPMO) y su aplicación varía según la característica de calidad asignada al proceso evaluado. Es decir, el **Índice Z**, se usa cuando dicha característica de calidad es de tipo continuo, contrario a la métrica de los **defectos por millón de oportunidades de error (DPMO)**, la cual se aplica en aquellos procedimientos con características de calidad de tipo “atributo”. Las dos métricas se detallan a continuación:

- **Índice Z:** “Consiste en calcular la diferencia entre las especificaciones y la media (μ) del proceso en unidades de la desviación estándar (σ)”²⁵. Datos que se establecen una vez se aplican las siguientes formulas:

$$Z_S = \frac{ES - \mu}{\sigma} ; Z_I = \frac{\mu - EI}{\sigma} ; Z = \text{Mínimo } [z_s, z_I]$$

Z_S y Z_I , son formulas usadas para procesos con doble límite de especificación (superior e inferior) y el resultado más pequeño entre los dos, representa la capacidad de un proceso medido en términos del índice Z. Adicionalmente, la métrica contempla los desplazamientos que puede tener el proceso evaluado a lo largo del tiempo, y para ello, la capacidad a corto plazo y la capacidad a largo plazo también son evaluadas. En el caso del primero, Gutiérrez²⁶ hace énfasis en que los datos deben ser tomados con períodos de tiempos cortos para que no exista ninguna influencia externa que pueda generar cambios en alguna de las 6M y, que por su parte, la segunda sí debe mantener períodos relativamente largos para que intencionalmente los factores externos influyan en el desempeño del proceso.

- **Defectos por millón de oportunidades de error (DPMO):** En este contexto, surge el Índice DPU (Defectos por unidad), el Índice DPO (Defectos por oportunidad) y el Índice DPMO (Defectos por millón de oportunidades). El primero de ellos mide el nivel de no calidad de un proceso frente a ciertas unidades inspeccionadas, el segundo, mide igualmente la no calidad de un proceso pero tiene en cuenta las oportunidades de error que puedan ser medidas en dicha unidad y el último, cuantifica los defectos del proceso en un millón de oportunidades de error. Las formulas se presentan a continuación:

$$DPU = \frac{d}{U} ; DPO = \frac{d}{U * O} ; DPMO = DPO * 1'000.000$$

²⁵ GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 286.

²⁶ GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 288.

Donde “d” es el número de defectos (No conformidades evidenciadas en una unidad), “U” es la cantidad de unidades evaluadas y “O” es el número de oportunidades de error por cada unidad inspeccionada.

2.1.3 DMAIC. El ciclo DMAIC, sigla que en español significa Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, es un esquema establecido muy similar al ciclo de Deming, que facilita el cumplimiento de los objetivos del proyecto de mejora Six Sigma en cualquier organización. Frente al tema, estudios de autores mencionan que para el cumplimiento de los mismos, es trascendental el uso de herramientas estadísticas que permitan fundamentar las decisiones empresariales y en consecuencia, mejorar la productividad y competitividad del negocio. A continuación, se describen cada una de las fases:

- **Definir:** La fase de definición o también llamada desarrollo de conceptos, siendo responsabilidad de los Champions (patrocinador) y/o de los Black Belt (BB) consiste en establecer las áreas de alto impacto o los procesos con características críticas de calidad, de manera que sean éstas el insumo para delimitar el alcance del sistema y sentar las bases sólidas del éxito. Se espera que una vez se dé por terminada la fase, exista claridad en el “objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, los beneficios potenciales y el personal a intervenir”²⁷. Sin embargo, la culminación eficaz de esta etapa requiere de la selección de métricas que proporcionen los elementos de juicio necesarios para escuchar la voz del cliente y lo que sería para Gutiérrez²⁸ lograr el desempeño y la calidad de un proceso, a través de la reducción de tiempos de ciclo, costos, defectos y quejas.

Bohigues²⁹ asegura que los análisis gráficos usados para concretar el ámbito de la metodología, deben centrarse en los procesos de mayor importancia dentro de la compañía, para lo cual recomienda el uso del mapa de procesos, diagrama de Pareto, espina de pez y diagrama de correlación. Bajo este análisis, parece significativo resaltar la entrevista de John Vandenbenden (revista Quality año 2018), Master Black Belt (MBB) y miembro de la junta de la Sociedad Americana para la Calidad (ASQ) que estuvo a cargo de Mcmenamin³⁰, en la medida en que recomienda el uso de la herramienta SIPOC (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes) con el propósito de comprender el terreno de juego

²⁷ GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 291.

²⁸ GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 291.

²⁹ BOHIGUES ORTIZ, Op. cit., p. 15.

³⁰ MCMENAMIN, Ed. Back to Basics: Six Sigma. *En*: Quality. [Ebsco Host]. Junio, 2018. vol. 57, no. 1, p. 28. [Consultado 01, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2083/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=3eec47f4-df4b-418f-864d-40f63e330928%40sdc-v-sessmgr03>

y construir la definición del proyecto, adicionando el compromiso de querer realmente hacer el cambio desde la alta dirección.

- **Medir:** La segunda fase del ciclo DMAIC consiste esencialmente según Pérez³¹ en 3 actividades, en primera instancia, profundizar las características críticas de calidad establecidas en la primera fase con el propósito de identificar las que tengan mayor peso o porcentaje; en segunda instancia, seleccionar las métricas que más se ajusten a dicha característica y que permitan determinar el nivel Six Sigma actual del proceso a estudiar y finalmente, como tercera actividad, determinar el objetivo principal del proyecto, tiempo de alcance (corto, mediano, largo plazo) y las metas a lograr. Cabe resaltar que la medición es considerada como la etapa que premedita el éxito total de la implantación del modelo, pues así como la aplicación de las herramientas estadísticas permite analizar la evolución de los procesos, acotar el número de causas en dichos procesos permite centrar las oportunidades de mejora; por tanto, es la que más recursos suele consumir.
- **Analizar:** En esta tercera fase del ciclo se busca identificar la(s) causa(s) raíz del problema a partir del diagnóstico ya establecido en la fase de medición, con el propósito de encontrar y posteriormente eliminar la brecha que afecta el desempeño de la organización. Es el “momento de plantear hipótesis e identificar de manera científica el origen de los problemas u oportunidades”³². Para tal fin, autores proponen nuevamente el uso de herramientas estadísticas, entre las más usuales, técnica de los cinco porqués, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión y/o lluvia de ideas.
- **Mejorar:** El propósito principal de la fase de mejora es “proponer e implementar soluciones que atiendan la causa raíz y asegurar que se reduzca o corrija el problema”³³. No obstante, se sugiere verificar a pequeña escala mediante un monitoreo la efectividad de la acción y llevar a cabo el uso de herramientas estadísticas, tales como: poka-yoke, lluvia de ideas y/o técnicas de verificación.
- **Controlar:** La última fase del ciclo es la que da paso a la mejora continua y finaliza la implementación del modelo Six Sigma dentro de la compañía. Sin embargo, es la que mayor implica compromiso y adaptación al cambio por parte de todo el cuerpo directivo, puesto que además de que se debe cambiar el pensamiento correctivo por preventivo, las acciones de mejora

³¹ PÉREZ URREGO, Op. cit., p. 26.

³² BOHIGUES ORTIZ, Op. cit., p. 17.

³³ GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 293.

deben ser permanentes, generalizadas y transversales en todas las áreas aplicadas.

2.2 PYMES EN COLOMBIA Y A NIVEL LATINOAMÉRICA

El presente apartado describe el comportamiento de las micro, pequeñas y medianas empresas de los diferentes países y sectores a nivel Latinoamérica, con el propósito de reconocer que la presencia de las Mipymes en la estructura económica, ha jugado un papel importante en el desarrollo de la región y que representan por tanto, un aporte porcentual de crecimiento significativo en la producción y generación de empleo. A continuación se describe su importancia a nivel general y la participación detallada en países como: Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México.

2.2.1 Importancia de las Pymes en la estructura económica de algunos países latinoamericanos. La economía formal de las Mipymes en Latinoamérica a nivel general representa el “99.5% de las empresas de la región y la gran mayoría son microempresas (88.4% del total)”³⁴. No obstante, Dini y Stumpo³⁵ mencionan que su crecimiento suele ser diverso si se contempla la existencia de microempresas que responden a necesidades individuales de autoempleo, es decir, aquellas con bajos requerimientos de personal, dificultades de financiación y escasos requisitos técnicos para su funcionamiento; contrario a las Pymes que se caracterizan por mantener un comportamiento dinámico a través de una gestión empresarial que no está sujeta a la ineficiencia ni ineficacia en su operación. Ante lo expuesto, en este apartado se pretenden exponer datos sólidos tomados de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Mipymes para los países descritos según su sector de actividad, tamaño y participación en el empleo para el año 2016.

Los estudios de Dini y Stumpo³⁶, refieren que la presencia mayoritaria de las microempresas no solo prevalece ante las demás por su tamaño, las mismas superan en algunos casos el 90% del total de las empresas que abarcan los diferentes sectores de la economía. Hecho que para los autores se traduce en bajas barreras de entrada que comprenden más estrategias de autoempleo y

³⁴ DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 13. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAlloved=y

³⁵ Ibid., p. 10.

³⁶ Ibid., p. 15.

sobrevivencia económica que una contribución significativa de desarrollo empresarial. No obstante, también hay presente una cantidad porcentual importante de Pymes (Ver **Tabla 2**) en el sector manufacturero, comercio al por mayor y menor y en actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler.

Tabla 2. Cantidad de empresas según tamaño y sector de América Latina.

Sector	Microempresa	Pequeña	Mediana	Grande	Total
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	80	16	3	1	100
Explotación de minas y canteras	68	23	6	3	100
Industria manufacturera	82	14	3	1	100
Suministro de electricidad, gas y agua	70	20	6	4	100
Construcción	76	19	4	1	100
Comercio al por mayor y menor	92	7	1	0	100
Hoteles y restaurantes	89	10	1	0	100
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	83	13	2	1	100
Intermediación financiera	81	14	3	2	100
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	87	10	2	0	100
Enseñanza	76	19	4	1	100
Servicios sociales y de salud	89	9	1	0	100
Otras actividades comunitarias, sociales y personales	95	4	1	0	100
Total	88,4	9,6	1,5	0,5	100

Fuente: DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 14. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ahora bien, Dini y Stumpo³⁷ consideran que en conjunto el empleo formal depende en un 60% de las Mipymes. Sin embargo, dentro de los diferentes sectores económicos, son las grandes empresas las que abarcan los 3 sectores de mayor productividad en Latinoamérica (Electricidad, Minería, Gas y Agua e Intermediación Financiera), mientras que las Mipymes se especializan en sectores de baja productividad, tales como “Otras actividades, Sociales y Personales”. En este sentido, cabe destacar que aunque las microempresas abarcan los sectores más improductivos, constituyen el “50% de los puestos de trabajo y que los 3 sectores consolidados con la más alta productividad, representan el 26,9% del valor agregado pero tan solo el 8% del empleo total”³⁸.

³⁷ Ibid., p. 17-19.

³⁸ Ibid., p. 17-19.

La **Tabla 3.**, muestra la distribución porcentual del empleo tanto para las Mipymes como para las grandes compañías.

Tabla 3. Empleo según sector económico y tamaño de empresa.

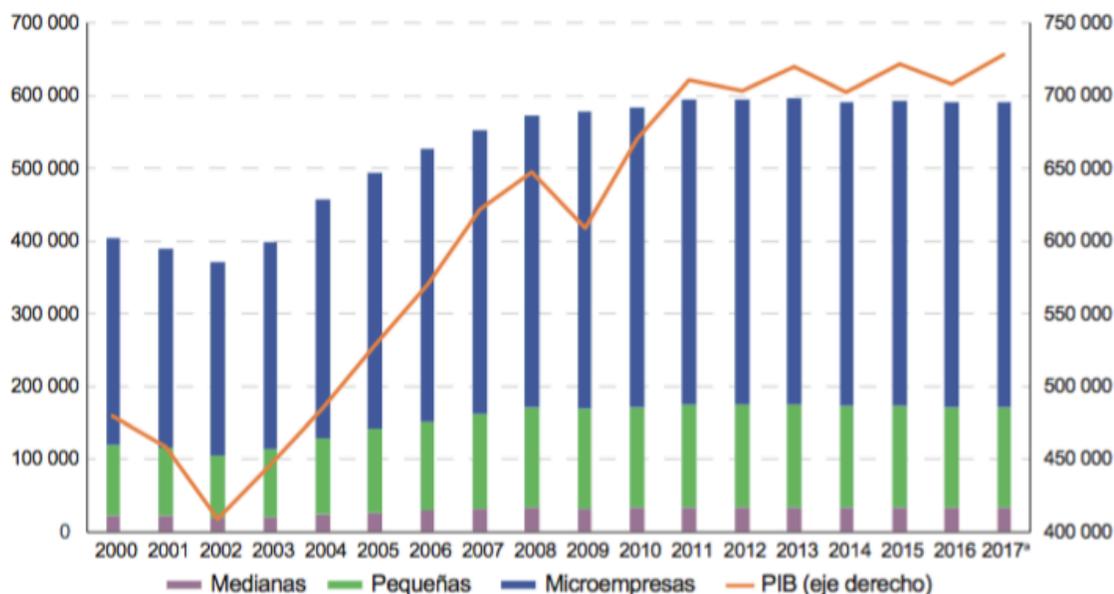
Sector	Microempresa	Pequeña	Mediana	Grande	Total
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	17,7	26,9	21,5	33,9	100
Explotación de minas y canteras	6,5	12,4	13,7	67,4	100
Industria manufacturera	15,0	16,9	16,8	51,3	100
Suministro de electricidad, gas y agua	4,7	8,2	9,8	77,3	100
Construcción	15,0	24,6	22,7	37,7	100
Comercio al por mayor y menor	45,2	21,5	9,8	23,5	100
Hoteles y restaurantes	45,7	31,0	9,4	13,9	100
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	17,7	17,8	16,5	48,0	100
Intermediación financiera	13,9	8,7	9,5	68,0	100
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	24,1	17,5	14,2	44,2	100
Enseñanza	9,9	19,5	17,1	53,5	100
Servicios sociales y de salud	23,8	15,2	12,4	48,6	100
Otras actividades comunitarias, sociales y personales	51,5	19,4	11,4	17,7	100
Total	27,4	19,7	14,0	38,8	100

Fuente: DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 18. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hasta este punto, se logra visualizar a grandes rasgos tanto un escenario competitivo dentro de los diversos sectores expuestos como una inclusión al mercado significativa de las microempresas. Así que de manera más específica, a continuación se describe la evolución que han tenido las Mipymes en países como: Argentina, Brasil, Colombia, México y Chile, durante el período 2000-2018.

- **Argentina:** La tendencia creciente de las microempresas también se ve reflejada en Argentina dentro de un período de evolución del 2000 al 2017. El **Gráfico 1.**, establece la relación entre el Producto Interno Bruto (PIB) y la cantidad de Mipymes para el país en cuestión.

Gráfico 1. Mipymes y su evolución (PIB) durante el período 2000-2017.



