



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD ENSENADA



“DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES IMPORTANTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN EXITOSA DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA.”

TESIS

Que para obtener el grado de maestría en ingeniería presenta:

Ing. Guillermo Amaya Parra

Aprobada por:

M.I. Diego Alfredo Tlapa Mendoza

Director de tesis

Ensenada Baja California, México. Diciembre 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD ENSENADA

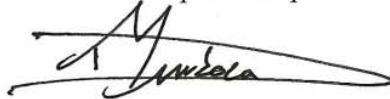
"DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES IMPORTANTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN EXITOSA DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA."

TESIS

Que para obtener el grado de maestría en ingeniería presenta:

Guillermo Amaya Parra

Aprobada por:



M.I. Diego Alfredo Tlapa Mendoza
Director de tesis



M.C. Jorge Limón Romero
Miembro del comité



M.C. Jesús Everardo Olguín Tiznado
Miembro del comité



M.I. Yolanda Angélica Báez López
Miembro del comité



M.C. Claudia Camargo Wilson
Miembro del comité

Ensenada Baja California, México. Diciembre de 2010.

Resumen

En la actualidad la competencia lleva a las empresas a buscar una mejora continua y globalización arroja a todas las organizaciones a buscar mejores metodologías o técnicas para obtener una mejor calidad de productos y/o servicios, así como reducir costos. El objetivo de estas mejoras y reducciones es mantenerse dentro del mercado en los primeros lugares de calidad y competitividad. Una de las metodologías más utilizadas en el mundo es SS, la cual ha sido y está siendo adoptada por muchas empresas, lucrativas y no lucrativas para reducir el margen de error y la variación en sus procesos y/o servicios; para así obtener un producto o servicio de mayor calidad.

Seis Sigma engloba muchos factores administrativos y organizacionales, al momento de implementar la metodología es muy difícil pensar que la aplicación de los factores administrativos y organizacionales varía de un problema a otro. Este estudio presenta la unificación de criterios entre autores en cuanto a los factores administrativos y organizacionales para una implementación exitosa de Seis Sigma. Esta unificación se realizó a través de una revisión de literaturas, y en base a la elaboración de un estudio de 2 proporciones y un meta análisis para determinar los factores más utilizados a la fecha.

Agradecimientos

A Dios por permitirme terminar una meta más en mi vida.

A mi Madre por depositar una vez más su confianza y apoyo en todo momento, gracias por darme la oportunidad de estudiar una vez mas de tu mano mil gracias.

A mis hermanos por su apoyo y comprensión cuando las cosas no me salían bien en la escuela.

A todos mis tíos por sus buenos deseos y el apoyo siempre mostrado.

A mis ex compañeros de universidad y amigos Julio, Javier, Aurora y Christians; en especial al último por su comprensión en los momentos de falta de concentración o falta de ideas que lo molestaba vía telefónica.

A mi compañero de maestría y amigo javy que contra todos los escenarios pudo terminar y aun así brindarme apoyo en todo momento que lo necesite.

A mi director de tesis Diego A. Tlapa Mendoza por su valiosa colaboración para terminar este proyecto.

A mis sinodales de tesis Jorge Limón, Yolanda Báez, Jesús Olguín y Claudia Camargo por sus consejos y su paciencia a lo largo de la maestría.

Por último y no por eso la menos importante, al contrario a mi futura esposa Haydee, gracias por todo tu apoyo, ayuda y comprensión a lo largo de estos 2 años y medio que no fueron sencillos, pero tú siempre estuviste conmigo dándome tu apoyo.

Índice

Resumen.....	i
Agradecimientos	ii
Índice	iii
Índice de Tablas e Ilustraciones	vi
Capítulo I: Calidad y Seis Sigma (SS)	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes.....	2
Capítulo II: Metodología Seis Sigma Herramientas y Factores	6
2.1 Seis Sigma	6
2.2 Definiciones de Seis Sigma.	7
2.2.1 En términos de negocios:.....	9
2.2.2 Como meta administrativa.	10
2.2.3 Como métrica	10
2.2.4 Como filosofía de trabajo	10
2.2.5 Como Meta	11
2.2.6 Como Estrategia	11
2.3 La infraestructura organizacional de Seis sigma	12
2.4 Metodología seis sigma	12
2.5 Factores Críticos de Éxito (FCE).....	19
2.6 Unificación de factores de éxito.....	23
2.6.1 Entrenamiento y Educación (EyE) (Training and education).....	23
2.6.2 Participación y el Compromiso de la Alta Dirección (PCAD) (Top management involvement and commitment).	24
2.6.3 Habilidad en la Administración de Proyectos (HAP) (Project management skills). 25	
2.6.4 Cambio Cultural (CC) (Cultural change).....	26
2.6.5 Vinculación de SS a los Proveedores (VSSP) (Linking Six Sigma to the suppliers).	27
2.6.6 Vinculación de SS a Recursos Humanos (VSSRH) (Linking Six Sigma to human resources).....	28
2.6.7 Vinculación de SS a los Clientes (VSSC) (Linking Six Sigma to costumers).	29

2.6.8 Revisión y Control de Proyectos (RyCP) (Project tracking & Reviewing).	30
2.6.9 Comunicación del Equipo (CE) (Team communication)	31
2.6.10 Priorización y Selección de Proyecto (PySP) (Project selection and Prioritisation)	32
2.6.11 Entender el Método, Herramientas y Técnicas (EMHyT) (Understanding the Methods, tools and techniques within Six Sigma).	35
2.6.12 Ligar SS con la Estrategia del Negocio (LSSEN) (Linking Six Sigma to business strategies).	35
2.6.13 Infraestructura Organizacional (IO) (organizational infrastructure).	36
2.7 Herramientas y Técnicas más Utilizadas en Seis Sigma	37
2.8 Constructo	40
2.9 Proporciones entre Dos Poblaciones	41
2.9.1 Intervalo de Confianza para la Diferencia de Dos Proporciones	42
2.10 Meta Análisis	42
2.10.1 Tamaño del efecto basado en datos binarios	43
2.10.2 Odds Ratio	44
2.10.3 Modelo del Efecto Aleatorizado	45
2.10.3.1 Tamaños del efecto real	45
2.11 Realización de un meta-análisis de efectos aleatorios	46
2.12 Estimación de Tau cuadrada (T^2)	46
2.13 Estimación del Tamaño del Efecto Promedio	47
Capítulo III: Metodología de la Investigación	49
3.1 Definición Del Problema	49
3.2 Preguntas de Investigación	50
3.3 Hipótesis	50
3.3.1 General	51
3.3.2 Específicas:	51
3.4 Objetivos	51
3.4.1 Objetivo general	51
3.4.2 Objetivos específicos	52
3.5 Aportación Esperada	52
3.6 Justificación	52

3.6.1 Justificación económica.....	52
3.6.2 Justificación social.....	53
3.6.3 Justificación práctica.....	53
3.7 Delimitación	53
3.8 Materiales y Recursos.....	54
3.9 Metodología Propuesta De Investigación	54
Capítulo IV: Ejecución de Meta Análisis y Resultados	57
4.1 Desarrollo	57
4.2 Estudio de 2 Proporciones	58
4.3 Factores Críticos de Éxito	60
4.4 Calculo del tamaño del efecto y la varianza para cada factor.	62
4.5 Estimación del tamaño del efecto promedio.....	64
4.7 Resultados	70
4.7.1 Factores	70
4.8 Análisis de Resultados.....	72
4.9 Líneas de Investigación Futuras.....	73
4.10 Conclusiones	73
Bibliografía:.....	77
Anexos	85

Índice de Tablas e Ilustraciones

Tabla 1. Herramientas propuestas por Goh.	3
Tabla 2. Herramientas propuestas por Sammer.	14
Tabla 3. Herramientas propuestas por Pantano.	14
Tabla 4. Herramientas propuestas por Cronemyr.	15
Tabla 5. Herramientas propuestas por Treville et al.	16
Tabla 6. Herramientas propuestas por Kovach et al.	17
Tabla 7. Herramientas propuestas por Bunce et al.	17
Tabla 8. Herramientas propuestas por Pan et al.	18
Tabla 9. Nomenclatura de 2 x 2.	43
Tabla 10. Materiales y recursos utilizados.	54
Tabla 11. Factores críticos de éxito.	61
Tabla 12. Factores más utilizados para el periodo 1991-2004.	66
Tabla 13. Factores importantes para el periodo 2005-2010.	67
Tabla 14. Intervalos de confianza de FCE.	69
Ilustración 1. Factores administrativos y organizacionales críticos de éxito de 1991 a la fecha.	58
Ilustración 2. Proporciones del periodo uno.	59
Ilustración 3. Proporciones del periodo dos.	60

Capítulo I: Calidad y Seis Sigma (SS)

En la actualidad es muy difícil en pensar en la aplicación de los mismos factores administrativos y organizacionales dentro de un problema y que estos se adaptan a estas necesidades. Seis Sigma (SS) es una metodología que engloba un gran número de factores administrativos y organizacionales para la mejor implementación de su metodología.

1.1 Introducción

Hoy en día la globalización lleva a todas las empresas a buscar mejores metodologías o técnicas para obtener una mejor calidad de productos y/o servicios, así como reducir costos. El objetivo fundamental de estas mejoras y reducciones es mantenerse dentro del mercado en los primeros lugares de calidad y competitividad. Una de las metodologías más utilizadas en el mundo es SS, la cual ha sido y está siendo adoptada por muchas empresas, para reducir el margen de error y la variación en sus procesos y/o servicios; para así obtener un producto de mayor calidad. Como un ejemplo de estas empresas que empezaron bajo esta metodología se encuentran: Motorola y General Electric, ambas a principios de los 80's.

Después de que se dio a conocer el éxito de estas empresas, otras más lo han adoptado como forma de trabajo y una filosofía que les ha traído como consecuencia gran éxito comprobado y solo en algunos casos altibajos. En lo que concierne a México, en los últimos años las grandes empresas de igual manera la están adoptando como forma de trabajo, porque la metodología es tan flexible que se puede pasar a otros sectores que no impliquen únicamente el de manufactura o industrial propiamente, además de que dicha metodología no escatima en trabajar con pequeñas empresas. Es por ello que día con día crecen las empresas que adoptan esta metodología y escuelas que empiezan a impartir dichos conocimientos.

La presente investigación aborda una revisión bibliográfica exhaustiva para determinar cuáles son los factores organizacionales y administrativos más aplicados dentro de la metodología SS, que brinden una mejora competitiva al momento de la implementación de la misma; la determinación de dichos factores se realizó a través de la consulta de revistas electrónicas arbitradas y opiniones de expertos a través de las publicaciones. Una vez recabada la información se analizó a través de un estudio de proporciones y un meta análisis. Después, a partir de este análisis se determinaron los factores importantes que se deben considerar en la implementación tanto en sectores administrativos como organizacionales, además de los técnicos o herramientas más importantes para la aplicación de la metodología.

1.2 Antecedentes

Uno de los factores de éxito de SS es su capacidad de integrar las herramientas estadística y técnicas no estadística en las fases definir, medir, analizar, mejorar y controlar (conocido por sus siglas en inglés DMAIC) de manera sistemática y disciplinada (Kumar, 2007).

Según Szeto y Tsang (2005), el entrenamiento de SS y su formación se centra principalmente en tres conjuntos de herramientas: herramientas de equipo, las herramientas de proceso, y las herramientas estadísticas. Pero hay discrepancia en las opiniones y herramientas a utilizar entre los autores, ya que cada autor utiliza las técnicas que a su consideración le ayudan a resolver su problema o del problema a tratar, considerando sus conocimientos y experiencias; pero para SS no se ha fijado el número de herramientas y asimismo, estas herramientas pueden tener diversos nombres (Hashmi y Baik, 2008).

Una de las opiniones es la de Ferrin et al. (2002) donde indica que SS básicamente incluye: filosofía SS, herramientas básicas, teoría de variación y SPC.

En el mismo año, Goh (2002), indica cuales son las mejores herramientas pero hace la observación de que el contenido detallado y la secuencia de aplicación de herramientas puede variar de una organización a otra y de un proyecto a otro, pero él considera ciertas herramientas como las mejores para SS ver Tabla 1.

Tabla 1. Herramientas propuestas por Goh.

Definir (Define)	Medir (Measure)	Analizar (Analyze)	Mejorar (Improve)	Controlar (Control)
• Selección de proyecto • Análisis de costo beneficio • Road map	• CTQ • QFD • Mapa de procesos • FMEA • Benchmarking • Estadística descriptiva • MSA	• Análisis de capacidad • Índice de mejoras a corto y mediano plazo • Prueba de hipótesis • Intervalos de confianza • Identificación de la variación • Análisis multi-variado • Análisis de la varianza • Análisis de regresión y correlación	• DoE • RSM • Modelo matemático • Evaluación operativa	• Planes de control • Tolerancia • Control y monitoreo de proceso • Pruebas de error • Construcción de equipo • Documentación • Sistema de calidad

Un año más tarde, Barradas (2003), indica en su punto de vista, que SS no es más que una “nueva versión” de métodos tradicionales: métodos de resolución de problemas, las 7 famosas herramientas de la calidad, QFD, Control Estadístico de procesos S.P.C./CEP, estudios de capacidad, métodos estadísticos más o menos complejos, equipos de mejora o círculos de calidad y la aplicación del ciclo de mejora continua, por sus siglas en inglés el famoso P.D.C.A. (Plan, Do, Check, Act).

También hay que considerar que dependiendo de la fase de SS son las herramientas a utilizar y así lo indican Samuels y Adomitis (2003), donde hablan que el marco de DMAIC abarca una amplia variedad de herramientas cuantitativas (más de 50). Muchas de las cuales se utilizan para múltiples etapas. La selección de herramientas a utilizar depende de muchos factores, tales como el alcance y el calendario de proyectos específicos. Ejemplos de instrumentos de evaluación que no incluyen el valor añadido (definir), esto es que no aporten nada extra al proyecto; gráficos de Pareto (medición); diagrama de pescado (analizar); Kaizen, o lluvia de ideas (mejora); e implementación de planes (Control).

Un gran número de herramientas de SS están disponibles, y un subconjunto importante de estos son especialmente importantes por su uso frecuente. Estas herramientas son utilizadas por los equipos de mejora de procesos para alcanzar sus objetivos. Pueden clasificarse como de diagnóstico (utilizado para encontrar y aclarar los problemas relativos al proceso) o prescriptivas (uso de éstas para arreglar o mejorar los problemas de este tipo). Las fases de la metodología SS (DMAIC), presentan herramientas seleccionadas y las relacionan con las cinco fases de la estrategia (Renevelle, 2004):

Definir: lluvia de ideas, diagrama de afinidad, análisis multi-variado y mapeo de procesos.

Medición: hojas de control, análisis de Pareto, histogramas, diagramas de dispersión, y control estadístico.

Analizar: análisis causa y efecto, análisis de campo y matriz de priorización

Mejorar: Diseño de experimentos (DoE), distribución de probabilidad y simulación

Control: Las asignaciones de la matriz más todo lo anterior.

Capítulo II: Metodología Seis Sigma Herramientas y Factores

La metodología SS es adoptada por un gran número de empresas a nivel mundial, dicha metodología abarca una gran cantidad de herramientas estadísticas y no estadísticas, las cuales van a variar dependiendo del problema a tratar y de la experiencia del autor para la elección de estas. Además de la parte técnica que son las herramientas, se encuentran los factores administrativos y organizacionales los cuales ayudan a dar una estructura y organización más completa al momento de implementar un proyecto SS.

2.1 Seis Sigma

En la actualidad la metodología SS, ha cambiado la forma de pensar y hacer negocios, esto debido a que hay muchas empresas que pueden sustentar los beneficios que trae la implementación de dicha metodología, para entender mejor esta nueva forma de trabajo que desde los 80's ha venido evolucionando. En 1970 Motorola pasó el control de una ensambladora de televisiones a una empresa japonesa, quien rápidamente empezó a producir hasta 1/20 menos defectos de lo que se producía cuando Motorola mantenía la administración; todo con los mismos recursos. Estaba claro que el problema era la administración de Motorola; Bob Galvin director en Jefe de esa empresa, junto con Mikel Harry comenzaron a mediados de los 80's a resituarse a Motorola en el camino de la calidad utilizando una metodología conocida como Seis Sigma (Pyzdek, 2003). Usando esta metodología, Motorola comenzó a ser un líder en calidad y en ganancias al grado de ser un icono al haber ganado en 1988 el premio Malcom Baldrige; pronto el secreto de su éxito comenzó a ser público y la revolución de SS inicio.

Las formas de ver SS son muy variantes y parten de los conocimientos y experiencias de cada autor, además de que la metodología ha ido evolucionando

desde los 80's que surgió a la fecha y un ejemplo de ello se presenta en la forma en que los autores definen SS.

2.2 Definiciones de Seis Sigma.

Harry (1999), dice que los desarrolladores de la metodología, encuentran que SS es un proceso que permite a las compañías mejorar drásticamente las utilidades mediante el diseño y monitoreo diario de las actividades de la empresa, en maneras que minimizan el desperdicio y recursos mientras incrementa la satisfacción de clientes. Esto quiere decir que el beneficio económico que trae la metodología es aun más puntual, ya que este autor considera que si mejoras tus utilidades es porque la calidad de tus productos es elevada y por obvias razones los índices de desperdicios se han mejorado.

Banuelas y Antony (2002), comentan que SS se ha convertido en un método popular en muchas organizaciones hoy en día para eliminar la variabilidad y reducir el desperdicio en los procesos utilizando potentes técnicas y herramientas estadísticas. En términos estadísticos, SS significa 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), donde sigma es un término usado para representar la variación sobre la media de un proceso.

Según Eckes (2004), nos dice que SS, en su nivel básico, se encamina a mejorar simultáneamente la eficiencia y la eficacia. Barrada (2003), dice que SS técnicamente consiste en hablar de una proporción de errores de 3.4 partes por millón, en la práctica el término se usa para denotar mucho más que un simple recuento de errores; ello implica impregnarse de una cultura de calidad, en la cual, estrategias, procesos, técnicas estadísticas y factor humano conforman un todo relacionado que permiten mejorar y hacer rentable una empresa.

Por otro lado Yam (2006), dice que SS es un riguroso y disciplinado proceso de negocio adoptado por las empresas para ayudar a centrarse en el desarrollo y distribución robusta, cerca de los productos y servicios perfectos. Pero Brady y Allen (2006), indican que SS es un método organizado y sistemático para la mejora de procesos estratégicos y de desarrollo de nuevos productos y servicios que se basa en métodos estadísticos y el método científico para hacer drásticas reducciones en las tasas de defectos del cliente.

Mohammad et al. (2008), hablan de cómo SS se mueve como un poderoso enfoque hacia la mejora continua y sustentable, que aumenta la satisfacción del cliente y reduce el tiempo de la actividad y el número de fracasos.

Gutiérrez y De la Vara (2009), Indican que es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización reduciendo su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos de los negocios.

Deshmukh y Lakhe (2009), indican que entre todas las herramientas y metodologías disponibles, sin duda SS ofrece un enfoque más sistemático para la mejora de la calidad, ya que tiene un potencial de aplicación en casi cualquier proceso industrial. Esto es por la flexibilidad de su metodología y la aplicación que tiene ésta dentro de los procesos,

La misma flexibilidad la denotan Mahanti y Antony (2009), dentro de SS ya que ellos indican que es una estrategia de negocios basada en datos y centrada en el cliente, es una metodología sistemática que se centra en la reducción de la desviación del proceso.

Así como Mahanti y Antony indicaban que SS es una estrategia para los negocios Sanders (2010), lo tomo como una filosofía empresarial que se centra en la mejora

continúa haciendo frente a las necesidades del cliente, analizando los procesos de negocio y la institución de métodos adecuados de medición para reducir la variación del proceso.

SS es una de las estrategias de gran alcance del negocio que mejora las iniciativas de calidad en muchas industrias en todo el mundo. Es un enfoque sistemático en toda empresa de mejora continua; no sólo es una técnica sino también una filosofía, el desempeño en SS significa producir sólo el 3.4 por defectos de cada millón de oportunidades para un proceso (Büyükoçkan y Öztürkcan, 2010).

El programa SS ofrece una amplia gama de herramientas y técnicas, que podrían ser estadísticos o no estadísticos, que tienen por objeto ayudar al líder del proyecto a encontrar una forma más fácil de entender y corregir los problemas dentro del proyecto. Estos métodos pueden incluso ser utilizados en diferentes fases del proyecto SS. La exitosa implementación de SS requiere una aplicación rigurosa de las herramientas y las técnicas en diferentes etapas de la metodología (Büyükoçkan y Öztürkcan, 2010).

2.2.1 En términos de negocios:

Una estrategia de mejora que utilizan las empresas para mejorar la rentabilidad del negocio, para eliminar los residuos, para reducir los costos de mala calidad y para mejorar la eficacia y la eficiencia de todas las operaciones a fin de satisfacer o incluso superar las necesidades y las expectativas de los clientes (Banuelas y Antony, 2002). Esto quiere decir que aplicando SS tendrá una reducción gradual en sus defectos que se verá reflejada en términos económicos con lo cual la empresa será más rentable.

2.2.2 Como meta administrativa.

Es la meta de una compañía para reducir notablemente la probabilidad de ocurrencia de errores o defectos en el producto o servicio a 3.4 por millón. (Juran, 2008). Lo cual es de suma importancia en todas las empresas.

2.2.3 Como métrica

SS representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o de servicios fuera de especificación. (Escalante, 2008).

2.2.4 Como filosofía de trabajo

SS significa mejoramiento continuo de procesos y productos; apoyado en la aplicación de la metodología DMAIC, la cual incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, además de otras de apoyo (Escalante, 2008). Para Basu (2003), la filosofía SS tiene el objetivo de la satisfacción total del cliente. El trabajar con esta filosofía nos trae ciertas ventajas como lo cita Néstor (2006), en los siguientes puntos que se presentan a continuación:

- Entender claramente a la empresa o negocio como un sistema interrelacionado de procesos y clientes.
- Que el ciclo de mejora sea más corto, gracias a la calidad de los datos recabados para una buena toma de decisiones en la creación y ejecución de los proyectos que aseguren dicho ciclo y al personal que hace uso de ellos para sacarles provecho en la mejora de sus procesos.
- Establecer un sistema que sea capaz de generar mayores ingresos, satisfacer clientes internos y externos, que aseguran una mejor competitividad para obtener beneficios tangibles en menor tiempo.

- Una infraestructura y cultura del personal cada vez más fuerte, para apoyar cambios y sostener resultados.

En Samsung toman la filosofía SS como (Juran, 2008):

- La forma y actitud de la forma de pensar y negociar.
- Un proceso con buena calidad lleva con el tiempo a lograr un producto de mejor calidad con menor inversión.
- Un proceso completo lleva a una salida completa, por lo tanto el nivel 6 sigma es obtenible.
- Si la salida de un proceso es insatisfactoria, algo está mal.

2.2.5 Como Meta

Un proceso con nivel de calidad SS significa estadísticamente tiene un nivel de clase mundial, (proceso con un descentrado de 1.5) (Escalante, 2008).

2.2.6 Como Estrategia

Hay muchas empresas que como los fundadores Nokia y General Electric, o Samsung entre muchas otras que tienen a SS como una estrategia de innovación para maximizar la creación de beneficios de la organización y la satisfacción de los clientes por medio de la eliminación de los defectos de todos los procesos que están incluidos no sólo en diseño y producción del producto sino también el de la administración, y el apoyo para minimizar la desviación a partir del objetivo (Juran, 2008).

Como toda organización requiere de personas que cubran ciertos puestos claves para poder operar y desarrollarse de una manera exitosa, la metodología SS

también requiere cierta estructura. Para que en las grandes compañías la metodología SS tenga definida su infraestructura.

2.3 La infraestructura organizacional de Seis sigma

SS genera una cultura de alta calidad, un estilo de gestión basada en el conocimiento. Esa infraestructura incluye, en primer lugar, a los líderes de la empresa, quienes con un entrenamiento apropiado se convierten en mentores (campeones) de los proyectos de mejora. A fin de llevarlos adelante se escogen y forman expertos (maestro cinturón negro, cinturón negro, cinturón verde), que serán los agentes de cambio y, junto con los equipos de trabajo, se ocuparán de implementarlos (Pyzdek, 2003).

Los cinturones negros son responsables de la coordinación del programa de SS. Destinan el 100 por ciento de su tiempo a brindar formación y soporte a los equipos involucrados en los proyectos de mejora. Definen las metas e informan a la dirección sobre el progreso de las actividades (Pyzdek, 2003).

Los cinturones verdes son empleados que además de sus actividades regulares, lideran uno o más equipos de acuerdo con su experiencia en determinados proyectos (Pyzdek, 2003).

2.4 Metodología seis sigma

Para poder cumplir o llegar a las metas que establecen los lineamientos SS se requiere seguir una metodología la cual consta de 5 fases, y esto nos lleva a una gama de posibilidades de diferentes herramientas a utilizar, que varían considerando la problemática a tratar. SS está basada en la aplicación del método científico para el diseño y operación de sistemas de administración y de procesos

que permiten a los trabajadores entregar mayor valor a clientes y los asociados Pyzdek (2003), para poder desarrollar la metodología ya se mencionó que se requiere seguir 5 fases las cuales son:

Definir: Selección de proyectos de 6 sigma y establecer planes de acción.

Medir: Identificar el nivel actual y factores potenciales.

Analizar: Seleccionar factores vitales a través de análisis científico de factores potenciales.

Mejorar: optimizar factores vitales y verificar los resultados de la aplicación.

Controlar: Para mantener los resultados de mejora, establecer un sistema de control y completar el proyecto.

La filosofía SS estudia un problema real detectando las fuentes de variabilidad, se identifican estadísticamente las variables que tienen más influencia en la variabilidad de los procesos y los niveles en que el desempeño es óptimo, al final se monitorean las variables críticas y se mantiene el proceso en control estadístico (Primitivo, 2002).

Primitivo (2002), expone que anteriormente se observaba que cinco herramientas de SS, para algunas empresas tomaba mucho tiempo implementarlas, y algunas organizaciones no terminaban dicha implementación. Se podría sugerir que la implementación de SS en la actualidad (que abarca un mínimo de 20 herramientas, incluyendo algunos métodos estadísticos especiales complejos) debería tardar varios años. El tiempo de implementación puede ser reducido si la dirección realmente tiene compromiso de forzarla y dar seguimiento.

Según el autor serán las herramientas que consideren claves y que son las que siempre deben aplicarse dentro de la metodología SS, como ya observamos anteriormente cada etapa se desglosa teniendo a consideración los estadísticos a utilizar. Sameer (2008), dice que el equipo que desarrolla el proyecto debe seguir la metodología DMAIC de SS (ver Tabla 2); las cinco fases DMAIC tienen herramientas claves que se deben utilizar en cada fase.

Tabla 2. Herramientas propuestas por Sammer.

D = Define (definir):	Análisis de Pareto, Project Charter.
M = Measure (medición):	Estadística descriptiva, análisis de capacidad de proceso
A = Analyze (analizar):	Mapa de proceso, diagrama de pescado
I = Improve (mejorar):	Diseño de experimentos
C = Control (controlar):	Controlo estadístico de proceso

Como se ha observado cada autor tiene sus herramientas dentro de cada fase y Pantano et al. (2006), no se quedó atrás, en el 2006 el propuso ciertas herramientas por etapa (ver Tabla 3).

Tabla 3. Herramientas propuestas por Pantano.

Definir (Define)	Medir (Measure)	Analizar (Analyze)	Mejorar (Improve)	Controlar (Control)
- Definición operacional - Mapa de procesos y SIPOC - Matriz y diagrama causa y efecto - Estatus del proyecto	- FMEA - MSA - R&R. - Análisis Cp/Cpk - Análisis DPMO	- Run Chart - Histograma - Diagrama de dispersión - Prueba de hipótesis	- Lluvia de ideas - Matriz Pay off - DoE	- Visual factory - Gráficos de control - Plan de Control - SOP y plan de entrenamiento

Algunos autores le dan más importancia a ciertas etapas de la metodología y es ahí donde ellos hacen énfasis en las herramientas a utilizar como lo hizo Sarkar (2007), donde él habla de las herramientas más aplicables en la fase de medición,

indicando que son: diagrama de pescado, mapeo de procesos, matriz causa y efecto, FMEA, y el estudio de repetibilidad y reproducibilidad.

Otros indican que el proceso DMAIC y las herramientas de las fases están muy estandarizados y se puede encontrar en muchos libros y en numerosos sitios de Internet. Cronemyr (2007), muestra un panorama de las herramientas más utilizadas comúnmente (ver Tabla 4). Algunas compañías usan la lista como un conjunto de herramientas para elegir alguna opción, mientras que otros lo utilizan como un procedimiento que se debe seguir estrictamente.

Tabla 4. Herramientas propuestas por Cronemyr.

Definir (Define)	Medir (Measure)	Analizar (Analyze)	Mejorar (Improve)	Controlar (Control)
• Caso de negocio • Proyecto • SIPOC • VOC • CTQ	• Medición de variables • Plan de recopilación de datos • Estudio R&R • Presentación de datos • Capacidad de proceso	• Análisis de proceso • Análisis de datos • Análisis de causa y efecto • Análisis de regresión • Pruebas de hipótesis • DoE	• Generar solución • Análisis costo beneficio • Pugh matrix • Selección de solución • FMEA • Fase de prueba • Implementación del plan	• Gráficos de control de proceso • Estandarización y documentación • Monitoreo • Evaluación de resultados • Cerrar proyecto

Según Antony et al. (2007), Las herramientas y técnicas más utilizadas por las organizaciones de servicios en el Reino Unido son: mapeo de procesos, lluvia de ideas, análisis de la causa raíz, Run charts, Benchmarking, análisis de Pareto, Cambiar los instrumentos de gestión (GE work-out, CAP, etc.).

Al siguiente año Chakrabarty y Tan (2008), hablan de las herramientas y técnicas comúnmente utilizadas por ellos las cuales son:

- Lluvia de ideas
- Mapeo de procesos
- Diagrama de pescado
- Análisis de Pareto
- Histograma
- SIPOC
- DOE
- FMEA
- SPC
- QFD

De la misma manera Treville et al. (2008), indica una serie de herramientas y técnicas a utilizar en cada fase (ver Tabla 5).

Tabla 5. Herramientas propuestas por Treville et al.

Definir (Define)	Medir (Measure)	Analizar (Analyze)	Mejorar (Improve)	Controlar (Control)
• Benchmark • Línea base • Modelo Kano • Voz del cliente • Voz del negocio • QFD • Mapa de proceso de flujo • Administración de proyecto	• 7 herramientas básicas • Medición de defecto • Colección de datos, formas, plan y logística • Técnicas simples	• Diagrama causa y efecto • FMEA • Análisis de decisión • Estadística inferencial • Gráficos de control • Análisis de capacidad • Análisis de causa raíz • 5 porque's • Sistema de pensamiento	• DoE	• Control estadístico • Gráficos de control • Método de series de tiempo • Controles no estadísticos • Mejoramiento de la administración • Acciones preventivas

En otro estudio realizado por Kovach et al. (2008), ellos indican que las herramientas y técnicas más esenciales por cada fase son menos (ver Tabla 6) y no siempre las mismas que indican los otros autores.

Tabla 6. Herramientas propuestas por Kovach et al.

Definir (Define)	Medir (Measure)	Analizar (Analyze)	Mejorar (Improve)	Controlar (Control)
• Diagrama de Afinidad • Gráfico de Pareto • Carta del proyecto • CTQ • SIPOC • Mapa de Procesos	• MSA • Histogramas • Colección de datos • Análisis de capacidad	• Diagrama causa y efecto • Estudio multi-variado • Diagrama de dispersión • Pruebas de hipótesis • Regresión y correlación • Anova	• DoE • Matriz de priorización • Plan de mejora	• Gráfica de control • Plan de control • SOP

Bunce et al. (2008), propone otras técnicas (ver Tabla 7) aparte de algunas de las ya mencionadas dentro de las fases de la metodología DMAIC de SS.

Tabla 7. Herramientas propuestas por Bunce et al.

Definir (Define)	Medir (Measure)	Analizar (Analyze)	Mejorar (Improve)	Controlar (Control)
• Contrato del proyecto • SIPOC • Diagrama de flujo • Gráfica de responsabilidad	• Costo de calidad • Análisis de ingeniería económica • Análisis de Pareto	• Análisis de causa raíz • Histogramas • Gráficos de estratificación • DoE • Pruebas de Hipótesis	• Análisis de ingeniería económica • Mejoras de proceso • Diseño robusto de producto • impacto	• Información de flujo • Gráficos de control

A pesar de que SS se basa principalmente en los métodos estadísticos, se ha integrado otras herramientas de gestión de calidad, como: diagrama de causa y efecto, Poka-Yoke, Kaizen, Kanban, Manufactura esbelta, QFD (Kanji, 2008). En el mismo año a diferencia de los autores ya citados Pan et al. (2008) muestran su modelo a seguir en las fases de SS (ver

Tabla 8).

Tabla 8. Herramientas propuestas por Pan et al.

Definir (Define)	Medir (Measure)	Analizar (Analyze)	Mejorar (Improve)	Controlar (Control)
• Ilustración • Scope	• CTQ • Instrumentos de medición	• Análisis de causa lógica • Mejora de metas • Variación de datos	• Identificación de causas • DoE	• Sistemas de confirmación • Sistema de documentación • Mecanismos de control

Iwaarden et al. (2008), indican que las 10 herramientas y técnicas más importantes dentro de la metodología SS son:

1. Mapeo de procesos/diagrama de flujo
2. 7 herramientas de control de calidad
3. Análisis de causa raíz
4. Análisis de causa y efecto
5. Análisis de capacidad de procesos
6. Análisis de la varianza
7. Control estadístico de proceso (SPC)
8. Gráficos de control
9. Análisis de Pareto
10. Plan de control

En un estudio realizado por Banuelas et al. (2009), en China, encontraron que SS integra un número de herramientas y técnicas de calidad y de gestión en la metodología DMAIC. Dentro de su estudio, se les pidió a algunas empresas identificar las herramientas y técnicas que utilizan en la mejora del rendimiento. Determinando que las que más se utilizan son: Análisis de Pareto, FMEA, Análisis

de Causa y Efecto, Mapeo de la Cadena de Valor, Gráficos de control, 5's, DOE, Poke-Yoke, Pruebas de Hipótesis, MSA, Análisis de regresión y correlación.