Fuente: DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 39. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

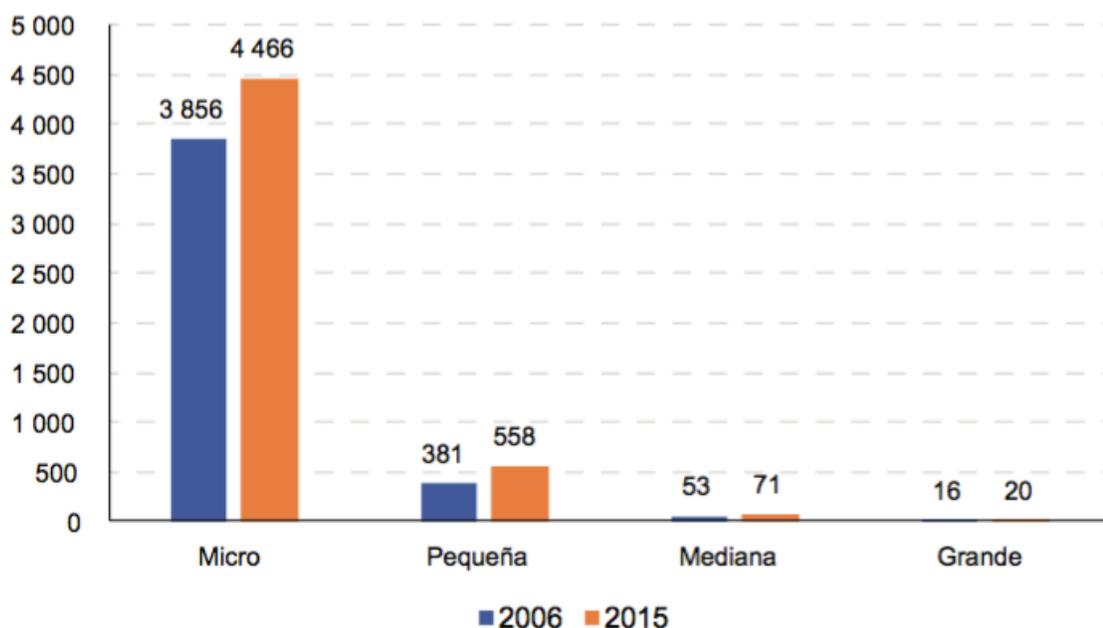
“El empleo formal de las Mipymes creció a una tasa anual del 3% entre 2000 y 2013, destacando un buen desempeño en la construcción (4,7%), comercio y servicios (3,5%), industria manufacturera (1,8%) y primarias y extractivas (1,2%)”³⁹. Asimismo, se destaca el hecho de que las empresas medianas no solo mantienen un alto dinamismo dentro del sector, en cuestión de 10 años el mercado presencié un crecimiento de 20.000 a 35.000 empresas (2003-2013). A raíz de lo anterior, se puede concluir que el comportamiento adoptado por las Mipymes en su propósito de lograr un mayor nivel de desarrollo empresarial, ha afectado positivamente el crecimiento de los diferentes sectores.

- **Brasil:** “Entre 2006 y 2015 las Mipymes representaron en Brasil el 99,6% del total de empresas, alcanzando, según los datos de la Relación Anual de

³⁹ KULFAS, M., GOLDSTEIN, E. Y BURGOS, M. Dinámica de la producción industrial y la sustitución de importaciones: reflexiones históricas y balance del período 2003-2013, Citado por DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 39. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Informaciones Sociales (RAIS), un promedio anual de casi 5 millones de empresas⁴⁰. No obstante, en comparación con Argentina, la participación de las microempresas tuvo una magnitud menor que la registrada por las pequeñas y/o medianas empresas. En términos porcentuales, las micro registraron un promedio anual del 1,7%, mientras que las pequeñas, medianas y grandes empresas aumentaron en un 4,3%, 3,3% y 2,8% respectivamente. (Ver **Gráfico 2**)

Gráfico 2. Cantidad anual de Mipymes por segmento en Brasil, 2006-2015.



Fuente: DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 91. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- **Colombia:** Según los estudios de Dini y Stumpo⁴¹, Colombia para el período 2011-2015, registró un aumento del 15% frente al total de empresas constituidas en las diferentes actividades económicas (Ver **Tabla 4**), con una concentración del 42% para el sector comercio, 40% para el sector servicio, 13% para el sector industria y 6% para el sector construcción. Por su parte, la productividad laboral, especialmente para la pequeña empresa, se incrementó en un 118%.

⁴⁰ DINI, Op. cit., p. 91.

⁴¹ DINI, Op. cit., p. 228-232.

Tabla 4. Distribución empresarial por tamaño y sector, 2011-2015.

Sector	Microempresa	Pequeña	Mediana	Grande
Industria	90,7	6,6	1,8	0,9
Servicios	91,1	6,7	1,7	0,5
Construcción	82,6	12,5	3,8	1,1
Comercio	95,1	3,8	0,8	0,2

Fuente: DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 229. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ahora bien, aunque el sector manufacturero no generó mayor participación durante el período 2011-2015, éste recobró fuerza en el segundo trimestre del año 2018, durante el cual registró un alza del 3,7%. “Además, debe considerarse que, durante el primer semestre del 2018, un 43% de la inversión extranjera directa en Colombia, corresponde precisamente al sector manufacturero”⁴².

- **México:** Sectorialmente, destaca tendencias comunes y no tan diferenciadas de países como Argentina y Colombia, en la medida en que mantiene una participación activa en los sectores comercio y servicios. Asimismo, los estudios de Dini y Stumpo⁴³ evidencian un aumento significativo de las microempresas en comparación con las pequeñas, medianas y grandes compañías para los sectores manufactura (93,6%), comercio (96,9%), servicios (95,8%) y otras actividades económicas (62%).

La **Tabla 5.**, además de ilustrar lo anteriormente expuesto, muestra el personal ocupado según tipo de empresa, remuneración, producción bruta total y activos fijos.

⁴² SALAZAR ROJAS, Marina Lizeth y PÉREZ OLGUÍN, Ivan Juan Carlos. Ciclo DMAIC en Latinoamérica: Análisis de aplicación y relación con el Producto Interno Bruto. En: Camino hacia la internacionalización: Logística internacional. [Google Académico]. p. 26. ISBN 978-607-8262-12-0. [Consultado 01, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Marina_Rojas_Salazar/publication/333077156_Ciclo_DMAIC_en_Latinoamerica_Analisis_de_aplicacion_y_relacion_con_el_Producto_Interno_Bruto/links/5cda2bd7299bf14d9595024f/Ciclo-DMAIC-en-Latinoamerica-Analisis-de-aplicacion-y-relacion-con-el-Producto-InternoBruto.pdf

⁴³ DINI, Op. cit., p. 328-329.

Tabla 5. Características económicas según tipo de empresa, 2013.

Sector	Tamaño de la empresa	Número de empresas	Personal ocupado	Remuneraciones	Producción bruta total	Activos fijos
Comercio	Micro	96,9	60,5	28,7	27,1	35,2
	Pequeñas	2,2	11,7	20,8	19,8	18
	Medianas	0,7	12	22,7	23,8	23,8
	Grandes	0,3	15,9	27,8	29,3	23
Servicios	Micro	95,8	61,9	12	22,4	24,3
	Pequeñas	3,7	19,9	13,4	17,5	13,4
	Medianas	0,3	5,7	6	6,8	7,9
	Grandes	0,2	12,5	68,7	53,3	54,4
Otras actividades económicas	Micro	62	6,7	2,1	1,7	0,9
	Pequeñas	27,8	20,5	9,4	6,8	3,3
	Medianas	8,5	27,6	15,2	12,3	5,2
	Grandes	1,7	45,2	73,4	79,2	90,6

Fuente: DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 329. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

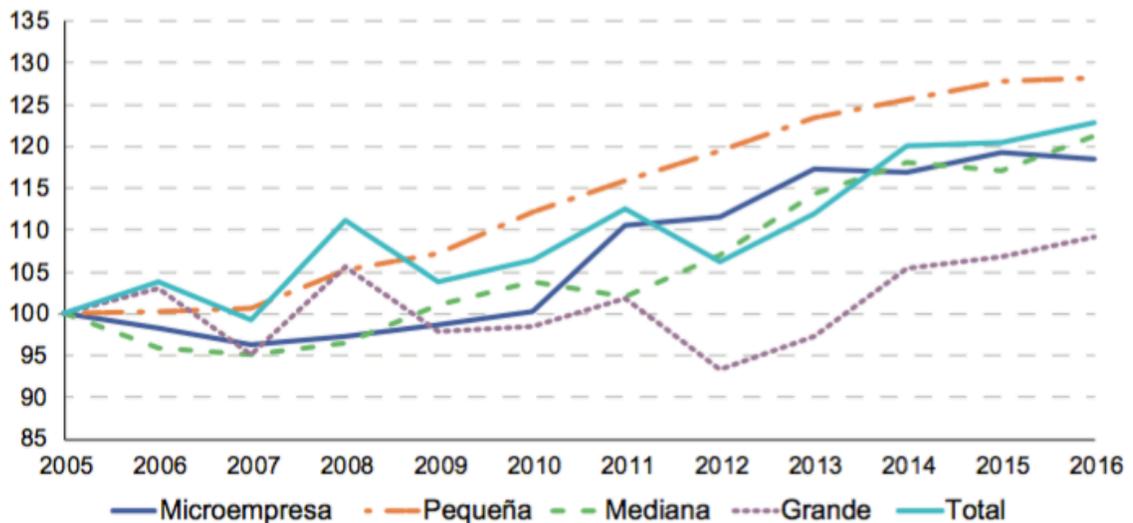
- **Chile:** Según estudios, del “total de empresas activas en Chile, el 98,4% son empresas de menor tamaño: un 74,7% corresponde a microempresas, un 20,9% a pequeñas empresas y un 3,2% a empresas medianas”⁴⁴, dichos porcentajes distribuidos en sectores económicos diversos. En el caso de Chile, la Mipymes se especializan en actividades referentes a agricultura, ganadería, caza y silvicultura; construcción; hoteles y restaurantes; actividades inmobiliarias y empresariales y servicios sociales y de salud, siendo estos entre el total, los más relevantes. En este punto, cabe destacar la evolución que las pequeñas empresas han registrado frente a la productividad laboral en comparación con las micro, medianas y grandes empresas, el **Gráfico 3.**, confirma que son las pequeñas las que mejor desempeño empresarial han evidenciado dentro del período 2005-2016 y que inusualmente son las grandes compañías las que se encuentran en el último lugar.

Finalmente, los aportes de Salazar y Olguín⁴⁵ señalan que la producción chilena industrial acumuló un 30% del PIB desde el año 2015, mismo que representó en las actividades de manufactura y minería, el 19.9%.

⁴⁴ DINI, Op. cit., p. 155.

⁴⁵ SALAZAR ROJAS, Op. cit., p. 26.

Gráfico 3. Evolución de la productividad laboral por tamaño de empresa.



Fuente: DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 161. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

2.2.2 PIB y su relación con la metodología Six Sigma. Dentro de esta perspectiva y considerando las estadísticas de América Latina, especialmente las fundamentadas en la sección 2.2., cabe destacar que el Producto Interno Bruto (PIB), entendiéndose éste como un indicador macroeconómico que representa el resultado final de ciertas actividades productivas, es un indicativo que evidencia que “entre mayor es la madurez económica de un país, los sectores económicos enfocan sus recursos en proyectos de mejoramiento continuo y de reducción de costos”⁴⁶. En este sentido, los estudios de Salazar y Olguín⁴⁷ confirman que el Six Sigma, al ser una metodología que permite incrementar el rendimiento, eliminar los desperdicios y mejorar los procesos productivos de cualquier organización, conserva una alta variabilidad de aplicación en Pymes latinoamericanas. La **Tabla 6.**, muestra los valores recientes del PIB de algunos países de América Latina, el ranking mundial en el que se encuentran y la cantidad de documentos encontrados sobre la metodología.

⁴⁶ SALAZAR ROJAS, Op. cit., p. 27.

⁴⁷ SALAZAR ROJAS, Op. cit., p. 23.

Tabla 6. PIB por país y documentos encontrados.

País	PIB	Ranking Mundial	Cantidad de documentos	% documental
Brasil	\$2.055.506	8	10	27.8
Chile	\$277.076	41	2	5.5
Colombia	\$309.191	23	7	19.5
México	\$1.149.919	15	11	30.5
Perú	\$211.389	49	3	8.4
Ecuador	\$103.057	63	2	5.5

Nota: Elaboración propia basada en SALAZAR ROJAS, Marina Lizeth y PÉREZ OLGUÍN, Ivan Juan Carlos. Ciclo DMAIC en Latinoamérica: Análisis de aplicación y relación con el Producto Interno Bruto. En: Camino hacia la internacionalización: Logística internacional. [Google Académico]. p. 23. ISBN 978-607-8262-12-0. [Consultado 01, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Marina_Rojas_Salazar/publication/333077156_Ciclo_DMAIC_en_Latinoamerica_Analisis_de_aplicacion_y_relacion_con_el_Producto_Interno_Bruto/links/5cda2bd7299bf14d9595024f/Ciclo-DMAIC-en-Latinoamerica-Analisis-de-aplicacion-y-relacion-con-el-Producto-Interno-Bruto.pdf

2.2.3 Estudios de Six Sigma en Pymes de Latinoamérica. Estadísticamente se ha demostrado que las Mipymes son las que mayor participación registran en los países latinoamericanos. A raíz de esto, el **Cuadro 2.**, expone estudios de caso de empresas y/o productos en los que se ha implementado el modelo Six Sigma como una estrategia de negocios. Cabe aclarar que en este apartado se hace énfasis únicamente en el análisis contextual de la empresa, el objetivo de aplicación, el despliegue del ciclo DMAIC y las herramientas estadísticas usadas. Por consiguiente, los beneficios aportados por la metodología, se discuten ampliamente en el apartado **3.1.**

Cuadro 2. Estudios de Six Sigma en Pymes de Latinoamérica.