Antony y Desai (2009), indican herramientas estadísticas, así como no estadísticas y técnicas, utilizadas en proyectos de SS por las empresas indias: Histogramas, diagramas de dispersión, run charts, SPC, análisis de capacidad de proceso, MSA, DoE, método Taguchi, Anova, prueba de hipótesis, análisis de regresión, pruebas no para métricas, prueba Mann-Whitney, diagrama de flujo mapeo de procesos, lluvia de ideas, análisis de causa y efecto, diagrama de afinidad, análisis de Pareto, práctica de 5's, matriz de análisis, Fuerza de análisis de campo, Cuadro de mando, Carta del proyecto, otros métodos o técnicas: QFD, FMEA, Kaizen, SIPOC, PDCA, Poka-Yoke, Benchmarking, análisis de costos de calidad.

Para Mahanti y Anton (2009), las herramientas más utilizadas en SS son: SPC; gráficos de control, diagrama de pescado, inspección, regresión, mapeo de proceso, QFD, FMEA y análisis de capacidad de proceso.

Como nos hemos dado cuenta el uso de las herramientas dentro de la metodología es muy amplio; pero aun así no sabemos cuanta importancia tienen dentro del desarrollo de los diferentes proyectos que se realizan. Además de que es importante conocer qué otros factores administrativos y organizacionales son necesarios para el desarrollo eficaz de un proyecto SS.

2.5 Factores Críticos de Éxito (FCE)

Banuelas y Antony (2002), definen como FCE a aquellos factores que son críticos para el éxito de cualquier organización, en el sentido de que, en caso de objetivos relacionados con los factores que no se consiguen, la organización fallará quizá catastróficamente. En el contexto de la implementación de proyectos SS, Los FCE

representan los ingredientes esenciales, para la aplicación de la metodología, ya que sin estos factores un proyecto tendría poca oportunidad de éxito (Banuelas y Antony, 2002).

En el contexto de la ejecución del proyecto SS, los FCE representan los elementos esenciales sin los cuales un proyecto tiene pocas probabilidades de éxito (Kumer y Antony, 2009).

Los autores que se presentan en este trabajo hablan de FCE y presentan un listado de factores administrativos y organizacionales que se deben considerar para la implementación exitosa de SS, cabe mencionar que para resultados prácticos de la investigación son factores importantes para la implementación de SS, ya que se considera que el **éxito** es subjetivo de una persona a otra; el presente trabajo busca encontrar una unificación de criterios que ayuden a una mejor implementación de SS, es por ello que los factores aparecerán durante el trabajo como FCE pero de antemano se indica que son Factores Importantes para la implementación exitosa de SS.

Mark Goldstein (2001), empezó con la aplicación de proyectos SS en su empresa de consultorías en 1995, y ha presentado la metodología como una forma de ver cómo se organiza estructuralmente la empresa.

Después de seis años de desarrollo y ejecución de planes de implementación del programa SS y la formación de líderes de proyectos conocidos como Cinturones Negro (BB). Goldstein (2001), logró desarrollar una docena de grandes empresas, y determina factores de éxito para la aplicación de un programa de SS. Los cuales son:

1. Plan de implantación.
2. La participación activa de los directivos.
3. Revisión del Proyecto.
4. Apoyo técnico (Maestro Cinturón Negro).
5. Tiempo completo frente a los recursos a tiempo parciales.
6. Entrenamiento.
7. Comunicación.
8. La selección de proyectos.
9. Proyecto de seguimiento.
10. Programa de incentivos.
11. Entorno seguro.
12. Plan Proveedor plan.
13. Atención al cliente

Banuelas y Antony (2002), proponen lo que ellos llamaron los elementos claves o esenciales para una efectiva implementación de un proyecto de SS. Los factores que ellos proponen como esenciales son:

1. Gestión de la participación y el compromiso.
2. Cambio cultural.
3. Comunicación.
4. Organización de la infraestructura.
5. Formación.
6. Vincular SS a la estrategia empresarial.
7. Vincular SS al cliente.
8. Vincular SS a los recursos humanos.
9. Vincular a los proveedores de SS.
10. Comprensión de herramientas y técnicas.
11. Gestión de proyectos.
12. Priorización y selección.

Kumar (2007), indica que el compromiso de la alta dirección fue identificado como el elemento más crítico en el éxito de SS en las empresas pequeñas, este resultado lo encontró de en un estudio que realizó en el Reino Unido.

Las razones detrás del éxito de SS depende de un cierto número de factores como el compromiso de la alta dirección, la identificación de los parámetros del proceso CTQs (Crítico para la Calidad), la aplicación de la metodología SS, DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, y control) y STTs (Conjunto de Herramientas y Técnicas); y la identificación de los KPI (Indicadores claves de rendimiento) (Chakrabarty y Tan, 2008).

Nonthaleerak y Hendry (2008), identificaron tres cuestiones de aplicación, las cuales influyen en el éxito de SS y su aplicación:

- Un patrón de tiempo completo o tiempo parcial BB (cinturones Negros).
- Breve estructura en los reportes al proyecto maestro.
- La inclusión de un equipo de soporte técnico.

También determinaron otros 2 factores importantes que deben ser considerados dentro de los FCE en la metodología los cuales son: un eficaz programa de entrenamiento de SS y gestión en la participación.

Nakhai y Neves (2009), Indican que hay consideraciones importantes a la hora de aplicar SS en cualquier medio ambiente, pero hay ocasiones que se presentan dificultades especiales en la aplicación de los programas en el sector servicios y ellos proponen los siguientes factores para la implementación de la metodología en dicha área:

- Compromiso de la alta dirección
- Entrenamiento

- Cultura
- Centrarse en el cliente;
- Métricos
- Empresa debe mostrar beneficios obtenidos
- Gestión

Todos los factores encontrados son importantes ya que por algo se mencionan pero debemos determinar cuáles son claves para poder obtener un mejor aprovechamiento de la metodología DMAIC.

A continuación se muestran algunos de los que se encontraron como factores más importantes dentro de la literatura revisada.

2.6 Unificación de factores de éxito

Dentro de los factores analizados (se denotaran por su nombre en ingles y al final del trabajo hay un glosario) se encontró que hay factores que son los mismos pero los autores los describen o lo perciben de otra manera y para efectos de estandarizar y no repetir factores dentro del presente trabajo se generalizaron de la siguiente manera:

2.6.1 Entrenamiento y Educación (EyE) (Training and education)

La formación (entrenamiento) es un factor crucial para la implementación exitosa de proyectos de SS. Es fundamental para comunicarse tanto en el qué hacer y el cómo hacer de SS para que se lleve a cabo tan pronto como sea posible, y ofrecer la oportunidad a las personas para mejorar su nivel de confort a través de clases (Banuelas y Antony, 2002).

Una de las tareas claves al inicio de la metodología SS es definir las tareas apropiadas y aclarar las responsabilidades para cada uno de los integrantes que

apoyarán en la labor de SS (Burge et al. 2004). Hay autores que están totalmente de acuerdo en lo que dicen los autores ya citados (Goldstein (2001), Banuelas y Antony (2002), Basu (2004), Banuelas et al. (2005), Mahanti y Antony (2006), Brady Allen (2006), Gigbbsons (2006), Kumar et al. (2006), Antony et al (2007), Sarkar (2007), Kumar (2007), Chakrabarty y Tan (2007), Chakrabarty y Tan (2008), Iwaarden et al. (2008), Antony et al. 2008), Yang et al. (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Kumar y Antony (2009), Deshmukh y Lakhe (2009), Mahanti y Antony (2009), Nakhai y Neves (2009), Minter (2009), Tkáč y Lyócsa (2009), Chakrabarty y Tan (2009), Antony y Desai (2009)).

2.6.2 Participación y el Compromiso de la Alta Dirección (PCAD) (Top management involvement and commitment).

Banuelas y Antony, (2002), concuerdan que el factor más importante es la participación y el compromiso de la alta dirección. Las personas con más alto rango en las organizaciones deben conocer SS.

Es muy importante pues ellos pueden implementarlo en las empresas y entusiasmen a sus empleados para que realicen los proyectos, éstos a su vez pueden hacer revisiones sorpresas semanales, mensuales y así se pueden reportar con sus jefes anualmente las mejorías que se realicen. Los gerentes deben estar envueltos en la creación, manejo del proceso y participar en los proyectos. Si los más altos rangos de gerencia no están comprometidos con el proyecto, la importancia de la iniciativa estará en duda y se verá afectado.

Banuelas y Antony (2002), indican que SS debe ser parte de cada organismo del trabajo, (corporación, unidad de negocio, o incluso administradores de departamento). Sin el compromiso de la alta dirección y de apoyo, la verdadera importancia de la iniciativa será puesta en duda y la energía detrás de ella se debilitará. (Antony y Bañuelos (2002), Basu (2004), Banuelas et al. (2005), Brady y

Allen (2006), Mahanti y Antony (2006), Gigbbons (2006), Goh et al. (2006), Antony et al. (2007), Kumar (2007), Kumar et al. (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Chakrabarty y Tan (2008), Kumar y Antony (2008), Waarden et al. (2008), Antony et al. (2008), Nakhai y Neves (2009), Tkáč y Lyócsa (2009), Chakrabarty y Tan (2009), Kumar y Antony (2009), Antony y Desai (2009)).

Por otro lado ChaKrabarty y Tan (2007), hablan de las razones detrás del éxito de SS depende de algunos FCE como, el compromiso de la alta dirección, la identificación de los parámetros del proceso, es decir, los CTQs y la aplicación de la metodología SS.

Sarkar (2007), también habla de los factores críticos para la implementación e indica que la participación activa de los altos ejecutivos es importante en el desarrollo de la metodología de SS.

El Compromiso de la alta gerencia es que lo toman como un factor crítico de éxito Yang et al. (2008), Mahanti y Antony (2009), Deshmukh y Lakhe (2009). Como los últimos 3 términos (Participación y el compromiso de la alta dirección, participación activa de los altos ejecutivos, El Compromiso de la alta gerencia) toman como factor de éxito a la participación de la alta gerencia dentro de la aplicación de la metodología SS se optó por generalizar estos tres términos en **Participación y el compromiso de la alta dirección**.

2.6.3 Habilidad en la Administración de Proyectos (HAP) (Project management skills).

Se encontró que el impartir las habilidades en la administración de proyectos en la fuerza laboral, no reciben mucha importancia. Pero es muy importante ya que no sólo será útil para la consecución de proyectos SS en curso, pero también puede ser útil para seleccionar los proyectos futuros (Deshmukh y Lakhe, 2009). Se encontraron más autores que están de acuerdo con la opinión de Desmukh y Lakhe, entre ellos destacan: Antoni y Bañuelos (2002), Banuelas y Antony (2002), Basu (2004), Antony et al. (2007), Chakrabarty and Tan (2008), Yang et al. (2008), Kumar y Antony (2008), Antony et al. (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Tkáč y Lyócsa (2009), Antony y Desai (2009), ellos indican como factor crítico de éxito en la implementación de SS que las habilidades de la administración de proyectos son importantes.

En la misma línea de la administración de proyectos hay autores que en lugar de llamarle habilidades en la administración de proyectos; lo toman como planeación y administración de proyectos, Gibbons (2006), Sarkar (2007), Mahanti y Antony (2009). Como todos los autores antes mencionados hablan de la administración de proyectos; pero difieren entre habilidades o administración de proyectos, para efectos de la presente investigación ambos términos se englobaron en un solo punto **“Habilidad en la Administración de Proyectos”**.

2.6.4 Cambio Cultural (CC) (Cultural change)

En SS se dice que es un súper logro por que ayuda a mejorar continuamente las estrategias, también envuelve cambios sustanciales a la organización. Usualmente cuando ocurre un cambio grande, la gente no entiende este cambio (Banuelas y Antony 2002). Ellos además identificaron 4 factores para la resistencia del cambio: técnico, político, individual y organizacional.

En lo que se refiere a Cambio cultural; en general cuando se produce cambio importante, la gente de la organización tiene miedo de lo desconocido y no

entiende la necesidad del cambio. SS florece en un entorno abierto y seguro donde los defectos son vistos como oportunidades de mejora (Banuelas y Antony 2002). Si se ayuda al cambio de cultura es a favor de la implementación de proyectos de SS (Deshmukh y Lakhe, 2009), (Antoni y Bañuelos (2002), Mahanti y Antony (2006), Antony et al. (2007), Kumar (2007), Chakrabarty y Tan (2007), Chakrabarty y Tan (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Yang et al. (2008), Kumar y Antony (2008), Antony et al. (2008), Chakrabarty y Tan (2009), Mahanti y Antony (2009), Nakhai y Neves (2009), Tkáč y Lyócsa (2009), Antony y Desai (2009).

También hay autores como Brady y Allen (2006), que hablan del cambio de administración como un FCE lo cual es un cambio grande dentro de la organización, donde los trabajadores tienen problemas al adaptarse al cambio ya que es un cambio cultural. Indica un cambio importante dentro de la organización, es por ello que se decidió englobar como **cambio de cultura**.

2.6.5 Vinculación de SS a los Proveedores (VSSP) (Linking Six Sigma to the suppliers).

La vinculación de la metodología a las diferentes partes de la organización es de suma importancia para la implementación de SS, los proveedores son fundamentales dentro de una organización y es por ello que varios autores lo toman como un factor crítico de éxito. Banuelas y Antony (2002), indican que las compañías necesitan ampliar SS en las áreas de la empresa. Una forma de hacerlo es compartir con los proveedores, principalmente con los que tienen una participación directa en la fabricación y entrega de la empresa. Además de el beneficio de ganar-ganar en el comportamiento, debe ser considerado en la relación proveedor-comprador para obtener el éxito de la implementación. (Antony y Banuelas (2002), Yang et al. (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Chakrabarty

y Tan (2008), Kumar y Antony (2008), Antony et al. (2008), Mahanti y Antony (2009), Antony y Desai (2009).

Mahanti y Antony (2009), en un estudio realizado en la industria del servicio del software encontraron que la participación de los proveedores es el factor menos importante en el éxito del despliegue de SS en la industria del software. Pero aun así es considerado como importante para la implementación de la metodología. Goldstein (2001) y Sarkar (2007), dentro de los factores de éxito indican un plan para los proveedores es importante. Warden et al., (2008), Mahanti y Antony (2009), consideran como FCE el ligar SS con la calidad de entrada, lo cual está representado por los proveedores; ya que estos son los que empiezan con la materia prima para poder producir o poder brindar el servicio.

Hay cuatro maneras diferentes para indicar que los proveedores son importantes según las opiniones de los autores para la implementación exitosa de la metodología de SS, y se engloba esas cuatro formas diferentes de ver al proveedor como parte importante en la implementación de SS; en el término la **Vinculación de SS a los proveedores.**

2.6.6 Vinculación de SS a Recursos Humanos (VSSRH) (Linking Six Sigma to human resources).

Banuelas y Antony (2002), Antony Bunuelas (2002), Chakrabarty y Tan (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), consideran como factor crítico de éxito el vincular SS con recursos humanos. Realmente cambiar el comportamiento a largo plazo requiere objetivos en el nivel individual de SS. En este sentido, las acciones de nuevos recursos humanos basados en la necesidad de ponerse en práctica para promover el comportamiento deseado y los resultados. Algunos estudios muestran que el 61 por ciento de las empresas que ofrecen mejores resultados vinculan sus

estrategias de negocio, mientras que empresas de menor rendimiento crean vínculos mínimos.

Mahanti y Antony (2006), Antoni et al. (2008), toman como un factor crítico de éxito la Vinculación de SS a los empleados. Sarkar (2007), Yang et al. (2008), toman como parte fundamental para el éxito de la implementación de SS, a la comunicación con todos los empleados. Como todos los autores mencionan que la comunicación y la vinculación ésta en el recurso humano, es fundamental e importante. Se toma como factor crítico de cualquier autor que mencione la comunicación o la vinculación de la metodología SS con los trabajadores a la **Vinculación de SS con Recursos Humanos.**

2.6.7 Vinculación de SS a los Clientes (VSSC) (Linking Six Sigma to costumers).

Muchas empresas que abarcan SS, han centrado sus esfuerzos en mejorar la última línea de costos. Pero hay que recordar por qué se está en el negocio. Es para obtener un beneficio. La estrategia básica para lograr ese propósito es suministrar las necesidades de un **cliente**. Si el trabajo que hace cada día está estrechamente vinculado a este objetivo y en consonancia con esta estrategia, los beneficios se siguen de cerca con menores costos (Goldstein, 2001).

SS empieza y termina con el cliente. Los proyectos deben ser con los requerimientos que el cliente determino. Es esencial para establecer las metas del proyecto basado en la reducción de la brecha entre la espera y los resultados reales, especialmente en términos de tiempo de entrega, fiabilidad y satisfacción del cliente (Banuelas y Antony, 2002).