Empresa	Análisis del Contexto y Objetivo de Aplicación	Ciclo DMAIC	Herramientas Estadísticas Aplicadas
<p>Empresa INDALAR S.A.S - Colombia</p>	<p>Contexto: Pyme ubicada en la ciudad de Bogotá D.C – Colombia, que ofrece su experiencia en manipulación, maquinado de vidrio y uso de tecnología de punta para el procesamiento de aluminio.</p> <p>Objetivo: Alcanzar un mayor nivel de satisfacción por parte del cliente, disminuyendo los tiempos de entrega de vidrios, los cuales, han estado por debajo del estándar establecido.</p>	<p>Definir: Establecimiento de roles: Ingeniero Experto (Green Belt). Conjuntamente, uso de la herramienta SIPOC, la cual permitió visualizar el flujo del proceso e identificar el problema y uso del recurso VOB (La voz del negocio), el cual permitió identificar las causas de una manera imparcial.</p> <p>Medir: Medición de las causas (Falta de capacitación, manejo indebido del vidrio, desconocimiento de las medidas y de la ubicación del producto), tiempos de entrega de vidrios en la ciudad, costos de entrega y estándar en minutos como un comparativo entre operarios capacitados (5 min) y no capacitados (31 min).</p> <p>Analizar: Análisis con mayor profundidad de las causas evidenciadas dentro del proceso productivo (Diagrama de Ishikawa), con el propósito de detectar el cuello de botella. (Servicio inadecuado y distribución no estandarizada)</p> <p>Mejorar: Desarrollo de un modelo de almacenamiento especializado para los operarios no capacitados. Conjuntamente, creación de la matriz de polivalencia, la cual permitió examinar y priorizar el manejo interno de los procesos por cada empleado e implementación de capacitaciones periódicas.</p> <p>Controlar: Controles de aprendizaje desarrollados a partir de los vacíos detectados en la matriz de polivalencia, con la finalidad de construir una ruta hacia la competitividad, la productividad y eliminar los tiempos muertos generalmente causados por el desconocimiento de las actividades.</p>	<p>SIPOC.</p> <p>VOB (La voz del negocio).</p> <p>Diagrama de Pareto.</p> <p>Diagrama de Ishikawa.</p>

Cuadro 2. (Continuación)

<p style="text-align: center;">Industria Automotriz - Brasil</p>	<p>Contexto: Pyme ubicada en Curitiba (Ciudad de Brasil), especializada en el tratamiento de superficies de piezas en serie para la Industria Automotriz. Su proceso más relevante es el recubrimiento de zinc, puesto que permite transferir los iones del elemento (Zinc) a la pieza en serie a través de electrólisis. El problema principal es el registro de altas tasas de retrabajo (30%); hecho que perjudica la reestructuración del proceso de tratamiento de la superficie y la comodidad del cliente.</p> <p>Objetivo: Reducir los reprocesos en un 10%, cumpliendo a su vez con los tiempos de entrega establecidos con los clientes.</p>	<p>Definir: Definición del equipo de trabajo: Gerente General, Gerente de Calidad, Supervisor de producción, dos Analistas de calidad, tres Operarios de la línea de producción, Operario de Inspección y Consultor externo. Adicional a la evaluación de registros parciales y finales que permitieron definir el problema.</p> <p>Medir: Construcción del mapa de procesos y de la matriz de priorización. Para la misma, se priorizaron los criterios de desaprobación a través del Diagrama de Pareto. Los problemas establecidos como las entradas de mayor influencia fueron: Aparición de manchas después del baño, fallas en el depósito de zinc, capas altas, aparición de purgas, burbujas y quemaduras. Finalmente, se calculó el nivel sigma del proceso (2) y se definió que el 25% de las ventas cubrían los costos por mala calidad.</p> <p>Analizar: Exploración de posibles causas de ocurrencia a partir del método FMEA (Análisis de Modos de Fallas y Efectos) y realización de pruebas en la línea de producción, con el propósito de definir los parámetros más adecuados para reducir la ocurrencia de fallas.</p> <p>Mejorar: Se definieron como indicadores de rendimiento el índice de piezas rechazadas y el índice de retrabajo en el período. Conjuntamente, se tomaron las siguientes acciones: Temperatura de desangre 60°, 70° y 80°C; concentración de desangre 60, 70 y 80 g/L y utilización del ácido clorhídrico caliente.</p> <p>Controlar: Inclusión de monitoreo diario para la concentración y la temperatura del desengrase, asignación de cuadros de control en la línea de producción para la utilización del ácido y actualización diaria de datos en relación a los índices de retrabajo.</p>	<p>Diagrama de Pareto.</p> <p>Matriz de Priorización.</p> <p>Método FMEA.</p> <p>Cuadros y gráficos de Control.</p>
---	--	---	---

Cuadro 2. (Continuación)

<p>Empresa Bloquera M. - México</p>	<p>Contexto: Pyme productora de material para construcción, cuya demanda se centra en el mercado local de la comunidad de Cholula – Puebla. Su principal interés es incursionar en nuevos mercados, pero actualmente los desperdicios generados de la fabricación de Blocks prefabricados alcanzan hasta el 30%, estimando que se ocasionan por la ausencia de un sistema de calidad.</p> <p>Objetivo: Eliminar el desperdicio en el flujo operativo, reducir los tiempos de entrega, la variabilidad en los procesos y aumentar el valor de la organización a través de un análisis contundente de las 6M’s.</p>	<p>Definir: Establecimiento de roles: G. General (Champions), G. de producción (Black Belt) y Jefe de producción (Green Belt) y definición de los tipos de productos a analizar.</p> <p>Medir: Identificación de las variables causantes de la mala calidad: falta de capacitación (37%), bandejas saturadas (49.62%) y no existe coordinación en la operatividad. Añadiendo el cálculo del nivel sigma del proceso (3.64)</p> <p>Analizar: Análisis de los datos resultantes.</p> <p>Mejorar: Programas de capacitación, rediseño de controles y métodos de trabajo, mantenimientos preventivos y renovación de las condiciones de entrega con los proveedores.</p> <p>Controlar: Controles de entrada de materia prima, seguimiento estadístico, capacitación periódica, exámenes de formación.</p>	<p>Diagrama de Ishikawa.</p> <p>Diagrama de Pareto.</p> <p>Técnica de los 5 porqués.</p> <p>Brainstorming.</p>
<p>Empresa OFITEK - Ecuador</p>	<p>Contexto: Pyme dedicada al diseño y fabricación de equipamiento metálico, cuya actividad más importante durante el proceso productivo es la pintura, para la misma utilizan la técnica de cocido al horno (Líquidas o en polvo) o secado al ambiente, sin embargo, en ambos procesos, la adherencia de la pintura a la pieza metálica ha dado como resultado: rayones, zonas opacas, alta sensibilidad de manipulación, desprendimientos y oxidación. Hechos que originan altos costos y reprocesos (20%).</p> <p>Objetivo: Reducir los costos por reprocesos e incrementar la calidad.</p>	<p>Definir: Roles: Ing. Mecánico y dos operarios.</p> <p>Medir: Cálculo del nivel sigma del proceso (2.3) y ejecución de pruebas de adherencia, tomando como referencia las especificaciones de los clientes y la calidad alcanzada.</p> <p>Analizar: Cartas de control estadístico, revisión de la variabilidad en torno a la media y procesos que se encuentran por fuera del límite de especificación. (tecnología obsoleta, tiempo, químicos usados y temperatura)</p> <p>Mejorar: Eliminación definitiva de los químicos imprimante y antioxidante, así como la técnica de secado al ambiente.</p> <p>Controlar: Monitoreo continuo de los tiempos de preparación, aplicación de pintura y secado.</p>	<p>Cartas de Control Estadístico.</p> <p>Gráficas de Interacción.</p> <p>ANOVA.</p>

Cuadro 2. (Continuación)

<p>Empresa H&V Floyd - EEUU</p>	<p>Contexto: Hollingsworth and Vose Company Floyd es una pequeña empresa fabricante de materiales técnicos y especiales (no tejidos) que tienen aplicación de alto rendimiento en diversas industrias. Está ubicada en el suroeste de Virginia, EEUU y cuenta con aproximadamente, 160 empleados. El problema principal son los bajos niveles de rendimiento en los procesos comerciales con afectación directa al cliente. Además, el largo alcance de cumplimiento de proyectos genera desmotivación del personal e incremento en los costos de la no calidad.</p> <p>Objetivo: Proporcionar capacitación y certificar en Black Belt al 100% de la fuerza laboral de la organización, de manera que, la comunicación y la participación de los colaboradores fomente una cultura Six Sigma y alinee los siguientes proyectos, con los objetivos de la mejora continua:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción del 20% anual en las PQRS. - Reducción en costos por desperdicio. - Aumento de la precisión en el consumo de la fibra (42%) 	<p>Definir: - Contratación de firma especialista en Six Sigma y definición de comité directivo compuesto por la alta Gerencia. - Planeación para el proceso de capacitación de los Gerentes Senior.</p> <p>Medir: - Medición de la cantidad de personal no certificado. - Selección de proyectos no alineados con los objetivo de la mejora continua. - Identificación de los factores causantes de la falta de capacitación: Escepticismo y compromiso irregular en varios niveles de la organización.</p> <p>Analizar: Entrevista a colaboradores con diferentes puestos de jerarquía laboral.</p> <p>Mejorar: Capacitación Black Belt para los 4 Gerentes Senior (120 horas y práctica de proyectos), diseño de plantilla Green Belt para el programa “Capacitar al capacitador” (90 horas), distribución de proyectos de mejora para 2 Black Belt, distribución de labores de fabricación para los Champions, creación de programa de capacitación Green Belt basado en proyectos efectivos, cambio de diseños físicos, incentivo ganar/ganar para aumentar la masa crítica de participación (aumento de salario) y programa de pago por habilidades Green Belt para obtener la certificación.</p> <p>Controlar: Instalación de medidas de seguridad, actualización continua de los procedimientos operativos estándar e incorporación de un guion gráfico con métrica primaria que ilustra el rendimiento base, el actual y el objetivo durante cada proyecto.</p>	<p>Diagrama de Ishikawa.</p> <p>Gráfico de Tendencia.</p> <p>Diagrama de Dispersión.</p> <p>MINITAB.</p> <p>Kaizen.</p> <p>Lean Manufacturing.</p> <p>Método de las 5S.</p>
--	--	--	---

Nota: Elaboración propia basada en Cita 1: CHAVEZ MEDINA, Juan, et al. Efecto del mantenimiento industrial, maquinaria y equipo, mano de obra, métodos de trabajo y materia prima con respecto al nivel de Six Sigma en una Pyme: Caso Bloquera Medina del municipio de San Pedro Cholula, Puebla. En: Ingeniería Industrial. [Google Académico]. Diciembre 2018. vol. 2, no. 6, p. 34-44. ISSN 2523-0344. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N6_4.pdf

Cita 2: ARISTIZABAL SALAZAR, Vanessa y ZULUAGA MUÑOZ, William. Algunos elementos de la metodología Six Sigma aplicados a la empresa Indalar S.A.S. Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables. [Google Académico]. Julio 2013. p. 18-24. [Consultado 24, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/544/ALGUNOS%20ELEMENTOS%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20SIX%20SIGMA%20APLICADOS%20A%20LA%20EMPRESA%20INDALAR%20SAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cita 3: GONÇALVES AMITRANO, Fernanda; AMODIO ESTORILIO, Carla Cristina; FRANZOSI BESSA, Ligia de Oliveira & HATAKEYAMA, Kazuo. Six Sigma application in small enterprise. En: Concurrent Engineering: Research and Applications. [Google Académico]. 2016. vol. 24, no. 1, p. 69-82. DOI: 1063293X15594212. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1063293X15594212>

Cita 4: GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 179-189. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

Cita 5: CÓNDOR SALAZAR, Bolívar Raúl. Seis Sigma en las Pymes, bajando costos con calidad. En: Espacios. [Google Académico]. Junio 2018. vol. 39, no. 44, p. 1-13. ISSN 0798-1015. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.revisitaespacios.com/a18v39n44/a18v39n44p08.pdf>

3. COMPARATIVO DE LOS BENEFICIOS OBTENIDOS AL IMPLEMENTAR EL MODELO SIX SIGMA

Los beneficios obtenidos después de la implementación de la metodología Six Sigma entre Pymes y grandes compañías, aunque han sido ampliamente estudiados por diversos autores y en la mayoría de los casos, cuestionados, actualmente son las experiencias de las pequeñas empresas con tendencia de crecimiento las que demuestran la eficacia y el desarrollo factible y rentable del proyecto. Respecto a esto, Snee & Hoerl⁴⁸ contribuyen a lo expuesto mencionando que introducir un cambio radical en las Pymes es mucho más sencillo, debido a que organizacionalmente, las capas operativas entre el CEO y los operarios de las diferentes líneas del Core del negocio, son menores.

Conjuntamente, Dusharme⁴⁹ pone en evidencia la perspectiva de Mikel Harry -ex gurú Six Sigma de la compañía Motorola-, al referir que generalmente la estructura organizacional de las grandes compañías al caracterizarse por conservar una comunicación centralizada, exige desde el inicio que la alta gerencia despliegue la metodología hasta los mandos inferiores y que por su parte, en las pequeñas empresas, son los colaboradores certificados en Black Belt los que orientan y capacitan a toda la fuerza laboral. En este orden de ideas, para Mikel, liderar la experimentación del modelo en un nivel inferior le atribuye esperanza y ejemplo a las Pymes que buscan adoptar esta metodología de mejora.

No obstante, así como hay autores que respaldan el potencial y la capacidad de las Pymes para implementar Six Sigma en la organización, otros como Taner, Sezen & Antony⁵⁰ afirman que a pesar de las aplicaciones generalizadas del modelo, los componentes requeridos para su implementación, tales como, compromiso, liderazgo, mano de obra capacitada, apoyo financiero y recursos e infraestructura, restringen la viabilidad de adaptación en las pequeñas empresas.

⁴⁸ SNEE, R. D. & HOERL, R. W. Leading Six Sigma: A step-By-Step guide based on experience with GE and other Six Sigma companies, Citado por GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 181. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

⁴⁹ DUSHARME, D. Quality conversation with Mikel Harry, Citado por GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 181. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

⁵⁰ TANER, M. T; SEZEN, B & ANTONY, J. An overview of Six Sigma applications in healthcare industry, Citado por PRASANNA, M., & VINODH, Sekar. Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. En: Journal of Engineering, Design and Technology. [Emerald Insight]. 2013. vol. 11, no. 3, p. 229. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-01-2011-0001/full/html>

Aunado a lo anterior, a continuación se puntualizan los beneficios comunes determinados a partir de la información registrada por varios autores en ambos tipos de empresa, con el propósito de reconocer que aunque existan diversas percepciones, no es posible indicar que algunos éxitos están alineados con el tamaño de la empresa y que por tanto, solo son visibles en las grandes compañías (Ver **Cuadro 3**)

Cuadro 3. Beneficios comunes percibidos por las Pymes y las grandes compañías.

Beneficios	Autor
Reducción de defectos y costos de fabricación.	Sánchez, E. (2005); Coronado, R. B. & Antony, J. (2002).
Incremento de la productividad y de la cuota del mercado.	Sánchez, E. (2005); Wei, C, <i>et al.</i> (2010); Yang, H. M, <i>et al.</i> (2007).
Fidelización de clientes.	Sánchez, E. (2005); Tan, K. C. & Chakrabarty, A. (2007)
Desarrollo de productos y servicios.	Sánchez, E. (2005)
Cambio en la cultura organizacional.	Sánchez, E. (2005); Sharma, U. (2003) & Schroeder, R.G, <i>et al.</i> (2008)
Reducción de la variabilidad.	Naslund, D. (2008) & Antony, J. (2007)
Reducción del tiempo de ciclo.	McAdam, R & Evans, A. (2004)
Fomento del trabajo en equipo.	Chakrabarty, A & Tan, K. C. (2007)
Desarrollo metodológico para el logro de la calidad.	Anderson, C. M.; Patterson, A. & Hoerl, R. (2005)

Nota: Elaboración propia basada en Cita 1: SÁNCHEZ, E. Seis Sigma, filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en Perú, Citado por ARISTIZABAL SALAZAR, Vanessa y ZULUAGA MUÑOZ, William. Algunos elementos de la metodología Six Sigma aplicados a la empresa Indalar S.A.S. Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables. [Google Académico]. Julio 2013. p. 7. [Consultado 24, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://al ejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/544/ALGUNOS%20ELEMENTOS%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20SIX%20SIGMA%20APLICADOS%20A%20LA%20EMPRESA%20INDALAR%20SAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cita 2: PRASANNA, M., & VINODH, Sekar. Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. *En: Journal of Engineering, Design and Technology*. [Emerald Insight]. 2013. vol. 11, no. 3, p. 230. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-01-2011-0001/full/html>

Dentro de esta perspectiva, cabe resaltar la diferencia radical que se deriva de los beneficios evidenciados en aquellas compañías que operan bajo niveles de calidad de 3 y 6 sigma, valores resultantes que dependen del comportamiento organizacional y de los principios establecidos como guía hacia la mejora continua de cualquier organización. En el **Cuadro 4.**, se observan los resultados generalizados de las empresas que operan bajo estos dos niveles.