Si el trabajo que se hace cada día está estrechamente vinculado a suministrar los proyectos que deben ser los requerimientos que el cliente determinó, (Antony y

Banuelas (2002), Banuelas y Antony (2002), Brady y Allen (2006), Kumar et al. (2006), Mahanti y Antony (2006), Vincent y Yeung (2007), Sarkar (2007), Kumar (2007), Chakrabarty y Tan (2007), Chakrabarty y Tan (2008), Yang et al (2008), Waarden et al. (2008), Antony et al. (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Mahanti y Antony (2009), Chakrabarty y Tan (2009), Nakhai y Neves (2009), Tkáč and Lyócsa (2009), Antony y Desai (2009)).

Antony et al. (2007), habla en su artículo de SS en organizaciones de servicio, que un factor crítico de éxito de los más importantes es el enfoque al cliente. Hay diversos puntos de vista en cuanto al factor comunicación con los clientes pero sin duda todos hablan y recaen al punto donde dicen que la comunicación se debe difundir a los clientes para que puedan trabajar bajo el mismo canal de información; es por eso que todos los factores que hablen de ligar SS con los clientes, o realizar un plan para los clientes se englobaron en Vinculación de SS a los clientes.

2.6.8 Revisión y Control de Proyectos (RyCP) (Project tracking & Reviewing).

Hay autores que consideran como un factor importante el tener un control de proyectos, lo cual es fundamental para poder desarrollar y obtener mejores resultados y en la metodología de SS no se quedó atrás. Goldstein, (2001), habla de establecer un sistema para el seguimiento de todos los proyectos. Esto incluye proyectos presentados para su consideración, los proyectos aceptados para la ejecución, los proyectos en curso y proyectos completados para poder llegar a la meta deseada. Autores como Antony et al. (2007), Sarkar, (2007), Iwaarden et al. (2008), Tkáč y Lyócsa (2009), lo consideran como un factor de éxito dentro de la implementación de la metodología.

La revisión de los proyectos también es algo esencial al momento de la implementación de la metodología SS, Goldstein (2001), indica que el propósito de la revisión de proyectos es regular cual es el calendario de revisión o como se conduce y que se debe regularizar, esto está dentro de las tareas constantes que los cinturones verdes(green Belts), deben manejar para poder obtener la meta deseada Gowen y Tallon (2005), Sarkar (2007) lo toman como un factor crítico para la implementación de la metodología de SS.

Dadas las necesidades de revisión y control al momento de desarrollar un proyecto se decide considerar para efectos de la investigación como revisión y control de proyectos (Project tracking & Reviewing).

2.6.9 Comunicación del Equipo (CE) (Team communication)

Goldstein (2001), habló de desarrollar un plan para comunicar el programa SS a toda la organización. En el inicio del programa se comunican:

- ¿Qué es SS?
- ¿Por qué la organización se está embarcando en este viaje?
- ¿Cuáles son los objetivos de negocio?
- ¿Cuál es el plan de despliegue?
- ¿Cómo cada empleado podrá participar?

Dado que el programa avanza, comunicar:

- Los planes de formación.
- Los proyectos seleccionados, en proceso y terminado.

- Beneficios para el negocio hasta la fecha.
- Los clientes nuevos impactos e incrementos de ventas.

Un plan de comunicación es importante para conseguir la participación del personal con la iniciativa de SS, mostrándoles cómo funciona, cómo se relaciona con su trabajo y los beneficios (Bunuelas y Antony 2002). El siguiente grupo de autores afirman que la comunicación es parte importante y se considera factor crítico de éxito para la implementación de la metodología de SS Kumar y Antony (2008), Iwaarden et al (2008), Kumar y Antony (2009), Mahanti y Antony (2009).

2.6.10 Priorización y Selección de Proyecto (PySP) (Project selection and Prioritisation)

Una de las frustraciones más debatidas entre los autores al momento de desarrollar un proyecto SS es la **selección de proyectos**. Primero hay que definir lo que hace un buen proyecto. Entonces se debe establecer un proceso para identificar o capturar a los proyectos candidatos; llegado el momento de la selección se requiere poner atención en los siguientes puntos (Goldstein, 2001):

- Cuidado en los CTQ's.
- La variable de respuesta se pueda medir fácilmente.
- Debe haber un beneficio económico para la empresa.
- Toma de datos fácilmente.
- El proyecto tiene una alta probabilidad de éxito.
- El proyecto puede completarse en cuatro a seis meses.
- No dejar que otras personas seleccionen sus proyectos.
- Utilice el enfoque correcto.

Goldstein, (2001) indica cuales son algunos enfoques para identificar proyectos:

- Recopilar datos de campo de calidad.
- Desarrollar un mapa de procesos amplios de las operaciones que se describen los pasos para ofrecer su producto o servicio.
- Benchmark a sus procesos críticos
- Determinar el costo por mala calidad

Los **proyectos son seleccionados** de tal manera que estén estrechamente vinculados a los objetivos de negocio o los objetivos de negocio a la organización. Por lo tanto todos los proyectos se seleccionarán de manera que ayude a la compañía a mejorar las ventajas competitivas, rentabilidad del negocio, el tiempo de ciclo del proceso, el rendimiento de procesamiento, etc., como ya observamos anteriormente hay muchos criterios de selección que buscan medir los objetivos que describen al negocio (Banuelas y Antony 2002).

Banuelas y Antony (2002), proponen analizar los puntos que a continuación se presenta para una mejor selección de proyecto:

- Costo neto de lo que se está salvando
- DPMO
- COPQ
- Capacidad
- Tiempo de ciclo
- Satisfacción del cliente
- Rendimiento interno.

Antony et al. (2006), Mencionan que la selección, la gestión y la correcta realización del proyecto son parte integral de componentes de cualquier esfuerzo de mejoramiento de los negocios. La selección del proyecto adecuado es un factor vital para la aceptación del programa SS entre los altos directivos y otros empleados de la organización. El proceso de selección de proyectos dentro de un

programa SS debe escuchar cuatro voces importantes: voz del cliente, de la empresa, del proceso, y la voz de los interesados. Las siguientes son algunas de las características de los buenos proyectos SS:

- El proyecto debe estar claramente ligado a los objetivos estratégicos del negocio.
- El problema es reconocido como de gran importancia para el negocio, tanto en términos de costo, calidad y satisfacción del cliente.
- El proyecto debe hacerse en menos de seis meses. Si el alcance del proyecto es demasiado grande, los costos asociados con la implementación del proyecto se incrementarán y esto tendrá como resultado frustración entre los jugadores clave debido a la falta de progreso, la desviación de mano de obra a otras actividades, retraso en la realización de impacto financiero, etc.
- Los objetivos del proyecto deben ser reales, medibles, alcanzables, y pueden ser completados en un plazo predefinido.
- Debe haber medidas cuantitativas del éxito que puede evaluarse antes y después de concluido el proyecto.
- Los proyectos deberán contar con el apoyo y la aprobación de la alta dirección.

Sophronia et al., (2008), Indica que el escoger el proyecto adecuado es responsabilidad clave del liderazgo de la organización. Cuando el recurso es limitado, se deben de establecer prioridades para la aplicación de proyectos de SS específicamente en la mejora de procesos, para esto se deben considerar los siguientes criterios:

- Proporciona un enlace directo a los objetivos estratégicos de la organización.
- Un impacto directo sobre Objetivos clave del negocio.

- Un proceso de mejora de manera apreciable.
- Contribución financiera.
- Beneficios directos a los clientes clave.

Cada autor tiene su forma de seleccionar sus proyectos en base a sus necesidades detectadas dentro de su proceso o ya sea de servicios, cierto es que se toma como un FCE por muchos autores: Antony et al. (2005), Banuelas et al. (2005), Gowen III y Tallon (2005), Brady Allen (2006), Kumar et al. (2006), Mahanti y Antony (2006), Antony et al. (2007), Pandey (2007), Sarkar (2007), Ward (2007), Antony (2008), Antony et al. (2008), Chakrabarty y Tan (2008), Iwaarden et al. (2008), Kumar y Antony (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Su y Chou (2008), Yang et al. (2008), Antony y Darshak (2009), Kumar y Antony (2009) Mahanti y Antony (2009), Devi et al. (2009), Tkáč y Lyócsa (2009).

2.6.11 Entender el Método, Herramientas y Técnicas (EMHyT) (Understanding the Methods, tools and techniques within Six Sigma).

Banuelas y Antony (2002), durante la formación, indican que los empleados aprenden tres grandes grupos de herramientas y técnicas, que se dividen en las herramientas de equipo, las herramientas de procesos y herramientas de liderazgo. Con los conocimientos obtenidos, es importante que los empleados sean capaces de adoptar un desarrollo de la metodología SS. La opinión de diferentes autores en el uso de los factores críticos coinciden que es fundamental el entender la metodología para poder desarrollarla (Antony y Banuelas (2002), Banuelas et al. (2005), Goh et al. (2006), Antony et al (2007), Antony (2008), Chakraabarty y Tan (2008), Yang et al. (2008), Antony y Desai (2009), Tkáč y Lyócsa (2009)).

2.6.12 Ligar SS con la Estrategia del Negocio (LSSEN) (Linking Six Sigma to business strategies).

Banuelas y Antony (2002), hablan de que SS no puede ser tratado como otra actividad independiente. Se requiere la adhesión a toda una filosofía y no sólo el uso de algunas herramientas y técnicas de mejora de la calidad. Los proyectos de SS deben ser objeto de procesos y mejoras de productos que tienen un impacto financiero y operativo. Incluso si los primeros esfuerzos se centran en problemas bastante estrechos, su impacto en todo debe ser claro.

Se debe tener claro cómo los proyectos y actividades de enlace con los clientes, los procesos básicos y la competitividad deben estar entrelazadas para poder tener un mejor resultado económico. Hay más autores que comparten la misma idea de Banuelas y Antony que toman como un factor crítico de éxito el ligar SS con la estrategia de negocio: (Antony y Banuelas (2002), Mahanti y Antony (2006), Kumar et al. (2006) Antony et al. (2007), Antony et al. (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Chakrabarty y Tan (2008), Yang et al. (2008), Kumar y Antony (2008), Antony y Desai (2009), Mahanti y Antony (2009), Minter (2009), Tkáč y Lyócsa (2009)).

2.6.13 Infraestructura Organizacional (IO) (organizational infrastructure).

Banuelas y Antony (2002), indican que para la aplicación de SS dentro de cualquier organización, algunas de las características de organización deben estar ya en su lugar; por ejemplo, es muy conveniente disponer de algún grado de habilidades de comunicación, a largo plazo, el enfoque o la estrategia y trabajo en equipo, además, debería tener suficientes recursos e inversiones para embarcarse

en SS. Hay más artículos que presentan este factor como crítico dentro de la implementación y es por ello que se considera parte importante dentro del desarrollo de la metodología (Antony y Banuelas (2002), Chakrabarty y Tan (2004), Antony et al. (2005), Antony et al. (2007), Yang et al (2007), Antony (2008), Kumar y Antony (2008), Nonthaleerak y Hendry (2008), Antony y Desai (2009), Mahanti y Antony (2009), Chakrabarty y Tan (2009), Deshmukh y Lakhe (2009), Tkáč y Lyócsa (2009)).

2.7 Herramientas y Técnicas más Utilizadas en Seis Sigma

Como ya se observó anteriormente hay un sin fin de herramientas que los autores utilizan dadas las características de su proyecto y el sector al cual se están dirigiendo; a continuación se muestran algunas de las que se encontraron como herramientas más utilizadas dentro de la literatura revisada:

Los **CTQ's** son factores importantes, son las características medibles de productos o procesos para el que las normas de rendimiento o especificaciones, deben cumplirse (Lo et al. 2008).

Un **mapeo de procesos** según Snee, (2004), nos dice que es un esquema de un proceso que muestra las entradas de procesos, medidas y resultados. Por otro lado se tiene que es una imagen que proporciona los pasos necesarios para crear el producto o proceso. Es una representación pictórica del proceso, lo que ayuda a identificar a todos el valor y no sobre el valor añadido (medidas), insumos clave de proceso y salidas (Kumar et al. 2006). El mapeo de procesos es una representación visual que identifica los pasos, las actividades, entradas y salidas necesarias para completar una actividad (Uprety, 2009).

Un análisis **SIPOC** su nombre se deriva de las siglas en inglés Suppliers (proveedores), Inputs (entradas), Process (proceso), Outputs (salidas), Customers

(clientes). Es una herramienta utilizada para identificar y mostrar visualmente, cómo los componentes se ajustan en un proceso. Los proveedores ofrecen las entradas que el proceso utiliza y transforma generando salidas, que se envían a los clientes (Johnson et al., 2006). Años más tarde Upreti (2009), indica que un diagrama SIPOC es el punto de vista más simple de expresar un proceso y como satisface los requisitos de un cliente. Al añadir datos a un SIPOC, una organización puede determinar puntos importantes para el cliente y establecer cuáles son los pasos que dan valor agregado y cuáles no agregan valor.

El análisis de efecto y modo de falla (**FMEA**), indica el enfoque analítico para la identificación de problemas en el proceso, dando prioridad a los modos de fallo, sus causas y mejoras en los procesos (Snee, 2004).

Un **análisis de regresión** simple se realiza para determinar la significancia de los parámetros del proceso. Se concluye del análisis de regresión que las variables tengan un "valor de p" inferior a 0,05 son estadísticamente significativas para el estudio adicional (Kumar et al. 2006).

Un **DoE (Diseño de Experimentos)** identifica con un número reducido de pruebas, cuáles son las variables claves en la entrada de un proceso que afectan en la salida del mismos (Snee, 2004). Otra opinión es la de Tong et al. (2004), habla que el Diseño de experimentos (DOE) lo adopta con el fin de mejorar el nivel sigma.

El Análisis de Capacidad de Proceso es el análisis de la variación del proceso contra las especificaciones requeridas para evaluar la capacidad para cumplir con las especificaciones (Snee, 2004). Kaushik y Khanduja (2009), indican que el análisis de la variación del proceso se hace contra las especificaciones requeridas por el sistema para evaluar la capacidad de cumplir con las especificaciones requeridas.

Diagrama Causa y Efecto, El diagrama fue desarrollado después de la Segunda Guerra Mundial por el profesor japonés el Dr. Kauro Ishikawa, un experto en gestión de calidad. Son mapas de resultados de lluvia de ideas o un ejercicio de evaluación para identificar las posibles causas de un problema (Aghili, 2009). Para Revelle (2004), es la estructura de un intercambio de ideas que muestra gráficamente a la relación de causas y sub-causas a un efecto identificado (problema).

El diagrama de Pareto se utiliza para priorizar los proyectos de mejora de la calidad, para obtener la mayor rentabilidad para los recursos invertidos (Krishna y Dangayach, 2007). El Principio de Pareto proviene del economista italiano Wilfredo Pareto, quien observó que el 80% del ingreso personal en Italia fue el 20% de la población. Los administradores pueden utilizar el principio de Pareto como una guía para ayudarles a reducir su concentración en proyectos de mejora para dar el máximo impacto positivo en el negocio (Aghili, 2009).

Un **histograma** ayuda a mostrar los datos de gran tamaño que son difíciles de interpretar, y también para identificar la media en relación con las necesidades específicas del cliente (Kaushik y Khanduja, 2009).

El Análisis de Sistema de Medición (**MSA**) es un conjunto de herramientas para la medición, la aceptación y análisis de datos y errores, e incluye temas como el control estadístico de procesos, análisis de capacidad, y capacidad de repetición de calibre y la reproducibilidad, entre otros (Besterfield et al. 2007). La opinión de Escalante, (2008), es que un sistema de medición es la colección de operaciones, procedimientos de medición y otro equipo, software y personal definido para asignar un número a la característica que está siendo medida.

R y R (estudios de repetibilidad y reproducibilidad) Raffaldi y Kappeler (2004) indican que los estudios de repetibilidad y reproducibilidad proporcionan información del rendimiento del sistema de medición mediante el uso de coeficientes de variación en la medición y tolerancia obtenida de varias partes y el operador que realiza las mediciones. Woodall y Borro (2008), hablan de que el R y R es ampliamente utilizado para evaluar la variación del sistema de medición en relación con el proceso de variación y límites de tolerancia.

Las sesiones de **lluvia o tormenta de ideas** son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema determinado en términos de igualdad (Gutiérrez y de la Vara, 2009).

Despliegue de la función de calidad (QFD) es una herramienta de planeación que introduce la voz del cliente en el desarrollo y diseño del producto o el proyecto. Es un mecanismo formal para asegurar que la voz del cliente sea escuchada a lo largo del desarrollo del proyecto. También identifica medios específicos para que los requerimientos del cliente sean cumplidos por todas las actividades funcionales de la compañía (Gutiérrez y de la Vara, 2009).

El enfoque **poka-yoke** propone atacar los problemas desde su causa y actuar antes de que ocurra el defecto entendiendo su mecánica. También reconoce que el ser humano comete errores, que olvida. En algunas situaciones no es suficiente la capacitación ni la experiencia. Para aquellos errores más críticos que están influidos por el cansancio de las personas, por estado de ánimo, por la urgencia de la producción o por la presión, es necesario diseñar sistemas a pruebas de errores (dispositivos poka-yoke) que permitan eliminar la posible falla, que el sistema

advierta y prevenga lo más posible antes de que el error tenga consecuencias. (Gutiérrez y de la Vara, 2009).