Cuadro 4. Beneficios adquiridos bajo los niveles 3 y 6 sigma.

La empresa Tres Sigma	La empresa Seis Sigma
<ul style="list-style-type: none"> • Gasta de 15 a 25% de sus ingresos por ventas, en costos de fallas (costos de no calidad) • Produce 66 807 defectos por cada millón de oportunidades • Confía en sus métodos de inspección para localizar defectos • Considera que la mejor calidad (calidad de clase mundial) es muy cara • No tiene un sistema disciplinado para coleccionar y analizar datos; y para actuar en consecuencia • Considera que 99% es suficientemente bueno • Define internamente las variables críticas para la calidad (VCC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gasta sólo 5% de sus ingresos por ventas, en costos de fallas (costos de no calidad) • Produce 3.4 defectos por cada millón de oportunidades • Confía en procesos eficaces que no generan fallas • Reconoce que el productor de alta calidad sigue siendo el productor de costos bajos • Utiliza la metodología DMAMC para ejecutar los proyectos de mejora y la DMADV para diseño • Establece su propia referencia (Benchmark) frente al mejor a nivel mundial • Considera que 99% no es aceptable • Define sus críticos para la calidad • Define las VCC de manera externa, escuchando la voz del cliente

Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. Introducción a Seis Sigma. *En:* Calidad Total y Productividad. [e-libro]. 3 ed. México D.F.: McGraw Hill, 2010. p. 289. ISBN 978-607-15-0315-2. [Consultado 23, agosto, 2019]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioamericasp/reader.Action?docID=3216975&ppg=1>

3.1 BENEFICIOS PERCIBIDOS POR LAS PYMES Y LAS GRANDES COMPAÑÍAS A NIVEL LATINOAMÉRICA

Resulta evidente que la implementación de la metodología Six Sigma tanto en las Pymes como en las grandes compañías, se ha constituido desde sus inicios como una estrategia para mantener la competitividad empresarial y mejorar sustancialmente el desempeño operacional. Bajo esta perspectiva, investigaciones de diversos autores permiten evidenciar que el Six Sigma al ser un modelo que se centra en los aspectos más críticos de un organización, mantiene un enfoque centrado en el cliente y está basado en hechos y datos, ha permitido reducir la variabilidad de los procesos, al tiempo en que mantiene, bajo un ambiente tan competitivo, una posición de liderazgo. En este orden de ideas, es de esperarse que las compañías que se encuentran absorbidas por la globalización y por mercados que demandan una calidad mayor en el servicio y/o producto ofrecido, les surja la necesidad de aplicar modelos de mejora como un enfoque estratégico para subsistir y cumplir competentemente con las necesidades de los clientes.

En este sentido, Sánchez⁵¹ menciona que dicho enfoque estratégico adoptado como un modelo de gestión empresarial está basado en tres acciones clave, esto con el propósito de lograr una calidad que represente un nivel de tan solo 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO). En primera instancia, reducir los costos asociados a la baja calidad del producto, seguido de actuar para obtener calidad desde el origen entablando una relación con los proveedores para que finalmente, dentro de las acciones empresariales internas, todos los eslabones que intervienen en el proceso productivo, mejoren el nivel de calidad en sigmas.

Bajo esta premisa, a continuación, se destacan los beneficios o los éxitos generados del modelo durante y después de su implementación en las Pymes abordadas previamente en el **Cuadro 2**. Destacando, que posteriormente a la descripción de los mismos, se abordan los beneficios evidenciados en algunas compañías y/o sectores de gran tamaño de América Latina.

Industria Automotriz: Abordando los estudios de Gonçalves, Amodio & Franzosi⁵², es posible detallar que las acciones tomadas por la Pyme Brasileira dieron como resultados positivos los bajos índices de rechazo para cualquier temperatura usando una concentración de 70g/L de desengrase, una reducción significativa del índice de retrabajo bajo la aplicación del ácido clorhídrico y un aumento del 4,3% en la temperatura del baño, llegando a un estado máximo de 80°C. Adicional a dichos beneficios, el trabajo evidenció que el nivel sigma logró evolucionar a 3, constituyendo un ahorro del 32,1% de los niveles de rechazo, es decir, que el registro fue del 4% según los indicadores de rendimiento, valores resultantes después de la implementación del modelo.

⁵¹ SÁNCHEZ, E. Seis Sigma, filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en Perú, Citado por ARISTIZABAL SALAZAR, Vanessa y ZULUAGA MUÑOZ, William. Algunos elementos de la metodología Six Sigma aplicados a la empresa Indalar S.A.S. Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables. [Google Académico]. Julio 2013. p. 6. [Consultado 24, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/544/ALGUNOS%20ELEMENTOS%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20SIX%20SIGMA%20APLICADOS%20A%20LA%20EMPRESA%20INDALAR%20SAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁵² GONÇALVES AMITRANO, Fernanda; AMODIO ESTORILIO, Carla Cristina; FRANZOSI BESSA, Ligia de Oliveira & HATAKEYAMA, Kazuo. Six Sigma application in small enterprise. *En*: Concurrent Engineering: Research and Applications. [Google Académico]. 2016. vol. 24, no. 1, p. 79-81. DOI: 1063293X15594212. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1063293X15594212>

Empresa Bloquera M: Los estudios de Chávez⁵³ demuestran que la adopción de la metodología Six Sigma para los productos Block Hueco y Block Macizo de la Pyme “Bloquera M” ubicada en la ciudad de México, permitió reducir los niveles de desperdicios en un 61.44%. Conjuntamente, el nivel de variabilidad alcanzó el 4.01 defectos por millón de oportunidades de error, incrementando a su vez, la productividad en la operatividad y ubicando a la empresa en un nivel más competitivo dentro del mercado actual. La **Tabla 7.**, muestra los beneficios en términos numéricos y porcentuales determinados en un mes.

Tabla 7. Beneficios caso Bloquera Medina, México.

Concepto	Enero-Octubre 2017	Noviembre 2017
Producción de Blocks Prefabricados	1,185,320 unidades	192,570 unidades
Piezas no satisfactorias	19,325 piezas	1,164 piezas
Defectos por millón de oportunidades de error (DPMO)	16,303.61	6,044.55
Costo/Beneficio	49.62%	61.44%

Fuente: Elaboración propia basada en CHAVEZ MEDINA, Juan, et al. Efecto del mantenimiento industrial, maquinaria y equipo, mano de obra, métodos de trabajo y materia prima con respecto al nivel de Six Sigma en una Pyme: Caso Bloquera Medina del municipio de San Pedro Cholula, Puebla. En: Ingeniería Industrial. [Google Académico]. Diciembre 2018. vol. 2, no. 6, p. 40-42. ISSN 2523-0344. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num6/Revista_de_Ingenier%20C3%ADa_Industrial_V2_N6_4.pdf

Empresa Indalar S.A.S: La implementación de la metodología para este caso permite resaltar dos grandes metas, en primer lugar, “el aumento de las ganancias de la empresa, resultado que se ve reflejado en la reducción de los costos operativos, una mejor rentabilidad del negocio y una mayor eficiencia en los procesos”⁵⁴; y en segundo lugar, el aumento en los niveles de satisfacción del cliente, en la medida en que se subsanaron los tiempos de entrega inoportunos al capacitar periódicamente a los operarios.

⁵³ CHAVEZ MEDINA, Juan, et al. Efecto del mantenimiento industrial, maquinaria y equipo, mano de obra, métodos de trabajo y materia prima con respecto al nivel de Six Sigma en una Pyme: Caso Bloquera Medina del municipio de San Pedro Cholula, Puebla. En: Ingeniería Industrial. [Google Académico]. Diciembre 2018. vol. 2, no. 6, p. 40-42. ISSN 2523-0344. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num6/Revista_de_Ingenier%20C3%ADa_Industrial_V2_N6_4.pdf

⁵⁴ ARISTIZABAL SALAZAR, Vanessa y ZULUAGA MUÑOZ, William. Algunos elementos de la metodología Six Sigma aplicados a la empresa Indalar S.A.S. Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables. [Google Académico]. Julio 2013. p. 31. [Consultado 24, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/544/ALGUNOS%20ELEMENTOS%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20SIX%20SIGMA%20APLICADOS%20A%20LA%20EMPRESA%20INDALAR%20SAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hollingsworth and Vose Company Floyd: Destacando los estudios de Green, Shannon & Rowlett⁵⁵, es posible afirmar que la implantación del DMAIC en el proceso de certificación del personal, no solo llevó a un aumento en las ventas, los proyectos incorporados con atención al servicio al cliente, la comunicación y los desperdicios, generaron un ahorro indirecto en tiempos, aumentaron las entregas de pedidos en un 95%, precisaron el consumo de materia prima en un 85%, redujeron las quejas por errores administrativos e incrementaron la precisión del consumo de fibra en un 97,6%. Cabe destacar que el propósito de capacitar el 100% de la fuerza laboral, creció en un 35% anual, logrando certificar a 93 colaboradores con el título de Green Belt.

OFITEK: El proyecto Six Sigma desarrollado en los estudios de Salazar⁵⁶, permite evidenciar que la metodología sin inversiones adicionales y trabajada bajo la estructura actual del proceso, logró mejorar el desempeño del equipo y de la actividad de pintura desde un nivel sigma estimado de 2.3 a un nivel 3 sigma para el tipo de pintura laca martillada y a un nivel 4 sigma para la pintura electrostática, hecho que en términos monetarios, estima un ahorro de 15.000 dólares anuales para la pequeña empresa. Ahora bien, en Latinoamérica diversas empresas de gran tamaño han logrado conformar el programa Six Sigma de manera exitosa. Los resultados logrados por General Electric, Kodak Brasil y Honeywell, así como de los sectores: minería del carbón y cemento en Colombia, cacao en Brasil, metalmecánico (galvanizado) en Chile y República Dominicana, licorero en Costa Rica, lácteo en Ecuador e industria plástica en Perú se detallan a continuación.

General Electric: La corporación conglomerada multinacional estadounidense de servicios financieros, medios de comunicación e infraestructura, adoptó la metodología Six Sigma en el año 1995 como la única iniciativa corporativa. Jack Welch, Director Ejecutivo (CEO) en ese entonces, registró según las investigaciones de Jiju & Banuelas⁵⁷ un ahorro de mil millones de dólares, determinando así que para el año 2000, la organización operaría a un nivel sigma

⁵⁵ GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. *En*: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 187-188. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

⁵⁶ CÓNDROR SALAZAR, Bolívar Raúl. Seis Sigma en las Pymes, bajando costos con calidad. *En*: Espacios. [Google Académico]. Junio 2018. vol. 39, no. 44, p. 11-12. ISSN 0798-1015. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n44/a18v39n44p08.pdf>

⁵⁷ JIJU, Antony & BANUELAS, Ricardo. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program, Citado por CABRERA JUNIOR, Alvaro. Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: Estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade. Tesis de Magíster en Ingeniería de Producción. São Carlos: Universidad de São Paulo, 2006. 35 p. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde04072006222701/publico/DissertacaoAlvaro.pdf>

de 6. Entre los logros, Cabrera⁵⁸ menciona que el equipo de trabajo redujo los problemas más críticos utilizando el ciclo DMAIC y que finalmente, la producción de productos y servicios se efectuaron de una manera más predecible y eficiente.

Kodak Brasil: Los éxitos relacionados con la implantación del modelo Six Sigma en las corporaciones General Electric y Motorola, llevaron a Kodak a adoptar este programa de mejora de manera efectiva en el año 1998. Los estudios de Cabrera⁵⁹ refieren que la compañía después de la implementación, empezó a trabajar con capacidades de proceso de hasta 5 sigmas, con la estrategia de certificar a toda la estructura laboral a partir de dos enfoques, uno gerencial trabajado por un Black Belt con capacitación de 1 semana y el otro profesional, trabajado por un Black Belt con capacitación de 12 a 15 semanas. A partir de aquí, las investigaciones afirman que se generó un retorno de alrededor de 8 millones de dólares tan solo en sus inicios.

Honeywell: La empresa multinacional estadounidense, liderada en ese entonces por Larry Bossidy (1991) “comenzó sus actividades de mejora de la calidad a principios de los años noventa y, a mediados de 1999, tuvo ahorros de alrededor de US \$600 millones por año, como resultado de la amplia capacitación de sus empleados en Six Sigma y la aplicación de sus principios”⁶⁰. De esta manera, las investigaciones de Cabrera⁶¹ refieren beneficios tales como el aumento de la productividad (6%), el incremento del margen de utilidad (13%) y el avance del valor del mercado (27% anual) después de la implementación de la metodología. Finalmente, Pande, Neuman & Cavanagh⁶² aseguran que fue gracias a Six Sigma que la organización tuvo un reconocimiento especial en las revistas Forbes y Fortune.

⁵⁸ CABRERA JUNIOR, Alvaro. Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: Estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade. Tesis de Magister en Ingeniería de Producción. São Carlos: Universidad de São Paulo, 2006. 35 p. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde04072006222701/publico/DissertacaoAlvaro.pdf>

⁵⁹ Ibid., p. 37.

⁶⁰ Ibid., p. 37.

⁶¹ Ibid., p. 37.

⁶² PANDE, Peter. S.; NEUMAN, Robert, P. & CAVANAGH, Roland. Estrategia Seis Sigma: como a GE, Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho, Citado por CABRERA JUNIOR, Alvaro. Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: Estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade. Tesis de Magister en Ingeniería de Producción. São Carlos: Universidad de São Paulo, 2006. 38 p. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde04072006222701/publico/DissertacaoAlvaro.pdf>

Minería del carbón (Colombia): El artículo presentado por Arango, Gómez y Álvarez⁶³ aborda la importancia del sector minería del carbón frente a la contribución del PIB, hecho que conlleva a un aumento en los niveles de explotación y por tanto, a una planeación minuciosa de los diferentes procesos logísticos. El objetivo principal de la implementación del modelo es “reducir al máximo el tiempo medio para mover las mercancías y productos, y llevar al mínimo la variación en torno a ese promedio”⁶⁴. Una vez desarrollada la metodología Six Sigma, basada en la adaptación del ciclo DMAIC, la gestión del transporte del carbón empezó a desempeñarse dentro de condiciones establecidas que garantizan eficiencia, eficacia y satisfacción del cliente. Adicionalmente, permitió mejorar la calibración de los equipos de pesaje y rediseñar un método de cargue adaptado a las competencias de los colaboradores.

Cemento (Colombia): El caso de estudio evalúa los procesos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (SIHSO) de una empresa productora de cemento, con el propósito de mejorar todos aquellos factores que afectan la salud y el bienestar de todo el personal. Puntualmente, Fontalvo⁶⁵ menciona que la situación actual que vive la empresa (ambientes confinados, electricidad, materiales tóxicos, radiación, incendios, alta tensión y caídas de elementos), representa un riesgo que puede contraer graves consecuencias (muerte, fractura, ceguera, amputación, pérdida del conocimiento, intoxicación e infarto). Después de la adaptación del ciclo DMAIC y del análisis estadístico de los años 2008, 2009 y 2010 en lo referente a las acciones y/o incidentes, la metodología permitió identificar los puntos más críticos y sobre ellos, entablar estrategias que ayudaron a mitigar los riesgos prioritarios.

⁶³ ARANGO SERNA, Martín Darío; GÓMEZ MONTOYA, Rodrigo Andrés y ÁLVAREZ URIBE, Karla Cristina. Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma. En: Boletín de Ciencias de la Tierra. [Google Académico]. Diciembre 2011, no. 30, p. 24. ISSN 0120-3630. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169522483003>

⁶⁴ GOLDSBY, T. & MARTICHENKO, R. Lean Six Sigma Logistics: Strategic development to operational success, Citado por ARANGO SERNA, Martín Darío; GÓMEZ MONTOYA, Rodrigo Andrés y ÁLVAREZ URIBE, Karla Cristina. Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma. En: Boletín de Ciencias de la Tierra. [Google Académico]. Diciembre 2011, no. 30, p. 24. ISSN 0120-3630. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169522483003>

⁶⁵ FONTALVO HERRERA, Tomas. Aplicación de Seis Sigma en una empresa productora de cemento. En: Escenarios. [Google Académico]. Enero-Junio 2011. vol. 9, no 1, p. 8. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3874538>

Cacao (Brasil): El trabajo realizado por Vinicius & Castro⁶⁶ muestra la estructuración del proyecto DMAIC con énfasis en el procesamiento industrial del cacao para el proceso de prensado. Para el mismo, los autores evidenciaron que después de la fase de análisis, donde se identificó la causa-raíz (residuos de materia prima), la empresa logró reducir en un 80% las pérdidas de la torta, la masa y la manteca de cacao, porcentaje que equivale a 24 toneladas/año y a un ahorro en costos de US \$ 60.000 año.

Metalmecánico-Galvanizado (Chile): El servicio de galvanizado presentado en la investigación de Ortiz y Galleguillos⁶⁷ hace parte de una empresa ubicada en la ciudad de Talcahuano, la cual presenta falencias que le impiden entregar un servicio de calidad al cliente y controlar los costos de insumos (Zinc) asociados al proceso productivo. Ante lo expuesto, el desarrollo exitoso de la metodología Six Sigma promovió la elaboración de un plan de acción, cuyo propósito fue el de mejorar la prestación del servicio con un enfoque especial en el recubrimiento de zinc. Entre los beneficios más sobresalientes está la participación constante de los colaboradores, la disminución de desperdicios de zinc, el avance de un ciclo productivo más fluido y la eliminación total de los problemas de comunicación entre las áreas.

Metalmecánico (República Dominicana): La aplicación de la metodología DMAIC para este caso en particular, está enfocada en la ingeniería de sujeción (pernos, tuercas, arandelas) de una organización con más de 18 años de experiencia perteneciente al sector metalmecánico. Porcentualmente, los estudios presentados por Aragón, León y Valdivia⁶⁸, evidencian que la organización tenía problemas con la existencia de piezas defectuosas (20%), pedidos no atendidos en el 2012 y 2013 (71% y 53%) y por consiguiente, insatisfacción del cliente. De lo anterior, la metodología permitió identificar y transformar satisfactoriamente los problemas denominados como críticos, al tiempo en que aumentó de la mano del personal, los niveles de satisfacción.

⁶⁶ VINICIUS COSTA, Miguel & CASTRO FETTERMANN, Diego. Utilização do DMAIC como ferramenta para a redução de perdas: uma aplicação no processamento de Cacau. En: Journal of Lean Systems. [Google Académico]. marzo 2017. vol. 2, no 1, p. 52. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: http://www.nexos.ufsc.br/index.php/lean/article/view/1286/pdf_32

⁶⁷ ORTIZ LARA, Ricardo Alonso y GALLEGUILLOS PERALTA, Leticia. Mejoramiento del servicio de galvanizado mediante Seis Sigma y el analisis de la información. En: Ingeniería Industrial. [Google Académico]. septiembre 2011. vol. 2, p. 81. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/44>

⁶⁸ ARAGÓN CASAS, Lucy G.; LEÓN CASTILLO, Manuel R. y VALDIVIA ALVAREZ, Katherine M. Aplicación de la metodología DMAIC para la mejora de procesos en una empresa del sector metalmecánico. En: Engineering education facing the grand challenges, what are we doing?. [Google Académico]. julio 2015, p. 1. ISSN: 2414-6668. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/ead5/1cf666a529360604da7e7231a5d2d41753f1.pdf?_ga=2.16500080.730377641.1578759769-1472174052.1578759769

Licorero (Costa Rica): En el presente caso, la Fábrica Nacional de Licores (Fanal) registra según las investigaciones hechas por Pérez y García⁶⁹, problemas en la línea de envasados relacionados con la deficiencia en la capacidad, lo que conlleva a tiempos de producción bajos. A raíz de la problemática, DMAIC ofreció una solución integral que permitió frente a las mejoras implementadas, “reducir los tiempos muertos en el proceso, utilizar eficientemente los recursos instalados, involucrar al recurso humano, optimizar al máximo el rendimiento de la capacidad de la línea productiva y generar mayores ingresos anuales”⁷⁰.

Lácteo (Ecuador): Dentro del sector lácteo, específicamente en una línea de producción de queso fresco ubicada en Guayaquil-Ecuador, Moreano y Cáceres⁷¹ evidenciaron que la desconfianza de los clientes frente al producto ofrecido contrajo fuertes pérdidas por devoluciones. Ante lo expuesto, la integración del programa de mejoramiento Six Sigma, además de que permitió determinar las posibles causas de devolución, puso en marcha iniciativas de mejoramiento de la calidad microbiológica del queso, conjunto a la limpieza de las instalaciones de procesamiento, en beneficio de la reducción de la contaminación.

Industria plástica (Perú): La compañía Industrias Plásticas Marplast S.A.C., en su proceso de mejoramiento de la calidad bajo la aplicación y/o adaptación del DMAIC en los procesos operativos y administrativos, obtuvo según lo investigado por Moscoso y Yalan⁷² una reducción de 29.459 DPMO, incremento del nivel sigma (3.08), aumento en los indicadores de productividad (2.85 Kg/\$), eficiencia (77.09%), eficacia (54.06%) y efectividad (41.66%), conjunto a un retorno de la inversión a partir del quinto mes y una tasa de rendimiento del 22.14%.

3.1.1 Beneficios en términos de competitividad. El estudio de la competitividad se ha convertido en una línea de investigación cada vez más frecuente y trascendente dentro del sector empresarial, debido principalmente a que las

⁶⁹ PÉREZ LÓPEZ, Esteban y GARCÍA CERDAS, Minor. Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *En: Tecnología en Marcha*. [Google Académico]. Julio-septiembre 2014, Vol. 27, nro 3, p. 89. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2070/1876

⁷⁰ *Ibid.*, p. 89.

⁷¹ MOREANO, Annabel y CÁCERES, Patricio. Diseño para la implementación de la metodología Seis Sigma en una línea de producción de queso fresco. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, enero 2010. p. 8. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/11388>

⁷² MOSCOSO CHAPARRO, Jesus Elias Martin y YALAN REYES, Adair Jeremy. Mejora de la calidad en el proceso de fabricación de plásticos flexibles de la empresa Marplast utilizando Six Sigma basado en la metodología DMAIC. Universidad de San Martín de Porres-Perú, 2013. 2 p. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.usmp.edu.pe/PFI/pdf/20132_7.pdf

organizaciones con altos índices de competitividad, son las que mayor contribuyen en la generación de empleo y en el fortalecimiento del PIB del país. Sin embargo, son las pequeñas empresas “las que cuentan con algunas ventajas competitivas con respecto a las grandes compañías, debido a su menor tamaño y facilidad de adaptarse a los cambios en la economía y patrones de la demanda”⁷³.

A raíz de que no existe una definición única de éste concepto, es importante desplegar el significado de la misma comprendido solamente desde un enfoque netamente empresarial. Para algunos autores “la competitividad empresarial se deriva de la ventaja competitiva que tiene una empresa a través de sus métodos de producción y de organización (reflejados en precio y en calidad del producto final) en relación con los de sus rivales en un mercado específico”⁷⁴. A los que otros agregan que “el éxito empresarial descansa en la capacidad organizativa de anticiparse y reaccionar a las exigencias de los mercados, por lo que un factor clave de éxito es la flexibilidad, entendida como la capacidad del empresario de adaptarse de manera rápida a los cambios que demanda el mercado”⁷⁵. Hasta este punto, parece evidente que la posición competitiva de una empresa, permite interpretar la forma de actuar de la misma dentro de su ambiente, pues a partir de esta simple observación, fue Motorola -compañía promotora del Six Sigma- quién concluyó “que la calidad afecta la estrategia e impacta en mayor grado la posición competitiva de la empresa, (...) a sus vez, que reconoció que las empresas de alta

⁷³ GONZÁLES, J. Estudio sobre la competitividad de Pymes incubadas en Empreser de México A.C., Citado por IBARRA CISNEROS, Manuel Alejandro; GONZÁLES TORRES, Lourdes Alicia y DEMUNER FLORES, María del Rosario. Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. En: Estudios Fronterizos. [Ebsco Host]. Enero-abril 2017. vol. 18, no 35, p. 109. [Consultado 21, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2089/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=2fe790f3-8901-46fb-be51-9eb0fc2ebc00%40pdc-v-sessmgr01>

⁷⁴ ABDEL, G. y ROMO, D. Sobre el concepto de competitividad, Citado por IBARRA CISNEROS, Manuel Alejandro; GONZÁLES TORRES, Lourdes Alicia y DEMUNER FLORES, María del Rosario. Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. En: Estudios Fronterizos. [Ebsco Host]. Enero-abril 2017. vol. 18, no 35, p. 111. [Consultado 21, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2089/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=2fe790f3-8901-46fb-be51-9eb0fc2ebc00%40pdc-v-sessmgr01>

⁷⁵ CABRERA MARTÍNEZ, A.; LÓPEZ LÓPEZ, P. y RAMÍREZ, C. La competitividad empresarial: un marco conceptual para su estudio, Citado por IBARRA CISNEROS, Manuel Alejandro; GONZÁLES TORRES, Lourdes Alicia y DEMUNER FLORES, María del Rosario. Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. En: Estudios Fronterizos. [Ebsco Host]. Enero-abril 2017. vol. 18, no 35, p. 112. [Consultado 21, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2089/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=2fe790f3-8901-46fb-be51-9eb0fc2ebc00%40pdc-v-sessmgr01>

calidad no son mejores que sus competidores, pero alcanzan magnitudes de diferencia que pueden volverse insuperables”⁷⁶.

De aquí la importancia de que las empresas consideren como una estrategia de competitividad, la implementación de proyectos de mejora continua como Six Sigma, debido primordialmente a que “alcanzar altos niveles de calidad, crea el potencial para lograr no solamente una diferencia estratégica, sino también un liderazgo estratégico a bajo costo dentro de un mercado”⁷⁷. Bajo lo expuesto, surge el siguiente cuestionamiento ¿Por qué adoptar Six Sigma y no otras metodologías de mejora?. Pues bien, autores como Montoya, Montoya y Castellanos⁷⁸ refuerzan las definiciones expuestas al afirmar que la competitividad se mide también por su capacidad operativa y que por tanto, el esfuerzo debe centrarse en la adaptación de procesos productivos eficientes que respondan a las necesidades de los mercados, todo esto a partir, fundamentalmente de tres indicadores clave, la capacidad de integración, de innovación y flexibilidad. En este orden de ideas, León⁷⁹ menciona que es la metodología la que cambia culturalmente a una organización para que sea primero eficiente y después competitiva y rentable, gracias a que Six Sigma cambia el modo en que opera la dirección, es más que un proyecto de mejora y le ofrece a la organización un enfoque riguroso de resolución de problemas y toma de decisiones, que a la larga, se dominan para lograr importantes ventajas competitivas. Finalmente, los estudios realizados dejan ver un patrón investigativo que afirma que los viejos modelos de negocio, en la era de la globalización, no son del todo exitosos. En la actualidad es importante notar que satisfacer a los clientes es una necesidad y que como líderes empresariales, deben crear un estilo de gestión orientado en el fomento de grandes ventajas competitivas dentro del sector.

3.1.2 Beneficios en términos de productividad. Estudios destacados de diversos autores coinciden en que la calidad es un elemento que impacta el aumento de la productividad y competitividad empresarial, puesto que “a lo largo de los procesos de fabricación, desde el diseño del producto y a través de sus

⁷⁶ BELOHLAV, James A. Calidad estratégica y competitividad. En: California Management Review. [Google Académico]. Primavera 1993. vol. 35, no 3, p. 88. [Consultado 21, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://gestionyestrategia.azc.uam.mx/index.php/rge/article/viewFile/496/491>

⁷⁷ Ibid., p. 88.

⁷⁸ MONTOYA R., Alexandra; MONTOYA R., Iván y CASTELLANOS, Oscar. Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia: elementos actuales y retos. En: Agronomía Colombiana. [Google Académico]. Enero-Abril 2010, no. 1, p. 107-108. ISSN 0120-9965. [Consultado 11, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180315651012.pdf>

⁷⁹ LEÓN LEFCOVICH, Mauricio. Introducción. En: Seis Sigma “Hacia un nuevo paradigma en gestión”. [e-libro]. El Cid Editor, 2009. p. 7. [Consultado 11, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=3180915&ppg=4>

etapas de transformación, reduce la aparición de no conformidades, reprocesos, desperdicios, horas extras, devoluciones a proveedores y garantías⁸⁰. A su vez, Deming -creador del concepto de la calidad total- citado por Córdor⁸¹, concuerda con lo expuesto al afirmar que el mejoramiento de la calidad conduce a una mayor productividad, a un menor precio y por consiguiente, amplía las oportunidades de incursionar en nuevos mercados. No obstante, para obtener ese nivel de calidad, autores como Arias, Portilla y Castaño⁸² hacen énfasis en que no solo se exige el uso de estadísticas, sino también un cambio en la cultura que impregne a toda la estructura organizacional.

Pese a esto, el verdadero problema radica en dos aspectos importantes, en primera instancia, Scherkenbach⁸³ afirma que las especificaciones tanto del producto como del servicio ofrecido, cada vez son más estrictas y exigentes por parte de los clientes, puesto que finalmente, son ellos los que definen la dificultad de alcanzar altos niveles de calidad; y en segunda instancia, Gutiérrez⁸⁴ menciona que la variabilidad en los procesos, es la que preponderadamente baja la calidad de los productos y/o servicios. A raíz de lo expuesto, parece conveniente que las organizaciones empiecen a gestionar adecuadamente una metodología de mejora que les permita funcionar a un mayor nivel de rendimiento.

Aunado a lo anterior, los estudios de Arias, Portilla y Castaño⁸⁵, al afirmar que la calidad cada día es el punto de mira de los clientes y que la meta definitiva es crear empresas Six Sigma, ponen en evidencia que dicho método, permite crear procesos y/o sistemas cercanos a la perfección y enfocados en la mejora continua. De tal manera que el mejoramiento en los procesos, la reducción de costos y

⁸⁰ LÓPEZ, Diana. C. Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmecánico. En: Entre Ciencia e Ingeniería. [Google Académico]. Segundo Semestre 2016, no. 20, p. 100. ISSN 1909-8367. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/363>

⁸¹ CÓNDOR SALAZAR, Op. cit., p. 2.