2.8 Constructo

Según Briones (1996), un constructo es un concepto teórico, hipotético por ejemplo la inteligencia, la motivación, la creatividad, las actitudes, etc. Los constructos se definen como propiedades subyacentes, que no pueden medirse en forma directa, sino mediante manifestaciones externas de su existencia, es decir, mediante indicadores. En otras palabras, los constructos son variables subyacentes, por lo cual, habitualmente, caen en la denominación común de variables.

Por ejemplo un factor era descrito con diferentes palabras por diferentes autores y se referían a lo mismo, un ejemplo de esto es que algunos autores tomaban como factor de éxito al “ligar SS con el cliente”, algunos autores sólo indicaban como factores de éxito al “cliente”, otros señalaban que era el “involucramiento del cliente”; para generalizar y tomar en cuenta todas las opiniones de los autores que consideraban al cliente como factor crítico de éxito se decidió poder “ligar SS con el cliente”

2.9 Proporciones entre Dos Poblaciones

En las pruebas de dos proporciones se tienen dos muestras aleatorias independientes de tamaño n_1 y n_2 se toman de dos poblaciones, y sea que X_1 y X_2 representan el número de observaciones que pertenecen a la clase de interés en las muestras 1 y 2, respectivamente. Supongamos que se aplica la aproximación normal de la distribución binomial a cada una de las poblaciones, de tal modo que los estimadores de las proporciones poblacionales $p_1 = X_1/n_1$ y $p_2 = X_2/n_2$ tienen

distribuciones normales aproximadas. El interés se encuentra en probar las hipótesis (Montgomery y Runger, 2005).

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

El estadístico de prueba para $H_0 : p_1 = p_2$ es entonces:

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{P(1-P)\left\{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right\}}}$$

$$\text{Donde : } P = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2}$$

2.9.1 Intervalo de Confianza para la Diferencia de Dos Proporciones

Si p_1 y p_2 son las proporciones muestrales de las observaciones en dos muestras aleatorias independientes de tamaño n_1 y n_2 que pertenecen a la clase de interés, entonces un intervalo de confianza del $100(1 - \alpha)$ porcentaje aproximado para la diferencia de las verdaderas proporciones es $p_1 - p_2$ (Montgomery y Runger, 2005).

$$p_1 - p_2 - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}} \leq p_1 - p_2 \leq p_1 - p_2 + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}$$

En donde $Z_{\alpha/2}$ es el percentual de $\alpha/2$ superior de la distribución normal estándar.

2.10 Meta Análisis

Se define el Meta-Análisis como un conjunto de técnicas que permiten la revisión y combinación de resultados de distintos estudios previos para constatar una misma pregunta científica (Letón y Pedromino, 2001).

En el meta-análisis se analiza la información, utilizando como población la suma de las poblaciones de cada uno de los informes publicados, de manera que se pueden aplicar otras pruebas estadísticas más estrictas, que requieren una causa mayor, o bien se trata de resolver discrepancias debidas a resultados contradictorios con respecto a un mismo tema (Hernández, 2002).

Pasos para un meta-análisis según Shenawy et al. (2007).

- ❖ Encontrar los estudios elegibles
- ❖ Construcción de muestra e hipótesis
- ❖ Método de recolección de datos
- ❖ La validez del constructo
- ❖ Cálculos (pruebas de hipótesis, regresión y correlación)

Un ejemplo del uso meta análisis es el que muestra Shenawy et al. (2007), en una de sus publicaciones tenían el objetivo de integrar resultados de estudios empíricos de TQM para obtener ventajas competitivas de dichos estudios, apoyado de un modelo y sus componentes.

2.10.1 Tamaño del efecto basado en datos binarios

Para los datos de un estudio prospectivo, como ensayo aleatorio, que se reporta como eventos ocurridos y no ocurridos en 2 grupos de datos (clásica tabla de 2 x 2), los investigadores suelen calcular razón de riesgo (risk ratio) y odds ratio o razón de diferencia (risk difference). Estos datos pueden ser representados en las celdas A, B, C Y D (ver **Tabla 9**).

Tabla 9. Nomenclatura de 2 x 2.

Factor	Ocurrencia	No ocurrencia	N
1	A	B	n1
2	C	D	n2

Fuente: Borenstein, et al., (2009).

A partir de estos datos podemos calcular un risk ratio, odds ratio y risk difference.

2.10.2 Odds Ratio

Mucha gente encuentra esta medida del tamaño del efecto menos intuitivo que la razón de riesgo, pero odds ratio tiene propiedades estadísticas que a menudo hacen la mejor opción para un meta-análisis. Cuando el riesgo del evento es bajo, la odds ratio será similar a la relación riesgo.

Para Odds Ratio, los cálculos se realizan sobre una escala logarítmica (por la misma razón que para los cocientes de riesgo). Se Calcula la proporción odds ratio, el error estándar del logaritmo odd ratio, y se utilizan estos números para llevar a cabo todos los pasos del meta-análisis. Sólo entonces podremos convertir los resultados de nuevo en el métrico original.

Fórmula para calcular odds ratio es:

$$Odds = \frac{Ocurrencia}{No Ocurrencia} \quad (\text{se calcula por periodo}) \quad (1)$$

$$Odds Ratio = \frac{Odds Periodo 1}{Odds Periodo 2} \quad (2)$$

Log odds Ratio se obtiene:

$$LogOddsRatio. = \ln(Oddsratio) \quad (3)$$

La aproximación a la varianza se obtiene:

$$V_{logOddRatio} = \frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D} \quad (4)$$

La aproximación al error estándar se obtiene:

$$SE_{logOddRatio} = \sqrt{V_{logOddRatio}} \quad (5)$$

2.10.3 Modelo del Efecto Aleatorizado

2.10.3.1 Tamaños del efecto real

Un modelo de efectos fijos, se inicia con la suposición de que el tamaño del efecto verdadero es el mismo en todos los estudios. Sin embargo, en muchas revisiones sistemáticas esta hipótesis es imposible. Cuando decidimos incorporar a un grupo de estudios en un meta análisis, suponemos que los estudios tienen bastante en común, que tiene sentido para sintetizar la información, pero en general no hay razón para suponer que son idénticos en el sentido de que el verdadero tamaño del efecto es exactamente el mismo en todos los estudios.

Considere que está trabajando con los estudios que evalúen el impacto de una intervención educativa. La magnitud del impacto puede variar dependiendo de los recursos más disponibles a los niños, el tamaño de clase, la edad, y otros factores que tienden a variar de un estudio a otro.

Puede ser que no han evaluado los estudios con pruebas en cada estudio. De hecho, ni siquiera se conozcan realmente las covariables que se relacionan con el tamaño del efecto. Sin embargo, la lógica dicta que tales factores existen y se producen variaciones en la magnitud del efecto. Una forma de abordar esta variación entre los estudios es realizar un meta-análisis de efectos aleatorios el

cual normalmente supone que los verdaderos efectos siguen una distribución normal.

2.11 Realización de un meta-análisis de efectos aleatorios

En un meta análisis real, en lugar de empezar con el efecto de la población y hacer proyecciones acerca de los efectos observados, comienza con los efectos observados y trata de estimar el efecto de la población. En otras palabras, el objetivo es utilizar la colección de Y_i para estimar la media general. A fin de obtener la estimación más precisa de la media general (para minimizar la varianza) se calcula una media ponderada, donde el peso asignado a cada estudio es la inversa de la varianza del estudio.

Para calcular la varianza de un estudio en el marco del modelo de efectos aleatorios, es necesario conocer tanto la varianza como T^2 (Tau Cuadrada) en el estudio, debido a que la variación total del estudio es la suma de estos dos valores.

2.12 Estimación de Tau cuadrada (T^2)

El parámetro T^2 representa la varianza entre los estudios (la varianza de los parámetros del tamaño del efecto en la población de los estudios). En otras palabras, si de alguna manera se conoce el tamaño del efecto real de cada estudio, y se calcula la variación de estos tamaños del efecto (a través de un número infinito de estudios), esta variación sería T^2 . Un método para la estimación

de T^2 es el método de momentos (o método de Dersimonian y Laird). Se calcula de la siguiente manera:

$$T^2 = \frac{Q-df}{c} \quad (6)$$

Donde:

$$Q = \sum_{i=1}^k W_i Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^k W_i Y_i\right)^2}{\sum_{i=1}^k W_i} \quad (7)$$

$$df = k - 1$$

Donde k, es el número de factores trabajados y

$$c = \sum W_i - \frac{\sum W_i^2}{\sum W_i} \quad (8)$$

2.13 Estimación del Tamaño del Efecto Promedio

Para el cálculo del efecto promedio entre ambos periodos utilizando odds ratio, manejaremos el modelo de meta-análisis de efectos aleatorios, ya que asumimos que el efecto verdadero difiere entre uno y otro factor utilizado. En este método, cada factor es ponderado por la inversa de su varianza $V_{Y_i}^*$, la cual incluye la varianza original V_{Y_i} (dentro de cada estudio) y el estimado de la varianza T^2 (entre los estudios). El peso asignado a cada factor se determina de la siguiente manera.

$$W_i^* = \frac{1}{V_{Y_i}^*} \quad (9)$$

Donde

$$V_{Y_i}^* = V_{Y_i} + T^2 \quad (10)$$

El tamaño del efecto promedio es representado por la letra M^* es calculado de la siguiente manera:

$$M^* = \frac{\sum_{i=1}^k W_i^* Y_i}{\sum_{i=1}^k W_i^*} \quad (11)$$

Que es la suma de los productos del tamaño del efecto por el peso asignado, y dividido por la suma de los pesos.

La varianza del tamaño del efecto promedio es:

$$V_{M^*} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i^*} \quad (12)$$

Y su error estándar es $SE_{M^*} = \sqrt{V_{M^*}}$ (13)

A su vez, estimamos un intervalo de confianza para el efecto promedio, con un 95% de confianza.

$$LL_{M^*} = M^* - 1.96 * SE_{M^*} \quad (14)$$

Y

$$UL_{M^*} = M^* + 1.96 * SE_{M^*} \quad (15)$$

Transformando de nuevo Odds ratio, UL y LL tenemos:

$$OddsRatio^* = \exp(M^*) \quad (16)$$

$$LL_{OddsRatio^*} = \exp(LL_{M^*}) \quad (17)$$

$$UL_{OddsRatio^*} = \exp(UL_{M^*}) \quad (18)$$

Finalmente un valor Z para probar la hipótesis nula que el efecto promedio μ es cero:

$$Z^* = \frac{M^*}{SE_{M^*}}$$

Y un valor de P dado por:

$$P^* = 2[1 - (\Phi(|Z^*|))]$$

El efecto resumen es nuestra estimación de la media de todos los verdaderos efectos pertinentes, y la hipótesis nula es que la media de estos efectos es 1.

Capítulo III: Metodología de la Investigación

Para el inicio, desarrollo y terminación de un estudio, es fundamental el desarrollo de una metodología de investigación, que en este caso se propone para la obtención de un resultado óptimo de un problema y un objetivo general, mismos que se describen en este capítulo.

3.1 Definición Del Problema

La metodología SS tiene muchas aplicaciones dado su flexibilidad y su gran variedad de herramientas estadísticas y no estadísticas; las cuales nos ayudan a

estudiar y a entender el comportamiento de la variación de un proceso, lo cual arroja resultados positivos para todos los sectores de la industria y los servicios, aun así considerando el éxito de las herramientas, también en algunas empresas no han alcanzado los resultados que ellos quisieran al momento de la implementación, una explicación a esto puede ser la falta de conocimiento de cuáles son los factores importantes o el uso de herramientas a tomar en cuenta durante la aplicación de la metodología SS.

Para la solución de este problema se analizarán los factores de éxito que han considerado diferentes autores, en la implementación de la metodología tomando en cuenta los aspectos administrativos y organizacionales.

Basados en la revisión bibliográfica se busca encontrar una unificación de criterios entre los autores, ya que hay diversas opiniones de una región y dentro del mismo país. Los factores administrativos y organizacionales se considera que han variado con el tiempo, pero algunos se siguen considerando en el desarrollo de la metodología. Para determinar esto, es necesario realizar un estudio que nos dé como resultado final los factores administrativos y organizacionales más importantes a considerar en la implementación de SS.

3.2 Preguntas de Investigación

Las preguntas de investigación que se plantean a continuación buscan orientar la investigación.

- a) ¿Los factores administrativos y organizacionales para el desarrollo de la metodología SS han sido los mismos siempre (no cambian con el tiempo)?
- b) ¿Cuáles son los factores a estudiar que deben considerarse en el análisis de la literatura de la metodología SS?

- c) ¿Cuáles son los factores, administrativos y organizacionales, más importantes que actualmente se utilizan en la metodología?

3.3 Hipótesis

3.3.1 General

- **H0:** Los Factores administrativos y organizacionales utilizados para la implementación de SS no han cambiado a través del tiempo.
- **H1:** Los Factores administrativos, organizacionales y las herramientas utilizadas para la implementación de SS han cambiado a través del tiempo.

3.3.2 Especificas:

- **H0:** los factores Right team, Bottom Line y Team involvement & commitment se han mantenido como aspectos más utilizados en el periodo 2005-2010.
- **H1:** los factores Right team, Bottom Line y Team involvement & commitment no se han mantenido como aspectos más utilizados en el periodo 2005-2010.
- **H0:** los factores Training and education, Project selection and Prioritisation, Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma son importantes para el desarrollo de la metodología en el periodo del 2005-2010.
- **H1:** los factores Training and education, Project selection and Prioritisation, Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma no son importantes para el desarrollo de la metodología en el periodo del 2005-2010.

3.4 Objetivos

3.4.1 Objetivo general.

Determinar cuáles son los factores importantes para la implementación de SS en cuanto al aspecto administrativo y organizacional, unificando así la opinión entre autores, para asegurar una ventaja competitiva y operativa al implementar la metodología SS.

3.4.2 Objetivos específicos.

- 1) Identificar si los factores Right team, Bottom Line y Team involvement & commitment se han mantenido como aspectos importantes en el tiempo.
- 2) Identificar si los factores Training and education, Project selection and Prioritisation, Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma son importantes para el desarrollo de la metodología en el periodo del 2005-2010.

3.5 Aportación Esperada

Al terminar la investigación se obtendrán los factores importantes para la implementación de la metodología determinando los aspectos administrativos y organizacionales que utiliza la metodología, los cuales brindarán un mayor soporte en la implementación de SS y obtener ventajas competitivas.

3.6 Justificación

La competencia mundial con lleva a mejorar las técnicas y procedimientos que se utilizan para elevar la productividad y la calidad de los productos y/o servicios, con ésto se crea la necesidad de considerar qué herramientas y técnicas utilizamos

para mejorar nuestra producción y nuestra eficiencia. SS es una de las técnicas más utilizadas en la actualidad para dicho fin.

3.6.1 Justificación económica.

Al poder determinar los FCE de la metodología, ésta nos aportará en gran medida el aseguramiento de la aplicación y el éxito de ejecución de los procedimientos y técnicas aplicadas; lo cual eliminará la confusión al momento de la implementación de SS o en su defecto pudiera llegar a reducir el tiempo muerto por la falta de capacitación o de experiencia de las empresas, lo cual los llevará a reducir los costos en capacitación y asesorías externas.

3.6.2 Justificación social.

Con esta investigación se reiterará que es de suma importancia que la alta dirección de una empresa tenga personas especializadas y capacitadas para poder aplicar las herramientas o técnicas de SS, lo cual nos lleva a capacitación al personal y dependiendo del tipo de empresa o industria pudiera llegar hasta la creación de nuevas fuentes de empleo en lugar de estar contratando personal externo.

3.6.3 Justificación práctica.

La aplicación de la metodología SS es hoy en día de las más utilizadas por las empresas y siempre estamos en la búsqueda de una mejor forma de aplicar las herramientas que maneja la metodología; no se han encontrado en las bases de datos consultadas hasta la fecha, estudios sistemáticos que apoyen a determinar los FCE que se necesiten actualmente en su implementación en cuanto aspectos administrativos y organizacionales lo cual se consideró una oportunidad para poder proporcionar nueva información.

3.7 Delimitación

Los datos que se utilizó en el análisis, se consultaron en: publicaciones arbitradas, tesis, revistas científicas, memorias acerca de la metodología SS, artículos disponibles en las bases de datos electrónicas y archivos físicos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), de la Universidad de California, San Diego (UCSD), Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), CICESE y UNAM.

La herramienta a analizar llegará hasta la fase de determinación de los FCE, respecto a la validación de los factores, se realizará en una investigación futura, o queda abierto el estudio a otra persona que quiera seguir con la investigación.

3.8 Materiales y Recursos.

Para la realización de esta investigación fue necesaria una serie de recursos y materiales que a continuación se enlistan en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Materiales y recursos utilizados.

Descripción	Disponibilidad
Espacio para trabajar	Si
Computadora	Si
Bibliografía y bases de datos	Si (UABC, CICESE, UNAM,UACH (Chihuahua), UCSD (San diego)
Software	Minitab 15

Fuente: Propia.