⁸² ARIAS MONTOYA, Leonel; PORTILLA, Liliana Margarita y CASTAÑO BENJUMEA, Juan Carlos. Aplicación de Six Sigma en las organizaciones. En: Scientia Et Technica. [Google Académico]. Junio 2008. vol. 14, no. 38, p. 269. ISSN 0122-1701. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903846>

⁸³ SCHERKENBACH, W. La ruta Deming a la calidad y la productividad, Citado por CÓNDOR SALAZAR, Bolívar Raúl. Seis Sigma en las Pymes, bajando costos con calidad. En: Espacios. [Google Académico]. Junio 2018. vol. 39, no. 44, p. 2. ISSN 0798-1015. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n44/a18v39n44p08.pdf>

⁸⁴ GUTIÉRREZ, Op. cit., p. 2.

⁸⁵ ARIAS MONTOYA, Op. cit., p. 269.

tiempos de respuesta y el incremento de la calidad, permita la integración de todas las áreas del negocio y evite la generación de brechas que terminan afectando los resultados finales.

4. FACTORES CLAVE A CONSIDERAR POR LAS PYMES PARA UNA EXITOSA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA

Dentro de la literatura del entorno de las Pymes, diversos autores aseguran que existen barreras que terminan siendo inherentes a las pequeñas empresas y que por tanto, metodológicamente la aplicación del modelo Six Sigma se ve restringida por la gestión que internamente han acogido las Pymes. Pese a que la presente investigación, ampliamente expuso casos exitosos de la implementación del modelo en Pymes de Latinoamérica, es importante reconocer que también ha sido evidente la presencia de factores que no están al alcance de las pequeñas empresas, debido precisamente a las características de este sector empresarial. Por lo anterior, esta sección pretende detallar los factores clave que las Pymes deben adoptar para que satisfactoriamente el modelo retorne grandes beneficios y, los retos, que tras investigaciones de varios autores, han sido demostrados.

4.1 FACTORES CLAVE QUE DEBEN SER ADOPTADOS POR LAS PYMES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE MEJORA

Para autores como Cruz⁸⁶, la forma de implementar el modelo de mejora Six Sigma en las grandes y pequeñas compañías, se diferencia inicialmente en la manera en que refuerzan y acreditan los conocimientos del RRHH. Para ello, afirma que los programas corporativos que entienden la relación proveedor-cliente como una modalidad colaborativa para formar expertamente a los primeros Champions y Black Belt, es usada por las compañías que no tienen limitación en su recurso financiero y que por otro lado, la formación basada en un régimen de cursos abiertos como lo es la academia, está siendo utilizada por las medianas y pequeñas empresas que efectivamente si cuentan, con dicha limitación. Aun así, menciona que un factor que deben considerar las empresas de menor tamaño antes de emprender el proyecto Six Sigma es la oportunidad, entendiéndose esta como los aspectos a los que deben orientar sus esfuerzos para que finalmente, los compromisos proyectados reflejen resultados favorables y de valor. Para tal fin, el autor clarifica este término (oportunidad) preguntándose si la organización estaría dispuesta a:

- Dedicar el tiempo suficiente para comprender los fundamentos del proyecto;
- Seleccionar principalmente proyectos de mejora enfocados en los puntos más críticos de la organización;
- Designar a un directivo que tenga los conocimientos y la implicación suficiente para entablar acciones de mejora y alcanzar los resultados;
- Asignar un Black Belt con una dedicación del 25% del trabajo a cada proyecto de mejora;

⁸⁶ CRUZ M. Op. cit., p. 64-65.

- Asignar mínimo 4 o 5 personas como equipo de trabajo bajo los lineamientos de cada Black Belt;
- Estimar de 12 a 16 jornadas de capacitación intensiva a cada Black Belt y;
- Proporcionar una asistencia técnica (proveedor) durante los primeros proyectos de mejora.

Los compromisos descritos por Cruz⁸⁷, aseguran que los costos en los que puede incurrir la pequeña empresa al momento de iniciar con el proyecto, estarán compensados en grandes beneficios si se abordan comprometidamente desde la alta dirección, puesto que la formación del Black Belt en el primer proyecto puede ser expandida en los siguientes sin ninguna formación previa, adicional a que él mismo puede fortalecer la capacidad de formar a más miembros de la organización. En este orden de ideas, cabe destacar que solo la formación y/o acreditación no es garantía de éxito, de aquí la importancia de que los compromisos antes citados se cumplan asegurando la rentabilidad del esfuerzo hecho por la organización. Ampliando lo expuesto por Cruz, otros autores como Mehrjerdi⁸⁸ resaltan la importancia de contemplar la “Fase de preparación” como uno de los puntos más importantes a tener en cuenta antes de procurar que operativamente todos los esfuerzos gerenciales permitan alcanzar un nivel sigma de 6. Por lo anterior, los factores presentados por el autor son:

- Empezar un proyecto planificado que maximice los beneficios de la implementación;
- Contar con el liderazgo permanente de la alta gerencia;
- Ejercer el cambio con precaución;
- Capacitar y/o certificar el equipo de trabajo adecuado;
- Crear una base de trabajo que incluya la participación de todos los colaboradores;
- Comunicarse y actuar bajo estrategias establecidas.

Dentro de esta perspectiva, Wessel & Burcher⁸⁹ obvian el hecho de que la pequeña empresa debe primero garantizar la autofinanciación del programa Six Sigma en un tiempo no mayor a un año, de tal manera que los beneficios financieros, al ser más altos que el costo incurrido, le permitan a la empresa avanzar rápidamente en otros proyectos de mejora. Para tal fin, los autores hacen

⁸⁷ CRUZ M. Op. cit., p. 65-66.

⁸⁸ MEHRJERDI, Zare. Six-Sigma: methodology, tools and its future. *En*: Assembly Automation. [Emerald Insight]. Enero 2011. vol. 31, no 1, p. 87. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/01445151111104209>

⁸⁹ WESSEL, Godecke & BURCHER, Peter. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. *En*: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. 2004. vol. 16, no 4, p. 268. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541918/full/html>

énfasis en que las pequeñas empresas deben centrarse en realizar el mismo seguimiento rutinario de los resultados empleado por la grandes corporaciones, esto a través de un enfoque de seguimiento de 12 meses, tiempo considerado suficiente para evidenciar la autofinanciación y reducir el esfuerzo en términos monetarios, puesto que se centra únicamente en darle alcance a los aspectos más críticos.

Ahora bien, en este camino hacia la excelencia, diversos autores han categorizado los factores clave de éxito que las Pymes deben ajustar a su modelo de negocio. El **Cuadro 5.**, describe al detalle los aspectos evidenciados y las acciones que se deben tomar para darles cumplimiento.

Cuadro 5. Factores clave de éxito del programa Six Sigma en las Pymes.

Factor Clave	Acciones
Cultura organizacional	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un programa de sensibilización que impregne y mejore la participación organizativa, con el fin de instalar culturalmente nuevas iniciativas. • Sesiones de capacitación de toma de conciencia organizacional que permitan promover los esfuerzos del cambio. • Comunicar los beneficios adquiridos tras emprender la metodología de mejora.
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicar un estilo de gestión basado en hechos y datos. • Establecer programas de comunicación que contribuyan a divulgar las estrategias del negocio y los requisitos de los clientes. • Publicar los beneficios y los reprocesos, con el fin de evitar futuros errores.
Vinculación	<ul style="list-style-type: none"> • Introducir el modelo de manera integral a la estrategia de la empresa. • Dirigir las mejoras a los procesos que tengan un impacto directo en los objetivos financieros y operativos. • Vincular los proyectos con los clientes, los procesos y/o servicios y la competitividad. • Orientar los proyectos en reducir la brecha generada entre el desempeño esperado y el desempeño real. • Identificar las características críticas de la calidad.
Sistema de roles	<ul style="list-style-type: none"> • Restringir la cantidad de operarios capacitados en Black Belt al asegurar que el líder del proyecto tenga la capacidad de seleccionar, liderar y moderar proyectos de mejora dentro de la empresa. • Mantener al resto de la fuerza laboral en los programas de sensibilización. • Reforzar las habilidades de gestión de proyectos en el equipo de trabajo.

Cuadro 5. (Continuación)

Infraestructura organizacional	<ul style="list-style-type: none"> • Plantear objetivos a largo plazo y a su vez, alcanzar victorias tempranas. • Rediseñar los procesos y/o servicios para alcanzar un nivel sigma de 6. • Formar un equipo de trabajo interfuncional.
Proveedores externos	<ul style="list-style-type: none"> • Contratar formadores que ajusten el concepto Six Sigma sin arriesgar el éxito del grupo al desarrollar una visión y un plan de capacitación orientado a las características de la empresa. • Reducir la variabilidad manteniendo proveedores con niveles de desempeño Six Sigma. • Mantener la filosofía ganar-ganar.

Nota: Elaboración propia basada en Cita 1: WESSEL, Godecke & BURCHER, Peter. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. En: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. 2004. vol. 16, no 4, p. 269-270. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.Emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541918/full/html>

Cita 2: BANUELAS CORONADO, Ricardo & JIJU, Antony. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations. En: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. Marzo 2002. vol. 14, no. 2, p. 94-97. [Consultado 17, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/09544780210416702>

Explícitamente, los factores clave de éxito previamente descritos, simbolizan una gestión de cambio dentro del modo de operar de las pequeñas empresas. No obstante, cabe señalar que las Pymes antes de iniciar con proyectos de mejora, ya presentan fortalezas y debilidades inherentes a su contexto organizacional. Las investigaciones de Jiju, Maneesh & Madu⁹⁰ construyeron dentro de la literatura existente, una lista de características generales demostradas por la Pymes frente a este conjunto de virtudes o falencias (Ver **Cuadro 6**).

Cuadro 6. Fortalezas y Debilidades generalizadas de las Pymes.

No.	Fortalezas
1	Alta flexibilidad, les permite introducir cambios con rapidez.
2	Bajas capas en la jerarquía de gestión y alta dirección visible.
3	Construye con facilidad una cultura de aprendizaje.
4	Conserva una alta lealtad por parte del RRHH.
5	Mayor vinculación con los clientes.
6	Rápida ejecución y toma de decisiones, derivada de una comunicación interna más efectiva.
7	Receptividad a las necesidades del mercado y mayor capacidad de innovación para atender la demanda.
8	Victorias tempranas y beneficios más visibles.

⁹⁰ JIJU, Antony; MANEESH, Kumar & MADU, Christian N. Six Sigma in small - and medium - sized UK manufacturing enterprises. En: International Journal of Quality & Reliability Management. [Emerald Insight]. Mayo-Junio 2005. vol. 22, no. 8, p. 860-874. [Consultado 16, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/02656710510617265>

Cuadro 6. (Continuación)

No.	Debilidades
1	Bajo grado de estandarización y formalización.
2	Inversión limitada, bajo presupuesto y escasez de recursos.
3	No existe planificación y las estrategias tienen un enfoque netamente operativo.
4	Alcance informal y limitado frente a la capacitación y desarrollo del personal.
5	Toma de decisiones proyectadas generalmente al corto plazo.
6	Establecimiento de estrategias del negocio fundamentadas intuitivamente y no analíticamente.
7	Modelo de negocio no orientado a sistemas ni proyectos de mejora.
8	Ausencia de programas de incentivos y/o motivacionales para el personal.

Nota: Elaboración propia basada en JIJU, Antony; MANEESH, Kumar & MADU, Christian N. Six Sigma in small - and medium - sized UK manufacturing enterprises. *En:* International Journal of Quality & Reliability Management. [Emerald Insight]. Mayo-Junio 2005. vol. 22, no. 8, p. 862. [Consultado 16, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/02656710510617265>

Ahora bien, análogamente, Jiju, Maneesh & Madu⁹¹ añaden que la efectividad del modelo también se ve reflejada en la capacidad que tiene la empresa para integrar las herramientas estadísticas dentro del marco del ciclo DMAIC. A través de la escala de Likert y de los diversos estudios realizados por los autores, estos clasificaron las herramientas según su utilidad y uso en las Pymes, dando por resultado que las herramientas que ofrecen una representación visual, son las más fundamentales dentro de las pequeñas empresas para la resolución de los problemas. En orden de importancia, los resultados fueron los siguientes:

- Mapa de procesos.
- Histograma.
- Diagrama de Ishikawa.
- Análisis modal de fallos y efectos (FMEA).
- Análisis de capacidad del proceso (CP y CPK).
- Gráficos de dispersión, control y análisis de regresión.
- Poka-Yoke y Benchmarking.

Finalmente, otro de los aspectos que exige el modelo para su exitosa implementación, es el ciclo DMAIC. Frente al tema, las investigaciones de Domínguez, López y Parroquín⁹², afirman que es necesario adaptar las etapas del ciclo DMAIC a las características de gestión propias de las Pymes. El **Cuadro 7.**,

⁹¹ Ibid., p. 870.

⁹² GARCÍA DOMÍNGUEZ, Rocío I.; ROMERO LOPEZ, Roberto y PARROQUÍN AMAYA, Patricia C. Metodología para la aplicación de Seis Sigma en la pequeña y mediana empresa. *En:* Cultura Científica y Tecnológica. [Google Académico]. Septiembre-Diciembre 2017, no. 63, p. 208-209. ISSN 2007-0411. [Consultado 10, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/2204/1999>

describe la iniciativa de cambio de los autores para cada fase, con el propósito de permitir que después de la implementación, éstas puedan sostener la mejora.

Cuadro 7. Criterios del ciclo DMAIC adaptados a las características de las Pymes.

Fase del ciclo DMAIC	Criterios
Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Duración del proyecto y probabilidades de éxito. • Facilidad en la colección de datos. • Costos de la mala calidad y riesgos involucrados al proyecto. • Grupo estratégico de trabajo y necesidades del cliente. • Beneficio financiero y recursos necesarios. • Mapa de proceso de operaciones y procesos críticos para la calidad.
Medir	<ul style="list-style-type: none"> • Métricos financieros y operacionales. • Sigma del proceso y críticos para la calidad (CTQ). • Defectos por millón de oportunidades (DPMO). • Métricas simples, transparentes y entendibles.
Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • Entradas del proceso. • Causas que afectan la salida del proceso y causa raíz del problema.
Mejorar	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de los costos de la mala calidad. • Cambios reales que proporcionen el resultado esperado.
Controlar	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades que aseguren las mejoras del proyecto. • Mediciones de seguimiento al desempeño.

Nota: Elaboración propia basada en GARCÍA DOMÍNGUEZ, Rocío I.; ROMERO LOPEZ, Roberto y PARROQUÍN AMAYA, Patricia C. Metodología para la aplicación de Seis Sigma en la pequeña y mediana empresa. *En:* Cultura Científica y Tecnológica. [Google Académico]. Septiembre-Diciembre 2017, no. 63, p. 208-209. ISSN 2007-0411. [Consultado 10, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/2204/1999>

4.1.1 Retos a los que se enfrentan las pymes durante el proceso de implementación del modelo. Bhuiyan & Baghel⁹³ comparten la creencia de que alcanzar los resultados esperados tras implementar programas de mejora continua, como Six Sigma, representa un gran reto que involucra cambios organizacionales en muchos niveles. Si bien es cierto que la calidad proporciona una perspectiva diferente, también se argumenta que en su proceso de introducción, dichos cambios terminan convirtiéndose en grandes desafíos para las pequeñas empresas. De hecho, dentro de las fuentes revisadas, la opinión

⁹³ BHUIYAN, N. & BAGHEL, A. An overview of continuous improvement: from the past to the present, Citado por GARCÍA DOMÍNGUEZ, Rocío I.; ROMERO LOPEZ, Roberto y PARROQUÍN AMAYA, Patricia C. Metodología para la aplicación de Seis Sigma en la pequeña y mediana empresa. *En:* Cultura Científica y Tecnológica. [Google Académico]. Septiembre-Diciembre 2017, no. 63, p. 257. ISSN 2007-0411. [Consultado 10, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/2204/1999>

dominante y generalizada de autores como Isenberg⁹⁴ coinciden en que los desafíos de las pequeñas empresas se basan principalmente en los bajos recursos de financiamiento y logística, grupo de RRHH limitado, necesidad de roles múltiples (Black Belt – Champions) y baja exposición a innovaciones de gestión en diversas industrias. A los que otros, como Moreno⁹⁵ añaden la falta de estrategias gerenciales, resistencia al cambio y falencias en la orientación de los objetivos de mejora. Adicionalmente, Cagnazzo & Taticchi⁹⁶ en sus 43 estudios realizados, identificaron 4 hitos (Simple, universal, holístico, desarrollable) que de manera conjunta, definen en términos generales la aplicabilidad exitosa del modelo Six Sigma y coinciden con lo expuesto al demostrar que el actuar de las organizaciones cada vez más, dificulta en mayor grado el éxito del modelo. Los resultados arrojados por las investigaciones, dejan en evidencia que las empresas orientaron sus esfuerzos únicamente en 1 de los 4 hitos referenciados, lo que en términos porcentuales (cantidad de empresas por hito) equivale a 56%, 7%, 56% y 60% respectivamente. Con lo anterior afirman que no es posible alcanzar grandes resultados si las empresas no conservan un enfoque netamente integral. Los hitos y/o características se detallan a continuación:

- **Simple:** Las herramientas estadísticas usadas en el proyecto de mejora deben ser simples y entendibles.
- **Universal:** El enfoque del modelo debe atender a cualquier tipo de empresa sin hacer distinción de su tamaño.
- **Holístico:** Six Sigma debe ser integrado gradualmente a la empresa, especialmente en los casos en los que ya se cuente con un Sistema de Gestión de Calidad (SGC).
- **Desarrollable:** Se debe mantener durante y después de su implantación un enfoque innovador y no estático, de tal manera que permita desarrollar diversas soluciones.

⁹⁴ ISENBERG, D. Implementing Six Sigma in small and medium-sized corporations, Citado por WESSEL, Godecke & BURCHER, Peter. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. En: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. 2004. vol. 16, no 4, p. 267. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541918/full/html>

⁹⁵ MORENO LUZON, M. D. Can total quality management make small firms competitive, Citado por WESSEL, Godecke & BURCHER, Peter. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. En: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. 2004. vol. 16, no 4, p. 267. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541918/full/html>

⁹⁶ CAGNAZZO, Luca & TATICCHI, Paolo. Six Sigma for big companies and SMEs: evidences from literature. En: Wseas Transactions on Business and Economics. [Google Académico]. Octubre 2010. vol. 7, no. 4, p. 299. ISSN 1109-9526. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.wseas.us/e-library/transactions/economics/2010/88-141.pdf>

De aquí parte la opinión de autores que en numerosos estudios afirman que solo las grandes corporaciones poseen los componentes de logro del Six Sigma, tales como “compromiso de liderazgo, disponibilidad de mano de obra calificada, flujo de dinero suficiente y la infraestructura de capacitación”⁹⁷. Aspectos que en conjunto, según Green, Shannon & Rowlett⁹⁸ son considerados demasiado exigentes para las instalaciones de producción más pequeñas. Asimismo, los autores ofrecen otra perspectiva al referir que la implementación puede ser más fácil y a su vez, más difícil en las Pymes, es decir, fácil al considerar la flexibilidad como un aspecto inherente de la compañía y difícil “porque las empresas más pequeñas tienen menos probabilidad de tener todas las capacidades de capacitación internamente, además de contar con menos personas para compartir la carga de asumir estos nuevos proyectos o proporcionar una infraestructura de apoyo”⁹⁹. El **Cuadro 8.**, expone ciertas atribuciones que conservan una mayor o menor dificultad de aplicación, tanto en la grandes como en las pequeñas compañías.

Cuadro 8. Atribuciones con mayor o menor dificultad de aplicación en las grandes y pequeñas compañías.

Atribuciones Six Sigma	Pymes		Grandes Corporaciones	
	Mayor dificultad	Menor dificultad	Mayor dificultad	Menor dificultad
1. Gestión de compras		X	X	
2. Comunicación de objetivos		X	X	
3. Proyectos de selección de roles		X	X	
4. Entrenamiento Six Sigma	X			X
5. Compromiso de recursos	X			X
6. Beneficios visibles con rapidez		X	X	

Nota: Elaboración propia basada en GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 181. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

⁹⁷ PRASANNA, M., & VINODH, Sekar. Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. En: Journal of Engineering, Design and Technology. [Emerald Insight]. 2013. vol. 11, no. 3, p. 229. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-01-2011-0001/full/html>

⁹⁸ GREEN, Op. cit. p. 180.

⁹⁹ BREYFOGLE, F. Starting a Six Sigma initiative, Citado por GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 181. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

Finalmente, es importante destacar la investigación de Chávez¹⁰⁰ frente al caso de estudio de la empresa Bloquera M (Caso descrito en el **Cuadro 2**), mediante la cual ponen en evidencia las limitaciones que la empresa mexicana registró como Pyme durante la implantación del modelo, pues éste afirma que la toma de conciencia del recurso humano frente a la mejora continua, es a final de cuentas, uno de los factores primordiales y exigidos, incluso por el mismo método, para obtener los beneficios esperados. Puntualmente, menciona que la resistencia al cambio y el pensamiento independiente de los colaboradores, llegaron a afectar negativamente tanto importantes requerimientos de los clientes como la imagen corporativa de la organización (defectos, quejas y costos).

En conclusión, las investigaciones referenciadas en esta sección dejan ver que proporcionar servicios y/o productos de calidad a bajo costo a partir de un modelo que inicialmente, fue creado y adoptado por grandes corporaciones, puede llegar a ser una metodología efectiva en las pequeñas empresas, aunque la práctica haya mostrado en diversas ocasiones que los métodos e instrumentos no son igualmente aplicables en las Pymes. Por lo anterior, es importante considerar las adaptaciones del modelo en las pequeñas empresas, como una guía que les permita emprender el camino hacia la excelencia empresarial.

¹⁰⁰ CHAVEZ, Op. cit. p. 43.

5. CONCLUSIONES

A partir del desarrollo de este trabajo, se logró concluir qué:

La introducción exitosa del Six Sigma por Motorola y la posterior consolidación de la estrategia en las grandes corporaciones como Allied Signal y General Electric (GE), contribuyeron a crear desde el inicio, una cultura de mejora que trajo consigo a grandes rasgos, grandes ventajas en la competitividad y productividad de las empresas. Además, su evolución a través del tiempo, evidenció la inclusión de herramientas (Ciclo DMAIC) que le permitieron a las pequeñas empresas ser parte de este enfoque revolucionario.

El crecimiento exponencial de las Pymes en los diferentes sectores económicos, ha contribuido significativamente en la producción y generación de empleo, especialmente de los países detallados en la investigación, lo que a su vez, se traduce en un esfuerzo por lograr constantemente un mayor nivel de desarrollo empresarial. Esto, logrado a través de proyectos de mejoramiento continuo que les permiten alcanzar los niveles deseados de excelencia y subsistir bajo los efectos de la globalización.

Es posible implementar el proyecto Six Sigma como un modelo de gestión empresarial en las Pymes con tendencia de crecimiento. Añadiendo, que entre la literatura publicada a nivel Latinoamérica, es viable puntualizar en los beneficios generales destacados tanto en las grandes como en las pequeñas empresas, reconociendo que es imposible indicar que los éxitos del modelo solo se ven reflejados en las empresas de gran tamaño, siendo estos: aumento de la fiabilidad del proceso, mejoras en la productividad y satisfacción del cliente, disminución en los costos de la calidad, los reprocesos, tiempos de ciclo, y en las causas de ineficacia e ineficiencia.

La presencia de factores que no están al alcance de las pequeñas empresas, se convirtieron en el punto de partida de diversos autores que buscaron la adaptación del modelo en las instalaciones con bajos volúmenes de producción. Sucintamente, concluían que dichas adaptaciones, deben ser igualmente guiadas y aplicadas comprometidamente desde la alta dirección, con el fin de asegurar la efectividad del modelo.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, es posible recomendar qué:

Es fundamental que las organizaciones latinoamericanas entiendan la importancia y amplíen las razones por las cuales deben adoptar esquemas eficientes que les permitan lograr ventajas competitivas que no podrían alcanzar si continúan bajo un esquema de calidad tradicional, para que finalmente, se apropien de una cultura organizacional enfocada en la mejora continua como lo es Six Sigma, y puedan hacerle frente a los cambios de un sector cambiante y moldeado por las exigencias del mercado.

Reconociendo la importancia que tienen la Pymes en el crecimiento económico y las limitaciones tanto internas como externas que les pueden dificultar llevar a cabo procesos de fortalecimiento y expansión empresarial, es importante crear conciencia de las fortalezas que las pequeñas empresas tienen en comparación con las grandes corporaciones, además de reconocer que aumentar el nivel de calidad en sigmas requiere de un esfuerzo constante, y que por tanto, su éxito o fracaso no puede basarse únicamente por el hecho de tener 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO).

Finalmente, se espera que a partir de la presente Revisión Documental, nuevos investigadores despierten el interés de profundizar y difundir la metodología Six Sigma, como un elemento de fortalecimiento y desarrollo real del sector al cual pertenecen las Pymes, cuyo propósito sea el de operar a niveles de eficiencia y eficacia que consigan llevar la calidad hasta los términos más próximos a la perfección. No obstante, se recomienda realizar una investigación más exhaustiva de la literatura disponible relacionada con las adaptaciones hechas del modelo para las compañías de menor tamaño, adicional a los obstáculos que diversos autores aseguran que restringen la viabilidad de implementación en las Pymes, debido a que no fueron detallados ampliamente.

BIBLIOGRAFÍA

ABDEL, G. y ROMO, D. Sobre el concepto de competitividad, Citado por IBARRA CISNEROS, Manuel Alejandro; GONZÁLES TORRES, Lourdes Alicia y DEMUNER FLORES, María del Rosario. Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. En: Estudios Fronterizos. [Ebsco Host]. Enero-abril 2017. vol. 18, no 35, p. 107-130. [Consultado 21, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://ezproxy.Uamerica.edu.co:2089/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=2fe790f3-8901-46fb-be51-9eb0fc2ebc00%40pdc-v-sessmgr01>

ÁNGEL, Luz Dary. Modelos y herramientas utilizados en la implementación de sistemas de gestión de calidad. En: Centro de Investigación en Competitividad Empresarial. Especialización en Gerencia de la Calidad. [Google Académico]. Bogotá, D.C. Sec. Publicaciones. 20 de octubre de 2015. p. [173]. [consultado 20, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6298/1/COL0082009-2015-3-1-GC.pdf>

ARAGÓN CASAS, Lucy G.; LEÓN CASTILLO, Manuel R. y VALDIVIA ALVAREZ, Katherine M. Aplicación de la metodología DMAIC para la mejora de procesos en una empresa del sector metalmecánico. En: Engineering education facing the grand challenges, what are we doing?. [Google Académico]. julio 2015, p. 9. ISSN: 2414-6668. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/ead5/1cf666a529360604da7e7231a5d2d41753f1.pdf?_ga=2.16500080.730377641.1578759769-1472174052.1578759769

ARANGO SERNA, Martín Darío; GÓMEZ MONTOYA, Rodrigo Andrés y ÁLVAREZ URIBE, Karla Cristina. Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma. En: Boletín de Ciencias de la Tierra. [Google Académico]. Diciembre 2011, no. 30, p. 23-37. ISSN 0120-3630. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169522483003>

ARIAS MONTOYA, Leonel; PORTILLA, Liliana Margarita y CASTAÑO BENJUMEA, Juan Carlos. Aplicación de Six Sigma en las organizaciones. En: Scientia Et Technica. [Google Académico]. Junio 2008. vol. 14, no. 38, p. 265-270. ISSN 0122-1701. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903846>

ARISTIZABAL SALAZAR, Vanessa y ZULUAGA MUÑOZ, William. Algunos elementos de la metodología Six Sigma aplicados a la empresa Indalar S.A.S. Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables. [Google Académico]. Julio 2013. p. 33. [Consultado 24, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/544/ALGUNOS%20ELEMENTOS%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20SIX%20SIGMA%20APLICADOS%20A%20LA%20EMPRESA%20INDALAR%20SAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BANUELAS CORONADO, Ricardo & JIJU, Antony. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations. En: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. Marzo 2002. vol. 14, no. 2, p. 92-92. [Consultado 17, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/09544780210416702>

BARVIERO, Cristina A., *et al.* La importancia de la estadística en estrategias de mejora continua de la calidad. La metodología seis sigma. En: Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas. Escuela de Estadística. [Google Académico]. Argentina. Sec. Publicaciones. Noviembre de 2005. p. [8]. [consultado 9, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <file:///E:/ART%C3%8DCULOS%20IMPORTANTES%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20DE%20LA%20MUNOGRAF%C3%8DA/TODO%20SOBRE%20SIX%20SIGMA%EF%80%A8/SIX%20SIGMA..pdf>

BELOHLAV, James A. Calidad estratégica y competitividad. En: California Management Review. [Google Académico]. Primavera 1993. vol. 35, no 3, p. 83-92. [Consultado 21, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://gestionyestrategia.azc.uam.mx/index.php/rge/article/viewFile/496/491>

BHUIYAN, N. & BAGHEL, A. An overview of continuous improvement: from the past to the present, Citado por GARCÍA DOMÍNGUEZ, Rocío I.; ROMERO LOPEZ, Roberto y PARROQUÍN AMAYA, Patricia C. Metodología para la aplicación de Seis Sigma en la pequeña y mediana empresa. En: Cultura Científica y Tecnológica. [Google Académico]. Septiembre-Diciembre 2017, no. 63, p. 204-211. ISSN 2007-0411. [Consultado 10, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/2204/1999>

BOHIGUES ORTIZ, Alexandre. Desarrollo e implementación de un modelo Seis Sigma para la mejora de la calidad y de la productividad en Pymes industriales. Tesis de Maestría en Ingeniería de Organización y Logística. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. p. 1-89. [consultado 11, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handel/10251/56192/BOHIGUES%20-%20Desarrollo%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20un%20modelo%20seis%20sigma%20para%20la%20mejora%20de%20la%20calidad%20y%20de%20....pdf?sequence=4&isAllowed=y>

BREYFOGLE, F. Starting a Six Sigma initiative, Citado por GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 179-189. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

CABRERA JUNIOR, Alvaro. Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: Estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade. Tesis de Magíster en Ingeniería de Producción. São Carlos: Universidad de São Paulo, 2006. 139 p. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde04072006222701/publico/DissertacaoAlvaro.pdf>