3.9 Metodología Propuesta De Investigación

Para la consecución de los objetivos se plantea una revisión sistemática de la literatura referente a la metodología, en la que se menciona por diferentes autores sus experiencias y aportaciones sobre la misma. La metodología empleada,

consistió en obtener información precisa en bases de datos confiables. Se analizaron más de 400 artículos, donde algunos eran útiles en una parte de la investigación y otros no aportaban nada congruente es por eso que se realizó una serie de pasos que se muestran enseguida.

1. Búsqueda de Literatura.

La búsqueda de literatura se realizó en bases de datos de la UABC, CICESE, UNAM, UACH (Universidad Autónoma de Chihuahua) y UCSD (Universidad de California, San Diego). Esto con la finalidad de conocer las opiniones y puntos de vista de cómo se maneja la metodología en otras partes del mundo.

2. Búsqueda en libros y publicaciones que hablen de la metodología SS y casos de estudio.

Una vez que se encontraron los artículos se buscó que trataran de casos prácticos o estudios para conocer la manera de aplicar la metodología y saber qué toman como herramientas y factores de éxito en la aplicación de SS. Cuando se referían a un caso de estudio que se revisó para ver si mencionaban algunos factores o técnicas estadísticas o no estadísticas que consideraran importantes en la implementación de la metodología.

3. Clasificación de Literatura.

En cuanto a la clasificación se realizó por años y en 2 periodos de tiempo uno de 1991-2004 y el otro del 2005-2010 este último considerado como el periodo 2 o el más reciente. Para esto se realizó una tabla que habla estrictamente de las técnicas aplicadas por los diferentes autores encontrados (parte administrativa y organizacional).

Dentro de esta tabla sólo se indica si aparece el factor descrito por un autor o no; esta clasificación se llevó a cabo en varios meses.

4. Determinar cuáles son los Factores (administrativos y organizacionales) que más se utilizan.

Para lograr este paso se consideró la frecuencia de uso de los factores en los dos periodos señalados. Posteriormente se generó una tabla que indica la frecuencia de uso de los factores administrativos y organizacionales.

5. Desarrollo Meta-Análisis.

- En la tabla de FCE se generaron constructos. Para poder englobar a todos los factores.
- Se determinó la proporción de uso de los factores administrativos y organizacionales.
- Para realizar un meta análisis se analizó los factores presentaron datos en ambos periodos (1991-2004 y 2005-2010).
- Los factores que no presentaron resultados en alguno de los 2 periodos no fueron considerados para el estudio.
- Los datos que cumplían las condiciones se metieron a una tabla donde se realizó por periodos el meta análisis.
- Se determinaron cuales factores son más utilizados en cada periodo.
- Se realizó un meta análisis de factores de los que fueron más utilizados en el nuevo periodo según el primer estudio de meta análisis y de los que no lo fueron también.

Para efectos del meta análisis se consideraron los factores importantes a aquellos que han permanecido constantes en su uso en ambos periodos o los que han

aumentado su uso en el periodo más reciente. Posteriormente se desarrollaron los procedimientos estadísticos y no estadísticos necesarios en el meta análisis.

6. Consideraciones para Resultados y Conclusiones

En base a los resultados encontrados en el estudio de meta análisis se determinó cuales son los factores administrativos y organizacionales que son más recomendables para utilizarse dentro de la implementación de SS; se consideran ciertas recomendaciones y observaciones hechas en base al estudio.

Capítulo IV: Ejecución de Meta Análisis y Resultados

Un estudio de meta análisis nos ayuda a integrar los resultados de 2 o más estudios con los cuales se integran de manera estructurada y sistemática, los resultados de dichos estudios; en este capítulo se presentan los estudios de meta análisis tanto de factores administrativos y organizacionales con los cuales trabaja SS.

4.1 Desarrollo

Los artículos encontrados son desde el 1991 hasta el presente año 2010, dentro de una base de 413 artículos revisados se consideraron sólo 61 artículos de utilidad que representan el 14.76% del total de artículos encontrados (ver Ilustración 1), los cuales presentaban información en cuanto a factores administrativos y organizacionales de interés para el estudio.

En estos 61 artículos se encontraron 32 factores de los cuales solo 19 de ellos fueron considerados para efectos del estudio.

4.2 Estudio de 2 Proporciones

Antes de desarrollar el meta análisis fue necesario probar en base a un estudio, cuál era la proporción de uso de los factores utilizados por la metodología SS.

Referente a los factores de éxito se encontró que en el primer periodo los más utilizados según su proporción de uso determinada en base a la literatura analizada ver **Ilustración 2**.



Fuente: Propia.

Ilustración 1. Factores administrativos y organizacionales críticos de éxito de 1991 a la fecha.

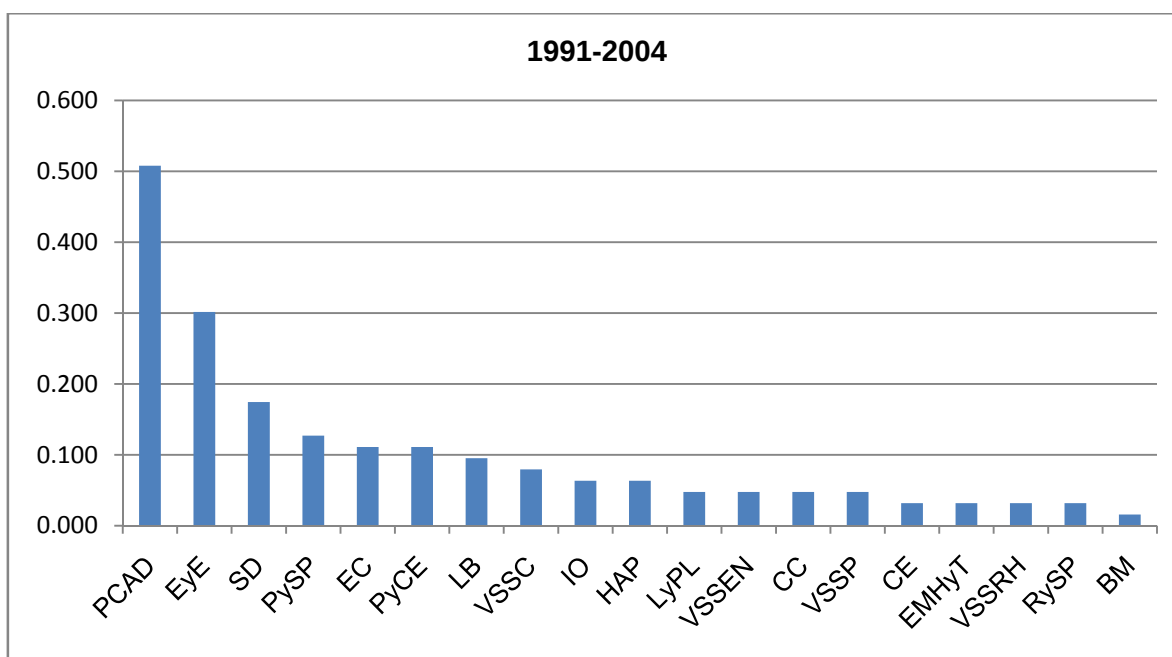


Ilustración 2. Proporciones del periodo uno.

Fuente: propia

Como observamos en la ilustración anterior, la participación y compromiso de la alta dirección (25.8%), el entrenamiento y educación (15.32%) además de los sistemas de datos (8.87%) son de los factores que en proporción, aportaron el 49.99% de 19 factores analizados dentro del primer periodo. El conocer la evaluación del segundo periodo es determinante para determinar los factores más importantes dentro de la implementación de SS en la actualidad ver **Ilustración 3**.

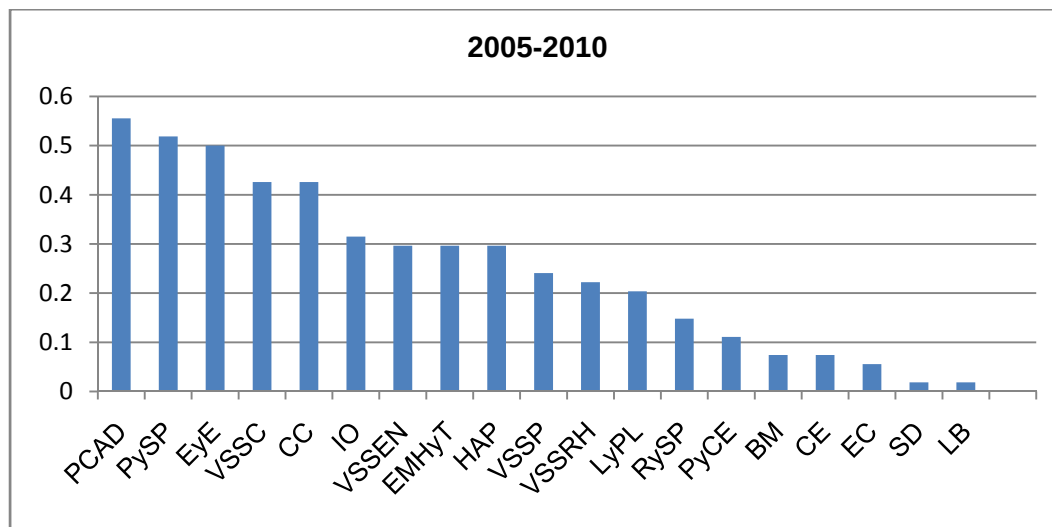


Ilustración 3 Proporciones del periodo dos.

Fuente: propia

Como podemos observar en la ilustración 3, la participación y compromiso de la alta dirección sigue siendo el factor de mayor proporción dentro de la utilización de los factores en este periodo aporta un 11.58%, pero podemos observar que los demás factores ya tienen mayor participación como lo es la priorización y selección de proyectos que aporta un 10.81%, entrenamiento y educación con un 10.42% entre otros, por lo tanto, su proporción en la participación dentro de la implementación de SS es considerada cada día más. No como periodo uno (1991-2004) que solo unos cuantos factores disponían casi toda la proporción y la importancia del uso.

Se encontró que los factores línea Right team, Bottom Line y Team involvement & commitment y data sistem participaron con 1.15%, 0.38%, 2.31% y 0.38% respectivamente en el segundo periodo; ya no aportan gran proporción dentro de los artículos analizados, por lo tanto el desarrollo de un meta análisis aportaría con gran contundencia la importancia de dichos factores en la actualidad.

4.3 Factores Críticos de Éxito

El número de factores que se encontraron fueron 32 de los cuales sólo 19 pudieron ser considerados para la realización del meta análisis; esto debido a que los 13 factores restantes se excluyeron del estudio de meta análisis, pero si se mencionan cuales son dentro de la parte de resultados y en los anexos, dado que tenían aportación en un sólo periodo, o tenían el mismo número de apariciones lo cual puede llegar a producir un sesgo en el estudio. Se encontró un comportamiento variante entre dichos factores a lo largo de los años (ver

Tabla 11).

Como se puede observar en la

Tabla 11, hay 4 factores (Right team, Bottom Line, Team involvement & commitment y data system) que saltan a la vista que no son relevantes, dado que el resultado muestra que en el periodo de 1991-2004 fueron importantes, pero en el periodo 2005-2010 ya no lo fueron según la frecuencia de utilización y el resultado del meta análisis; por ejemplo el factor “Botom Line” apareció 6 veces de 59 artículos encontrados con valor de odd de 0.11 dentro periodo 1991-2004, en el periodo 2005-2010 sólo apareció una vez de 54 artículos encontrados arrojando un valor de odd de 0.02, lo que nos refleja un decremento aparente en su utilización según los autores. En el periodo nuevo se empezaron a considerar otros factores que antes no se consideraban para la implementación de la metodología SS, aunque Right team, Data system, Team involvement & commitment y Bottom line en proporción se han mantenido a través del tiempo y fueron muy utilizados dentro del primer periodo hay que determinar si son importantes en el periodo 2005-2010 y conocer si realmente se mantuvieron con el tiempo o sólo en el primer periodo fueron más utilizados (1991-2004).

Tabla 11. Factores críticos de éxito.

1991-2004	2005-2010
-----------	-----------

Factor	Presente	Ausente	n	Proporción	odd	Presente	Ausente	n	Proporción	odd	Odd Ratio
EC	7	52	59	0.111	0.135	3	51	54	0.056	0.059	2.288
EyE	19	40	59	0.302	0.475	27	27	54	0.500	1.000	0.475
SD	11	48	59	0.175	0.229	1	53	54	0.019	0.019	12.146
CE	7	52	59	0.032	0.135	5	49	54	0.074	0.102	1.319
PySP	8	51	59	0.127	0.157	28	26	54	0.519	1.077	0.146
LB	6	53	59	0.095	0.113	1	53	54	0.019	0.019	5.500
LyPL	3	56	59	0.048	0.054	11	43	54	0.204	0.256	0.209
BM	1	58	59	0.016	0.017	4	50	54	0.074	0.080	0.216
VSSC	5	54	59	0.079	0.093	23	31	54	0.426	0.742	0.125
LSSCN	3	56	59	0.048	0.054	16	38	54	0.296	0.421	0.127
CC	3	56	59	0.048	0.054	23	31	54	0.426	0.742	0.072
CE	2	57	59	0.032	0.035	9	45	54	0.074	0.200	0.175
IO	3	56	59	0.063	0.054	18	36	54	0.315	0.500	0.107
EMHyT	2	57	59	0.032	0.035	16	38	54	0.296	0.421	0.083
HAP	4	55	59	0.063	0.073	16	38	54	0.296	0.421	0.173
VSSP	3	56	59	0.048	0.054	13	41	54	0.241	0.317	0.169
VSSRH	2	57	59	0.032	0.035	12	42	54	0.222	0.286	0.123
PCAD	29	30	59	0.508	0.967	30	24	54	0.556	1.250	0.773
RyCP	2	57	59	0.032	0.035	8	46	54	0.148	0.174	0.202
											24.429

Fuente: Propia.

4.4 Cálculo del tamaño del efecto y la varianza para cada factor.

Para el cálculo del tamaño del efecto, se optó por el índice **odds ratio**, el cual puede reflejar el cambio en el uso de los factores entre el periodo de 1991-2004 y el periodo 2005-2010, por ejemplo para Right team encontramos que el ratio es el siguiente:

$$1991 - 2004 \text{ ratio} = 7/52 = 0.13 \quad (\text{periodo 1}) \quad (1)$$

$$2005 - 2010 \text{ ratio} = 3/51 = 0.06 \quad (\text{periodo 2}) \quad (1)$$

Es decir, una tasa de uso del 13% en el periodo 1995-2004, mientras que un 6% en el periodo 2005-2010, lo que refleja un decremento en el último periodo. Esto se refleja en el índice Odds Ratio, el cual se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Oddsratio}_1 = 0.13/0.06 = 2.2884 \quad (2)$$

O de manera análoga

$$\text{Oddsratio}_1 = 7 * 51 / 52 * 3 = 2.2884$$

Posteriormente para el tamaño del efecto Y de cada factor (odds ratio), todos los cálculos son realizados utilizando los valores de la transformación log, por ejemplo para Right team el *log odd ratio* se cálculo de la siguiente manera.

$$Y = \text{LogOddsRatio}_1 = \ln(2.2884) = 0.83 \quad (3)$$

A su vez la varianza se determina:

$$V_Y = V_{\log\text{OddRatio}} = \frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D} \quad (4)$$

Es decir:

$$V_Y = V_{\log\text{OddRatio}} = \frac{1}{7} + \frac{1}{52} + \frac{1}{3} + \frac{1}{51} = 0.52$$

$$T^2 = \frac{Q-df}{C} = \frac{3.9171-3}{4.3449} = 0.2110 \quad (6)$$

Donde

$$Q = \sum_{i=1}^k W_i Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k W_i Y_i)^2}{\sum_{i=1}^k W_i} \quad (7)$$

$$Q = 9.71 - \frac{(6.028)^2}{6.27} = 3.9171$$

$$df = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

Donde k, es el número de factores trabajados y

$$C = \sum W_i - \frac{\sum W_i^2}{\sum W_i} \quad (8)$$

$$C = 6.27 - \frac{12.077}{6.27} = 4.3449$$

4.5 Estimación del tamaño del efecto promedio

Para el cálculo del efecto promedio entre ambos periodos utilizando odds ratio, utilizaremos el modelo de meta-análisis de efectos aleatorios, ya que asumimos que el efecto verdadero difiere entre uno y otro factor utilizado. En este método, cada factor es ponderado por la inversa de su varianza $V_{Y_i}^*$, la cual incluye la varianza original V_{Y_i} (dentro de cada estudio) y el estimado de la varianza T^2 (entre los estudios). El peso asignado a cada factor se determina de la siguiente manera.

$$W_i^* = \frac{1}{V_{Y_i}^*} \quad (9)$$

Donde

$$V_{Y_i}^* = V_{Y_i} + T^2 \quad (10)$$

A su vez, el estimado de la varianza entre factores T^2 , se obtiene por el método de momentos (método DerSimonian and Laird) como sigue:

El tamaño del efecto promedio M^* es calculado en base a la sumatoria a los 4 factores y se determina de la siguiente manera:

$$M^* = \frac{\sum_{i=1}^k W_i^* Y_i}{\sum_{i=1}^k W_i^*} \quad (11)$$

$$M^* = \frac{6.028}{4.5137} = 1.0487$$

Que es la suma de los productos del tamaño del efecto por el peso asignado, y dividido por la suma de los pesos.