CABRERA MARTÍNEZ, A.; LÓPEZ LÓPEZ, P. y RAMÍREZ, C. La competitividad empresarial: un marco conceptual para su estudio, Citado por IBARRA CISNEROS, Manuel Alejandro; GONZÁLES TORRES, Lourdes Alicia y DEMUNER FLORES, María del Rosario. Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. En: Estudios Fronterizos. [Ebsco Host]. Enero-abril 2017. vol. 18, no 35, p. 107-130. [Consultado 21, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2089/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=2fe790f3-8901-46fb-be51-9eb0fc2ebc00%40pdc-v-sessmgr01>

CAGNAZZO, Luca & TATICCHI, Paolo. Six Sigma for big companies and SMEs: evidences from literature. En: Wseas Transactions on Business and Economics. [Google Académico]. Octubre 2010. vol. 7, no. 4, p. 295-310. ISSN 1109-9526. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.wseas.us/e-library/transactions/economics/2010/88-141.pdf>

COLOMBIA, EL CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 590. (2010). Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa. Gestor normativo. Bogotá, D.C., 2010. No. 2473. p. 24. [consultado 10, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=12672>

CÓNDOR SALAZAR, Bolívar Raúl. Seis Sigma en las Pymes, bajando costos con calidad. En: Espacios. [Google Académico]. Junio 2018. vol. 39, no. 44, p. 13. ISSN 0798-1015. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n44/a18v39n44p08.pdf>

CONFEDERACIÓN ESPAÑOLA DE ORGANIZACIONES EMPRESARIALES. Las Mipymes generan el 28% del PIB en Latinoamérica pero carecen aún del impulso necesario. [Google Académico]. Madrid. 06 de marzo de 2018. [consultado 20, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.ceoe.es/es/contenido/actualidad/noticias/las-mipymes-generan-el-28-del-pib-en-latinoamerica-pero-carecen-aun-del-impulso-necesario>

CRUZ M., de Benito Valencia. La mejora continua en la gestión de calidad: Seis Sigma, el camino para la excelencia. En: Economía Industrial. [Google Académico]. 2000, no. 331, p. 59-66. ISSN 0422-2784. [Consultado 11, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/331/10.CRUZ%20M.%20DE%20BENITO.pdf>

CHAVEZ MEDINA, Juan, et al. Efecto del mantenimiento industrial, maquinaria y equipo, mano de obra, métodos de trabajo y materia prima con respecto al nivel de Six Sigma en una Pyme: Caso Bloquera Medina del municipio de San Pedro Cholula, Puebla. En: Ingeniería Industrial. [Google Académico]. Diciembre 2018. vol. 2, no. 6, p. 34-44. ISSN 2523-0344. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num6/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N6_4.pdf

DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018. p. 560. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DUSHARME, D. Quality conversation with Mikel Harry, Citado por GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 179-189. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

ECKES, George. ¿Por qué mi compañía ha adoptado el Six Sigma?. En: El Six Sigma para todos. [Google Académico]. 20 ed. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2004. p. 176. [consultado 6, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wcPI_I47fk4C&oi=fnd&pg=PA7&dq=PORQUE+APLICAR+SIX+SIGMA&ots=NNySJhFPUX&sig=AMLK0-X5N20thjyRwXnNJyGi1Gg#v=onepage&q=PORQUE%20APLICAR%20SIX%20SIGMA&f=false

FONTALVO HERRERA, Tomas. Aplicación de Seis Sigma en una empresa productora de cemento. En: Escenarios. [Google Académico]. Enero-Junio 2011. vol. 9, no 1, p. 7-17. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3874538>

GARCÍA DOMÍNGUEZ, Rocío I.; ROMERO LOPEZ, Roberto y PARROQUÍN AMAYA, Patricia C. Metodología para la aplicación de Seis Sigma en la pequeña y mediana empresa. En: Cultura Científica y Tecnológica. [Google Académico]. Septiembre-Diciembre 2017, no. 63, p. 204-211. ISSN 2007-0411. [Consultado 10, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/2204/1999>

GOLDSBY, T. & MARTICHENKO, R. Lean Six Sigma Logistics: Strategic development to operational success, Citado por ARANGO SERNA, Martín Darío; GÓMEZ MONTOYA, Rodrigo Andrés y ÁLVAREZ URIBE, Karla Cristina. Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma. En: Boletín de Ciencias de la Tierra. [Google Académico]. Diciembre 2011, no. 30, p. 23-37. ISSN 0120-3630. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169522483003>

GONZÁLES, J. Estudio sobre la competitividad de Pymes incubadas en Empreser de México A.C., Citado por IBARRA CISNEROS, Manuel Alejandro; GONZÁLES TORRES, Lourdes Alicia y DEMUNER FLORES, María del Rosario. Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. En: Estudios Fronterizos. [Ebsco Host]. Enero-abril 2017. vol. 18, no 35, p. 107-130. [Consultado 21, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2089/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=2fe790f3-8901-46fb-be51-9eb0fc2ebc00%40pdc-v-sessmgr01>

GÓMEZ FRAILE, Fermín; VILLAR BARRIO, José Francisco y TEJERO MONZÓN, Miguel. El Seis Sigma. En: Seis Sigma. [Google Académico]. 2 ed. Madrid: Fundación Confemetal, 2003. p. 389. ISBN 84-95428-88-1. [Consultado 03, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qwumngQPLmUC&oi=fnd&pg=PA9&dq=BENEFICIOS+DEL+SEIS+SIGMA&ots=jUaeukx6W2&sig=beryBtOwy6sHMiJPe6bvKPCt23Q#v=onepage&q=BENEFICIOS%20DEL%20SEIS%20SIGMA&f=false>

GONÇALVES AMITRANO, Fernanda; AMODIO ESTORILIO, Carla Cristina; FRANZOSI BESSA, Ligia de Oliveira & HATAKEYAMA, Kazuo. Six Sigma application in small enterprise. En: Concurrent Engineering: Research and Applications. [Google Académico]. 2016. vol. 24, no. 1, p. 69-82. DOI: 1063293X15594212. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1063293X15594212>

GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 179-189. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJSSCA.2006.010108>

GUTIÉRREZ, Humberto. Introducción a Seis Sigma. En: Calidad Total y Productividad. [e-libro]. 3 ed. México D.F.: McGraw Hill, 2010. p. 363. ISBN 978-607-15-0315-2. [Consultado 23, agosto, 2019]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=3216975&ppg=1>

GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. Calidad total y productividad, Citado por CÓNDOR SALAZAR, Bolívar Raúl. Seis Sigma en las Pymes, bajando costos con calidad. En: Espacios. [Google Académico]. Junio 2018. vol. 39, no. 44, p. 2. ISSN 0798-1015. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n44/a18v39n44p08.pdf>

HITT, Michael; IRELAND, Duane y HOSKISSON, Robert. Administración y competitividad estratégica. En: Administración estratégica: Competitividad y globalización conceptos y casos. [Google Académico]. 7 ed. México D.F.: Cengage Learning Editores S.A., 2008. p. 334. [consultado 9, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <file:///E:/ART%C3%8DCULOS%20IMPORTANTES%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20DE%20LA%20MONOGRAF%C3%8DA/TODO%20BRE%20SIX%20SIGMA%EF%80%A8/SIX%20SIGMA..pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistemas de gestión de la calidad: fundamentos y vocabulario. NTC-ISO 9001. Bogotá D.C. El instituto, 2015. 20 p.

ISENBERG, D. Implementing Six Sigma in small and medium-sized corporations, Citado por WESSEL, Godecke & BURCHER, Peter. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. En: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. 2004. vol. 16, no 4, p. 264-272. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541918/full/html>

JIJU, Antony & BANUELAS, Ricardo. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program, Citado por CABRERA JUNIOR, Alvaro. Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: Estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade. Tesis de Magister en Ingeniería de Producción. São Carlos: Universidad de São Paulo, 2006. 137 p. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde04072006222701/publico/DissertacaoAlvaro.pdf>

JIJU, Antony; MANEESH, Kumar & MADU, Christian N. Six Sigma in small - and medium - sized UK manufacturing enterprises. En: International Journal of Quality & Reliability Management. [Emerald Insight]. Mayo-Junio 2005. vol. 22, no. 8, p. 860-874. [Consultado 16, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/02656710510617265>

KULFAS, M., GOLDSTEIN, E. Y BURGOS, M. Dinámica de la producción industrial y la sustitución de importaciones: reflexiones históricas y balance del período 2003-2013, Citado por DINI, Marco y STUMPO, Giovanni. MiPymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. [Google Académico]. Santiago: Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75) - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL),

2018. p. 560. ISBN 978-92-1-058625-2. [Consultado 13, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1800707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LEÓN LEFCOVICH, Mauricio. Introducción. En: Seis Sigma “Hacia un nuevo paradigma en gestión”. [e-libro]. El Cid Editor, 2009. p. 32. [Consultado 11, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocamericasp/reader.action?docID=3180915&ppg=4>

LÓPEZ, Diana. C. Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmeccánico. En: Entre Ciencia e Ingeniería. [Google Académico]. Segundo Semestre 2016, no. 20, p. 99-107. ISSN 1909-8367. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/363>

LÓPEZ, Gustavo. Metodología Six Sigma: Calidad industrial. En: Instituto de Ingeniería-UABC. [Google Académico]. México D.F. Sec. Publicaciones. 22 de agosto de 2010. p. [14]. [consultado 9, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emprendices.co/metodologia-six-sigma-calidad-industrial/>

MCMENAMIN, Ed. Back to Basics: Six Sigma. En: Quality. [Ebsco Host]. Junio, 2018. vol. 57, no. 1, p. 28-31. [Consultado 01, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2083/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=3eec47f4-df4b-418f-864d-40f63e330928%40sdc-v-sessmgr03>

MEHRJERDI, Zare. Six-Sigma: methodology, tools and its future. En: Assembly Automation. [Emerald Insight]. Enero 2011. vol. 31, no 1, p. 79-88. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/01445151111104209>

MONTOYA R., Alexandra; MONTOYA R., Iván y CASTELLANOS, Oscar. Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia: elementos actuales y retos. En: Agronomía Colombiana. [Google Académico]. Enero-Abril 2010, no. 1, p. 107-117. ISSN 0120-9965. [Consultado 11, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180315651012.pdf>

MOREANO, Annabel y CÁCERES, Patricio. Diseño para la implementación de la metodología Seis Sigma en una línea de producción de queso fresco. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, enero 2010. p. 8. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/11388>

MORENO LUZON, M. D. Can total quality management make small firms competitive, Citado por WESSEL, Godecke & BURCHER, Peter. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. En: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. 2004. vol. 16, no 4, p. 264-272. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541918/full/html>

MOSCOSO CHAPARRO, Jesus Elias Martin y YALAN REYES, Adair Jeremy. Mejora de la calidad en el proceso de fabricación de plásticos flexibles de la empresa Marplast utilizando Six Sigma basado en la metodología DMAIC. Universidad de San Martin de Porres-Perú, 2013. 12 p. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.usmp.edu.pe/PFI/pdf/2013_2_7.pdf

ORTIZ LARA, Ricardo Alonso y GALLEGUILLOS PERALTA, Leticia. Mejoramiento del servicio de galvanizado mediante Seis Sigma y el analisis de la información. En: Ingeniería Industrial. [Google Académico]. septiembre 2011. vol. 2, p. 81-102. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/44>

PANDE, Peter. S.; NEUMAN, Robert, P. & CAVANAGH, Roland. Estrategia Seis Sigma: como a GE, Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho, Citado por CABRERA JUNIOR, Alvaro. Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: Estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade. Tesis de Magíster en Ingeniería de Producción. São Carlos: Universidad de São Paulo, 2006. 139 p. [Consultado 10, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde04072006222701/publico/DissertacaoAlvaro.pdf>

PÉREZ LÓPEZ, Esteban y GARCÍA CERDAS, Minor. Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. En: Tecnología en Marcha. [Google Académico]. Julio-septiembre 2014, Vol. 27, nro 3, p. 88-106. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2070/1876

PÉREZ URREGO, Martha Lucía. Introducción a la Filosofía Seis sigma. En: Seis Sigma: Guía didáctica para Pymes. Ibagué: Ediciones Unibagué, 2013. p. 130. ISBN 978-958-754-084-0.

PRASANNA, M., & VINODH, Sekar. Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. En: Journal of Engineering, Design and Technology. [Emerald Insight]. 2013. vol. 11, no. 3, p. 224-250. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-01-2011-0001/full/html>

SÁNCHEZ, E. Seis Sigma, filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en Perú, Citado por ARISTIZABAL SALAZAR, Vanessa y ZULUAGA MUÑOZ, William. Algunos elementos de la metodología Six Sigma aplicados a la empresa Indalar S.A.S. Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables. [Google Académico]. Julio 2013. p. 33. [Consultado 24, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/544/ALGUNOS%20ELEMENTOS%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20SIX%20SIGMA%20APLICADOS%20A%20LA%20EMPRESA%20INDALAR%20SAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SALAZAR ROJAS, Marina Lizeth y PÉREZ OLGUÍN, Ivan Juan Carlos. Ciclo DMAIC en Latinoamérica: Análisis de aplicación y relación con el Producto Interno Bruto. En: Camino hacia la internacionalización: Logística internacional. [Google Académico]. p. 22-31. ISBN 978-607-8262-12-0. [Consultado 01, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Marina_Rojas_Salazar/publication/333077156_Ciclo_DMAIC_en_Latinoamerica_Analisis_de_aplicacion_y_relacion_con_el_Producto_Interno_Bruto/links/5cda2bd7299bf14d9595024f/Ciclo-DMAIC-en-Latinoamerica-Analisis-de-aplicacion-y-relacion-con-el-Producto-Interno-Bruto.pdf

SCHERKENBACH, W. La ruta Deming a la calidad y la productividad, Citado por CÓNDOR SALAZAR, Bolívar Raúl. Seis Sigma en las Pymes, bajando costos con calidad. En: Espacios. [Google Académico]. Junio 2018. vol. 39, no. 44, p. 13. ISSN 0798-1015. [Consultado 10, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n44/a18v39n44p08.pdf>

SNEE, R. D. & HOERL, R. W. Leading Six Sigma: A step-By-Step guide based on experience with GE and other Six Sigma companies, Citado por GREEN, Forrest B.; SHANNON COX, John Barbee & ROWLETT, Carol. Green Belt Six Sigma at a small company. En: Six Sigma and Competitive Advantage. [Google Académico]. 2006. vol. 2, no. 2, p. 179-189. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/1.1504/IJSSCA.2006.010108>

TANER, M. T; SEZEN, B & ANTONY, J. An overview of Six Sigma applications in healthcare industry, Citado por PRASANNA, M., & VINODH, Sekar. Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. En: Journal of Engineering, Design and Technology. [Emerald Insight]. 2013. vol. 11, no. 3, p. 224-250. [Consultado 17, diciembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-01-2011-0001/full/html>

VINICIUS COSTA, Miguel & CASTRO FETTERMANN, Diego. Utilização do DMAIC como ferramenta para a redução de perdas: uma aplicação no processamento de Cacau. En: Journal of Lean Systems. [Google Académico].

marzo 2017. vol. 2, no 1, p. 52-67. [Consultado 21, agosto, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: http://www.nexos.ufsc.br/index.php/lean/article/view/1286/pdf_32

WESSEL, Godecke & BURCHER, Peter. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. En: The TQM Magazine. [Emerald Insight]. 2004. vol. 16, no 4, p. 264-272. [Consultado 15, septiembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541918/full/html>