La varianza del tamaño del efecto promedio es

$$V_{M^*} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i^*} \quad (12)$$

$$V_{M^*} = \frac{1}{4.5137} = 0.2215$$

Y su error estándar es $SE_{M^*} = \sqrt{V_{M^*}} = \sqrt{0.2215} = 0.4706$ (13)

A su vez, estimamos un intervalo de confianza para el efecto promedio, con un 95% de confianza.

$$LL_{M^*} = M^* - 1.96 * SE_{M^*} \quad (14)$$

$$LL_{M^*} = 1.0487 - (1.96 * 0.4706) = 0.1262$$

$$UL_{M^*} = M^* + 1.96 * SE_{M^*} \quad (15)$$

$$UL_{M^*} = 1.0487 + (1.96 * 0.4706) = 1.9713$$

Transformando de nuevo Odds ratio, UL y LL tenemos:

$$OddsRatio^* = \exp(1.0487) = 2.8541 \quad (16)$$

$$LL_{OddsRatio^*} = \exp(0.1262) = 1.1345 \quad (17)$$

$$UL_{OddsRatio^*} = \exp(1.9713) = 7.1801 \quad (18)$$

Finalmente un valor Z para probar la hipótesis nula que el efecto promedio μ es cero:

$$Z^* = \frac{M^*}{SE_{M^*}} = \frac{1.0487}{0.4706} = 2.2281$$

Y un valor de P dado por:

$$P^* = 2[1 - (\Phi(|Z^*|))] = 2[1 - (\text{Dist. Normal. Estandar}(|2.2281|))] = 0.0259$$

Tabla 12. Factores más utilizados para el periodo 1991-2004.

Factor	1991-2004				2005-2010				Odd Ratio
	Presente	Ausente	n	odd	Presente	Ausente	n	odd	
Right team	7	52	59	0.13	3	51	54	0.06	2.2884
Data system	11	48	59	0.23	1	53	54	0.02	12.145
Team involvement & commitment	7	52	59	0.13	5	49	54	0.1	1.3192
Bottom line	6	53	59	0.11	1	53	54	0.02	5.5
									21.753

M*	1.0487
-----------	--------

Q	3.9171
C	4.3449
T²	0.2110

V_M*	0.2215
SE_M*	0.4706
LLM*	0.1262
ULM*	1.9713

Odd ratio	2.8541
LL Odds ratios	1.1345
UL Ods ratio	7.1800

Fuente: Propia

Lo que se encontró es que si son importantes dentro del primer periodo de tiempo pero con el paso del tiempo cambiaron y en la actualidad los 4 factores decrecieron en su uso por lo cual se considera que ya no son de importancia en el desarrollo de SS (según los autores revisados, ya que la utilización de estos en el periodo 2005-2010 se redujo considerablemente); lo que nos indica que si varían con el tiempo los factores. De la misma forma que se realizó el estudio para estos 4 factores observados, hay otros 15 factores que se encuentran considerados como más utilizados según la literatura consultada en la implementación de SS en el periodo de 2005-2010 (ver

z*	2.2281
p*	0.0259

Tabla 13).

Tabla 13. Factores importantes para el periodo 2005-2010.

Factor	1991-2004				2005-2010				Odd Ratio
	Presente	Ausente	n	odd	Presente	Ausente	N	odd	

Training and education	19	40	59	0.48	27	27	54	1	0.475
Project selection and Prioritisation	8	51	59	0.16	28	26	54	1.08	0.145
Project leadership / leadership	3	56	59	0.05	11	43	54	0.26	0.209
Goals based	1	58	59	0.02	4	50	54	0.08	0.215
Customer focused/ Customer involvement/linking to ss	5	54	59	0.09	23	31	54	0.74	0.124
Linking Six Sigma to business strategies	3	56	59	0.05	16	38	54	0.42	0.127
Cultural change	3	56	59	0.05	23	31	54	0.74	0.072
Team communication	2	57	59	0.04	9	45	54	0.2	0.175
Organizational infrastructure	3	56	59	0.05	18	36	54	0.5	0.107
Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma	2	57	59	0.04	16	38	54	0.42	0.083
Project management skills	4	55	59	0.07	16	38	54	0.42	0.172
Linking Six Sigma to the suppliers	3	56	59	0.05	13	41	54	0.32	0.168
Linking Six Sigma to human resources	2	57	59	0.04	12	42	54	0.29	0.122
Top management involvement and commitment	29	30	59	0.97	30	24	54	1.25	0.773
Project tracking & Reviewing	2	57	59	0.04	8	46	54	0.17	0.201
									3.175

Q	-17758
C	-7205.98
T²	24.6464

M*	-1.7642
V_M*	1.6749
SE_M*	1.2942
LLM*	-4.3009
ULM*	0.7723

Odd ratio	0.17131
LL Odds ratios	0.0135
UL Ods ratio	2.1648

Z*	-1.3632
P*	0.1728

Fuente: Propia.

Al observar los resultados de la

Tabla 13 podemos encontrar que de los 19 factores utilizados en el estudio de meta análisis sólo 15 son importantes dentro de la implementación de SS en la actualidad, por citar los más importantes se encuentran el alto compromiso de la dirección, entrenamiento y educación entre otros que se mencionaran más adelante; éstos son algunos de los factores que deben considerarse al momento de implementar SS, éstos tienen una alta frecuencia de uso en la literatura en el periodo nuevo, además de la fuerte evidencia de los factores encontrada en su valor P determinado en el estudio de meta análisis.

Se encontró un decrecimiento en los factores importantes (Right team, Data system, Team involvement & commitment y Bottom line) en el 1er periodo (1991-2004) contra el periodo 2 (2005-2010).

Esto lo podemos observar también basándonos en el estudio de proporciones que se realizó antes del estudio de meta análisis (ver

Tabla 14); donde se puede observar que los factores ya mencionados Right team, Data system, Team involvement & commitment y Bottom line ya no son tan utilizados en la actualidad y hay evidencia contundente obtenida a través del estudio de 2 proporciones.

Tabla 14. Intervalos de confianza de FCE.

FCE	Intervalos de confianza	Valor P
Training and education	(-0.373421, -0.0234043)	Valor P = 0.026
Project selection and Prioritisation	(-0.548122, -0.234946)	Valor P = 0.000
Project leadership / leadership	(-0.275686, -0.0364831)	Valor P = 0.011
Goals based	(-0.134566, 0.0181643)	Valor P = 0.135
linking to ss Costumer	(-0.494376, -0.198745)	Valor P = 0.000
Linking Six Sigma to business strategies	(-0.381335, -0.116020)	Valor P = 0.000
Cultural change (chang management)	(-0.520291, -0.236323)	Valor P = 0.000
Team communication	(-0.124507, 0.0398513)	Valor P = 0.313
Organizational infraestructure	(-0.389057, -0.113589)	Valor P = 0.000
Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma	(-0.393806, -0.135295)	Valor P = 0.000
Project management skills	(-0.368666, -0.0969429)	Valor P = 0.001
Linking Six Sigma to the suppliers	(-0.318694, -0.0675499)	Valor P = 0.003
Linking Six Sigma to human resources	(-0.309513, -0.0714394)	Valor P = 0.002
Top management involvement and commitment	(-0.228741, 0.133502)	Valor P = 0.606
Project tracking and reviewing	(-0.220575, -0.0122295)	Valor P = 0.029
Right team	(-0.0432110, 0.154322)	Valor P = 0.270
Data system	(0.0556826, 0.256487)	Valor P = 0.002
Team involvement (and comitment)	(-0.114229, 0.114229)	Valor P = 1.000
Bottom line	(-0.00419461, 0.157634)	Valor P = 0.063

Fuente: propia

4.7 Resultados

Los resultados encontrados son:

4.7.1 Factores

A continuación se presentan los factores importantes a considerar en la implementación de SS por orden jerárquico:

- Compromiso e involucramiento de la alta Dirección
- Selección de Proyectos y Priorización
- Educación y Entrenamiento
- Atención en el Cliente/ Ligar SS con el Cliente
- Cambio Cultural
- Infraestructura Organizacional
- Ligar SS con la Estrategia del Negocio
- Entender el Método y las Herramientas que trabaja SS
- Habilidades en el manejo de Proyectos
- Ligar SS con los Proveedores
- Ligar SS con Recursos Humanos
- Liderazgo y Responsable de Proyectos
- Revisión de proyecto
- Comunicación del Equipo
- Proyecto Basado en Metas

Los factores administrativos y organizacionales más utilizados (en base al estudio de proporciones y la frecuencia de utilización en el periodo 2005-2010) a la fecha son:

- Compromiso e involucramiento de la alta Dirección
- Educación y Entrenamiento
- Selección de Proyectos y Priorización
- Atención en el Cliente/ Ligar SS con el Cliente
- Cambio Cultural
- Infraestructura Organizacional

- Habilidades en el manejo de Proyectos

Los diferentes factores encontrados han mostrado un constante cambio a través del tiempo y sólo algunos se han mantenido a través del tiempo y estos factores son: Goals based, Team communication, Right team y Top management involvement and commitment estos es según el estudio de proporciones; su p value es mayor a 0.05, por lo tanto hay evidencia de que la proporción en ambos periodos no cambio es decir, en proporción, se han mantenido en el tiempo. De estos cuatro factores que se encontró que se han mantenido con el tiempo solo el de Top management involvement and commitment es el que se encuentra como factor crítico de éxito en el nuevo periodo 2005-2010 basado en su resultado en el meta análisis. El único factor que se ha mantenido a través de los años es el de el compromiso e involucramiento de la alta dirección.

Del total de los 32 factores se encontraron unos que no son reportados con frecuencia dentro de la literatura en ninguno de los 2 periodos pero aún así se consideraron por algún autor pero no aportaron nada al estudio y estos factores son:

- Sistema adaptable
- Integrar SS con la infraestructura financiera
- Soporte técnico
- Programa de incentivos
- Recompensa y reconocimiento
- Administración de documentos
- Administración riesgosa
- Intercambio de conocimiento

4.8 Análisis de Resultados

En base a las Hipótesis planteadas al inicio de la investigación se encontró lo siguiente:

- Una de las hipótesis generales que se plantearon al inicio establecían que los factores administrativos y organizacionales se han mantenido a través del tiempo, encontrando como resultado que no podemos aceptar la hipótesis nula; basándonos en los resultados encontrados en el estudio de proporciones y en el meta análisis de factores encontramos que efectivamente los factores han variando con el tiempo, hoy en día ya no son los mismo factores que hace 15 años.
- Los factores Right team, Bottom Line y Team involvement & commitment se han mantenido como aspectos importantes en el tiempo, es otra de las hipótesis que no se pueden aceptar debido a que en el meta análisis se observó que dichos factores no son constantes a través del tiempo ya que en el periodo del 2005-2010 dichos factores ya no se utilizan.
- La siguiente hipótesis no puede ser rechazada ya que se encontró en el meta análisis que dichos factores son importantes y además son de los más utilizados. La Hipótesis aceptada es que los factores Training and education, Project selection and Prioritisation, Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma son importantes para el desarrollo de la metodología en el periodo del 2005-2010.

4.9 Líneas de Investigación Futuras

- Desarrollar un proyecto SS con los factores Administrativos, organizacionales determinados.
- Realizar un estudio de meta análisis con los aspectos técnicos (herramientas) y validar dicha información.

4.10 Conclusiones

Retomando el problema que se planteó al inicio del trabajo el cual expone que: La metodología SS tiene muchas aplicaciones dado a su flexibilidad y su gran variedad de herramientas estadísticas y no estadísticas; las cuales nos ayudan a estudiar y a entender el comportamiento de la variación de un proceso, lo cual arroja resultados positivos para todos los sectores de la industria y los servicios, aun así considerando el éxito de las herramientas, también en algunas empresas no han alcanzado los resultados que ellos quisieran al momento de la implementación, una explicación a esto puede ser la falta de conocimiento de cuáles son los factores importantes o el uso de herramientas a tomar en cuenta durante la aplicación de la metodología SS.

Se puede concluir que si es un problema la falta de conocimiento en los factores importantes a tomar en cuenta durante la aplicación de la metodología SS; basados en los estudios realizados se determinó que hay un cambio de factores a través del tiempo lo cual nos lleva detectar la ausencia de unificación de criterios para obtener un mejor resultado en la implementación de SS.

De las preguntas de investigación que se plantearon en el presente trabajo tenemos que:

- a) ¿Los factores administrativos y organizacionales para el desarrollo de la metodología SS han sido los mismos siempre (no cambian con el tiempo)?

Donde la respuesta a esta pregunta de investigación se encontró que si cambiaron con el paso del tiempo, encontrando únicamente que el que se ha mantenido es el factor de compromiso y participación de la alta dirección.

- b) ¿Cuáles son los factores a estudiar que deben considerarse en el análisis de la literatura de la metodología SS?

Los factores que fueron analizados en la literatura de SS fueron:

- Compromiso e involucramiento de la alta Dirección
- Selección de Proyectos y Priorización
- Educación y Entrenamiento
- Atención en el Cliente/ Ligar SS con el Cliente
- Cambio Cultural
- Infraestructura Organizacional
- Ligar SS con la Estrategia del Negocio
- Entender el Método y las Herramientas que trabaja SS
- Habilidades en el manejo de Proyectos
- Ligar SS con los Proveedores
- Ligar SS con Recursos Humanos
- Liderazgo y Responsable de Proyectos
- Revisión de proyecto
- Comunicación del Equipo
- Proyecto Basado en Metas

- c) ¿Cuáles son los factores, administrativos y organizacionales, más importantes que actualmente se utilizan en la metodología?

Los factores más importantes a considerar en la actualidad son

- Compromiso e involucramiento de la alta Dirección

- Selección de Proyectos y Priorización
- Educación y Entrenamiento
- Atención en el Cliente/ Ligar SS con el Cliente
- Cambio Cultural

El objetivo general del trabajo es: Determinar cuáles son los factores importantes para la implementación de SS en cuanto al aspecto administrativo y organizacional, unificando así la opinión entre autores, para asegurar una ventaja competitiva y operativa al implementar la metodología SS. Donde el resultado fue positivo ya que se encontraron los más utilizados según su frecuencia de uso que se encontró en la literatura; determinando dichos factores los cuales son:

- Compromiso e involucramiento de la alta Dirección
- Selección de Proyectos y Priorización
- Educación y Entrenamiento
- Atención en el Cliente/ Ligar SS con el Cliente
- Cambio Cultural

El primer objetivo específicos planteado fue el de Identificar si los factores Right team, Bottom Line y Team involvement & commitment se han mantenido como aspectos importantes en el tiempo; encontrando como resultado que no se han mantenido y que los tres factores tuvieron un decremento en la importancia de uso de un periodo a otro.

El segundo objetivo específico era el de Identificar si los factores Training and education, Project selection and Prioritisation, Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma son importantes para el desarrollo de la metodología en el periodo del 2005-2010. Donde podemos concluir que de los factores mencionados

el de mayor importancia es el de Project selection and prioritisation seguido del de training and education.

Es importante tomar en cuenta que las herramientas y la manera de aplicar el proyecto SS varia de un autor a otro; el presente estudio presenta cuales son las herramientas y factores que en base a un estudio de meta análisis (basado en un análisis bibliográfico donde se consideraron artículos se encontró únicamente en ciertas bases de datos y que tuvimos al alcance) se determinaron como importantes (dada su frecuencia de uso y los resultados mostrados por el estudio de meta análisis generado) en la aplicación de la metodología.

La metodología DMAIC de SS es flexible, cada autor tiene la libertad de elegir las herramientas estadísticas y no estadísticas de su preferencia para la solución de problemas, pero nos enfrentamos con diferentes factores administrativos y organizacionales que se deben considerar además de la parte estadística; lo cual nos da una variedad de obstáculos que se deben sortear para poder obtener los resultados deseados.

Para poder llegar a este resultado se recomienda tomar en cuenta los factores y herramientas que se determinaron a través del meta análisis que se realizó en la presente investigación.

Bibliografía:

Adam, S. E. (2008). Design Process Improvement Through the DMAIC Six Sigma Approach: a Case Study From the Middle East. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 35-47.

Aghili, S. (2009). A Six Sigma Approach to Internal Audits . *Strategic Finance*, 38-43.

Anawis, M. (2010). Six Sigma and the PC World. *ScientificComputing*, 22-24.

Antony, J. (2008). What is the Role of Academic Institutions for the Future Development of Six Sigma? *International Journal of Productivity and Performance Management*, 107-110.

Antony, J., & Banuelas, R. (2002). Key Ingredients for the Effective Implementation of Six Sigma Program. *Measuring Business Excellence*, 20-27.

Antony, J., & Desai, D. A. (2009). Assessing the Status of Six Sigma Implementation in the Indian Industry Results From an Exploratory Empirical Study. *Management Research News*, 413-423.

Antony, J., Antony, F. J., Kumar, M., & Rae, B. (2007). Six Sigma in Service Organisations Benefits, Challenges and Difficulties, Common Myths, Empirical Observations and Success Factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 294-311.

Antony, J., Kumar, M., & Labib, A. (2008). Gearing Six Sigma into UK Manufacturing SMEs: Results From a Pilot Study. *Journal of the Operational Research Society*, 482 -493.

Antony, J., Kumar, M., & Tiwari, M. (2005). An Application of Six Sigma Methodology to Reduce the Engine-Overheating Problem in an Automotive Company. *Engineering Manufacture*, 633-646.

Banuelas, R., & Antony, J. (2002). Critical Success Factors for the Successful Implementation of six sigma projects in organizations. *The TQM Magazine*, 92-99.

Banuelas, R., & Antony, J. (2004). Six sigma or Design for Six Sigma? *The TQM Magazine*, 250-263.

Banuelas, R., Antony, J., & Brace, M. (2005). An Application of Six Sigma to Reduce Waste. *Quality and Releability Engineering International*, 553-570.

Banuelas, R., Johnson, M., Virakul, T., & Antony, J. (2009). Assessing the Role of Six Sigma in a Supply chain: an Exploratory Study in the UK Manufacturing Organisations. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 380-397.

Barradas, C. A. (2003). Qué es en realidad seis sigma? *Gestión de Negocios*, 1-10.

Barrio, J. F. Cómo mejorar los procesos en su empresa: el control estadístico de procesos (SPC) herramienta fundamental en el incremento de la competitividad. Madrid, España: Fundacion Confemental.

Basu, R. (2004). Six-Sigma to Operational Excellence: Role of Tools and Techniques. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 44-64.

Basu, R., & Nevan, J. (2003). *Quality Beyond Six Sigma*. El sevier.

Brady, J. E., & Allen, T. T. (2006). Six Sigma Literature: A Review and Agenda for Future Research. *Quality and Reliability Engineering International*, 335-367.

Borenstein, M., Hedges L. V., Higgins J. P. T., Rothstein, H. R. (2009), *Introduction to Meta-Analysis*, John Wiley & Sons, Ltd, 33-39, 69-75, 92-97.

Briones, G. (1996). Metodología de la investigación Constructos Variables e Hipotesis. *Un minuto. Investigación. Comunicación Grafica*, 1-3.

Büyüközkan, G., & Öztürkcan, D. (2010). An Integrated Analytic Approach for Six Sigma Project Selection. *Expert Systems with Applications*, 1-13.

Bunce, M. M., Wang, L., & Bidanda, L. (2008). Leveraging Six Sigma With industrial Engineering Tools in Crateless Retort Production. *International Journal of Production Research*, 6701–6719.

Burge, L., Garuba, M., & Brent, C. (2004). Improving Retention of Minority Freshmen in Engineering by Applying the Six Sigma Methodology. *Computer Society*.

Burgess, D. (2009). continuous improvement. 35-36.

Chakrabarty, A., & Chuan, T. K. (2009). An Exploratory Qualitative and Quantitative Analysis of Six Sigma in Service Organizations in Singapore. *Management Research News*, 614-632.

Chakrabarty, A., & Tan, K. (2007). A Survey on Six Sigma Implementation in Singapore Service Industries. 1428-1432.

Chakrabarty, A., & Tan, K. (2008). Case Study Analysis of Six Sigma in Singapore Service Organizations.

Chakravorty, S. (2009). Six Sigma programs:An Implementation Model. *Int. J.ProductionEconomics*, 1-16.

Chen, K., Lin, C., & Chen, S. (2008). Applying Six-Sigma Methodology in Constructing the Quick Response of a Case Reporting System. *Total Quality Management*, 381–398.

Cronemyr, P. (2007). DMAIC and DMADV – differences, similarities and synergies. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 193-209.

De la Vara, R., & Gutierrez, H. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. Mexico: Mc Graw Hill.

Desai, D. A. (2006). Improving customer delivery commitments the Six Sigma way: case study of an Indian small scale industry . *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 23-47.

Desai, T. N., & Shrivastava, R. L. (2008). Six Sigma: A Break Through Business Improvement Strategy for Achieving Competitive Advantage – A Case Study. *First International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology* (pp. 777-780). Computer Society.

Deshmukh, S., & Lakhe, R. (2009). An Innovative Model of Six Sigma for SMEs: the T-DMAIC Model. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 187-203.

Devi, I., Collier, P., & Wright, B. (2009). Expected role of Management Accounting Within the Six Sigma Methodology: Case Evidence. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 291-311.

Eckes, G. (2004). *El Six Sigma Para Todos*. Bogota: Grupo Editorial Norma.

Elder, L. (2008). Six Sigma in the Microbiology Laboratory. *Clinical Microbiology Newsletter* , 143-147*.

Escalante, E. J. (2008). *Seis - Sigma. Metodología y Técnicas*. Limusa.

Ferrin, D. M., Miller, M. J., & Muthler, D. (2002). Six Sigma and Simulation, so Whats the Correlation? *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*, (pp. 1439-1443).

Goh, T. N. (2002). The Role of Statistical Design of Experiments in Six Sigma: Perspectives of a Practitioner. *Quality Engineering* , 659–671.

Goh, T.-N., Tang, L.-C., & Lam, S.-W. (2006). Six Sigma: a SWOT analysis. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 233-242.

Goldstein, M. (2001). Six Sigma Program Success Factors. *Six SigmaForum Magazine* , 36-45.

Gómez, F., Vilar, J. F., & Tejero, M. (2006). *Sei Sigma*. Fc Ediciones*.

Gowen, C. R., & Tallon, W. J. (2005). Effect of Technological Intensity on the Relationships Among Six Sigma Design, Electronic-Business, and Competitive Advantage: A Dynamic Capabilities Model Study. *Journal of High Technology Management Research* 16 , 59–87.

Gutiérrez, L. J., Tamayo, I., & Barrales, V. (2010). Quality Management Initiatives in Europe: An Empirical Analysis According to their Structural Elements. *Total Quality Management* , 577-601.

Hahn, G. J., Doganaksoy, N., & Stanard, C. (2001). Statistical tools for Six Sigma . *Quality Progress* , 78-82.

Harry, M., & Schroeder. (1999). Six sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. *Reed Business information* .

Hashmi, S. I., & Baik, J. (2008). Quantitative Process Improvement in XP Using Six Sigma Tools. *Seventh IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science* (pp. 519-524). South Korea: IEEE.

Hernández, F. (2002). *Fundamentos de Epidemiología: El Arte Detestivesco de la Investigación*. San Jose, Costa Rica: EUNED.

Ho, S., Xie, M., & Goh, T. (2006). Adopting Six Sigma in Higher Education: Some Issues and Challenges. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 335-352.

Hoerl, R. (2004). One perspective on the future of Six-Sigma. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 112-119.

Hoerl, R. W. (2001). Six Sigma Black Belts: What Do They Need to Know? *Journal of Quality Technology* , 391-406.

Hsieh, W. C. (2008). Six Sigma approach to improve surface precision of optical lenses in the injection-molding process. *Int J Adv Manuf Technol* , 885–896.

Iwaarden, J. V., Wiele, T. V., Dalez, B., Wolliams, R., & Bertsch, B. (2008). The Six Sigma Improvement Approach: a Transnational Comparison. *International Journal of Production Research* , 6739-6758.

Johnson, J., Gitlow, h., Widener, S., & Popovich, E. (2006). Designing New Housing at the University of Miami: A “Six Sigma”. *Quality Engineering* , 299 — 323.

Jones, E. C., Mellat, M., & Adams, S. G. (2010). A Framework for Effective Six Sigma Implementation. *Total Quality Management* , 415-424.

Juran, I. (2008). *manual de Black Belt*. six sigma world best.

Kanji, G. K. (2008). Reality check of Six Sigma for Business Excellence. *Total Quality Management & Business Excellence* , 575–582.

Kaushik, P., & Khanduja, D. (2009). Application of Six Sigma DMAIC Methodology in Thermal Power Plants: A Case Study. *Total Quality Management* , 197-207.

Kaushik, P., Singh, C., Singh, P., & Khanduja, D. (2008). Utilising Six Sigma for Energy Conservation: a Process Industry Case Study. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, , 18-34.

Kovach, J., De la Torre, L., & Walker, D. (2008). Continuous Improvement Efforts in Healthcare: a Case Study Exploring the Motivation, Involvement and Support Necessary for Success. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 254-269.

Kumar, M. (2007). Critical success factors and hurdles to Six Sigma implementation: the case of a UK manufacturing SME. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 333-351.

Kumar, M., & Antony, J. (2008). Comparing the Quality Management Practices in UK SMEs. *Industrial Management & Data Systems* , 1153-1166.

Kumar, M., & Antony, J. (2009). Multiple Case-Study Analysis of Quality Management Practices Within UK Six Sigma and Non-Six Sigma Manufacturing Small- and Medium-Sized Enterprises. *Engineering Manufacture* , 925-934.

Kumar, M., Antony, J., Antony, F. J., & Madu, C. N. (2006). Winning Customer Loyalty in an Automotive Company through Six Sigma: a Case Study. *Quality and Reliability Engineering International* , 849-866.

Kumar, M., Antony, J., Madu, C. N., Montgomery, D. C., & Park, S. H. (2008). Common Myths of Six Sigma Demystified. *International Journal of Quality & Reliability Management* , 878-895.

Kumar, S., & Michael, S. (2008). International Journal of Productivity and Performance Management. *REFLECTIVE PRACTICE Using DMAIC Six Sigma to systematically improve shopfloor production quality and costs* , 254-273.

Kumar, S., Wolfe, A. D., & Wolfe, K. A. (2008). Using Six Sigma DMAIC to Improve Credit initiation Process in a Financial Services Operation. *International Journal of Productivity and Performance Management* , 659-676.

Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation* , 708-715.

Lee, K.-L., Wei, C.-C., & Lee, H.-H. (2009). Reducing Exposed Copper on Annular Rings in a PCB Factory Through Implementation of a Six Sigma Project. *Total Quality Management* , 863-876.

Letón y pedromino, E. M. (2001). *Introducción al análisis de datos en meta-análisis*. Diaz de Santos.

Mahanti, R., & Antony, J. (2006). Six Sigma in Software Industries: Some Case Studies and Observations. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 263-290.

Mahanti, R., & Antony, J. (2009). Six Sigma in the Indian Software Industry: Some Observations and Results From a Pilot Survey. *The TQM Journal* , 549-564.

Minter, S. (2009). Six Sigma's The popular quality methodology pays a price. *continuous improvement* , 34-36.

Mohammad, J. J., Shafieezadeh, M., & Ali, M. (2008). Using Knowledge Management in DMAIC Methodology of Six Sigma Projects. *Proceedings of the 2008 1st International Conference on Information Technology*,. Gdansk, Poland: IEEE.

Montgomery D., & Runger, G., Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería, 2da ed., Mexico, Limusa Wiley, 2005, pag. 417-420.

Nabhani, F., & Shokri, A. (2009). Reducing the Delivery Lead Time in a Food Distribution SME Through the Implementation of Six Sigma Methodology. *Journal of Manufacturing Technology Management* , 957-974.

Nakhai, B., & Neves, J. S. (2009). The Challenges of Six Sigma in Improving Service Quality. *International Journal of Quality & Reliability Management* , 663-684.

Néstor, M. R. (2006). Seis Sigma: Guía para Principiantes. Panorama.

Nonthaleerak, P., & Hendry, L. (2008). Exploring the Six sigma Phenomenon Using Multiple Case Study Evidence. *International Journal of Operations & Production Management* , 279-303.

Pan, F.-C., Shiau, M.-Y., & Chen, S.-J. (2008). Reducing Unplanned Endotracheal Extubation in Hospital ICU Through Six Sigma and HQIC. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 382-394.

Pan, J.-N. (2006). Quality & Quantity. *Evaluating the Gauge Repeatability and Reproducibility for Different Industries* , 499-518.

Pande, P. S., & Holpp, L. (2002). *What is six sigma?* new york: Mc Graw Hill.

Pandey, A. (2007). Strategically focused training in Six Sigma way: a case study. *Journal of European Industrial Training* , 145-162.

Pantano, V., O'Kane, P., & K., S. (2006). Management of Innovation and Technology. *Cluster Based six sigma deployment in small and medium sized enterprises* , 788-792.

Prieto, M. (2002). Seis Sigma la Excelencia al Alcance de la Mano. *Calidad* , 20-23.

Primitivo, R. A. (2002). Manufactura Delgada y Seis Sigma en empresas Mexicanas: Experiencias y Reflexiones. *Revista de Contaduría y Administración* , 51-69.

Pyzdek, T. (2003). *Six Sigma Handbook Revised and Expanded*. New york: Mc Graw Hill.

Pyzdek, T. (2003). *The Six sigma Project Planner: a step-by-step guide to leading a six sigma*. Mc Graw Hill.

Raffaldi, J. J., & Kappele, W. (2004). Quality Software & Analysis. *Improve gage R&R Ratios* , 48-54.

Raffaldi, J., & Kappele, J. (2005). Quality. *An Introduction to Gage R&R* , 24-26.

Rajan, D. S., Jose, S., Suganthi, L., & Samuel, A. A. (2009). Six Sigma Implementation Strategies for Technological Institutions in India. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 156-172.

ReVelle, J. B. (2004). Continuous Improvement Six Sigma Problem-solving techniques create safer, healthier worksites . *Jack B. ReVelle* , 38-46.

Reyes, P. (2002). Manufactura Delgada y Seis Sigma en empresas Mexicanas: Experiencias y Reflexiones. *Revista de Contaduría y Administración* , 51-69.

Samuels, D. I., & Adomitis, F. L. (2003). Six Sigma Can Meet your Revenue-Cycle Needs. *healthcare financial management* , 70-75.

Sanders, J. h. (2010). Six Sigma Myth Busted. *Industrial Engineer* , 41-46.

Sarkar, B. (2007). Capability Enhancement of a Metal Casting Process in a Small Steel Foundry Through Six Sigma: a Case Study. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 56-71.

Sarkar, B. (2007). Designing Sustainable Strategies for Continuous Improvement Deployment Programme: Lessons from a Steel plant in India. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 352-374.

Shenawy, E., Baker, T., & Lemak, D. J. (2007). A meta-analysis of the effect of TQM on competitive advantage. *International Journal of Quality & Reliability Management* , 442-471.

Snee, R. D. (2004). Six-Sigma: The Evolution of 100 Years of Business Improvement Methodology. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 4-20.

Su, C.-T., & Chou, C.-J. (2008). A systematic Methodology for the Creation of Six Sigma Projects: A Case Study of Semiconductor Foundry. *Expert Systems with Applications* , 2694-2703.

Su, C.-T., Chou, C.-J., & Chen, L.-F. (2009). Application of Six Sigma Methodology to Optimize the Performance of the Inter-Metal Dielectric Process. *Transactions on Semiconductor Manufacturing* , 297-304.

Szeto, A. Y., & Tsang, A. H. (2005). Antecedents to Successful Implementation of Six Sigma. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 307-322.

Tkáč, M., & Lyócsa, Š. (2009). On the Evaluation of Six Sigma Projects. *Qual. Reliab. Engng. Int.*

Tobias, P. A. (1991). A Six Sigma Program Implementation. *Custom Integrated Circuits conference*, (pp. 2911-2914). New York.

Tong, J., Tsung, f., & Yen, B. (2004). A DMAIC Approach to Printed Circuit Board Quality Improvement. *Int J Adv Manuf Technol* , 523–531.

Treville, S., Edelson, N. M., Kharkar, A. N., & Avanzi, B. (2008). Constructing Useful Theory: The Case of Six Sigma. *Oper Manag Res* , 15–23.

Uprety, I. (2009). Six Sigma in Banking Services: a Case Study Based Approach. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 251-271.

Wang, H. (2008). A Review of Six Sigma Approach: Methodology, Implementation and Future Research. *Advanced Vocational and Technical Colleg* .

Wang, K., Chang, K., & K., F. (2008). Applying Six Sigma Methodology to Collaborative Forecasting. *Int J Adv Manuf Technol* , 1033–1044.

Ward, S. W., Poling, S. R., & Clipp, P. (2008). Selecting Successful Six Sigma Projects. *Quality Managament* , 50-51.

Woodall, W. H., & Borror, C. M. (2008). Quality and Reliability Engineering International. *Some Relationships between Gage R&Rcriteria* , 99-106.

Yam, H. (2006). Six sigma past, present and future. 1-15.

Yang, K.-J., Yeh, T.-M., Pai, F.-Y., & Yang, C.-C. (2008). The Analysis of the Implementation Status of Six Sigma: an Eempirical Study in Taiwan. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 60-80.

Yeung, V. W. (2007). Six Sigma paradigm shift. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* , 317-332.

Yucesan, E., Chen, C., Snowdon, J., & Charnes, J. (2002). Six Sigma and Simulation, so What's the Correlations? Winter Simulation Conference (pp. 1439-1443). IEEE.

Glosario:

Right team. - Equipo Correcto (EC).

Training and education. - Educación y entrenamiento (EyE).

Data system.- Sistema de datos (SD).

Team involvement & commitment.- Participación y compromiso del equipo PyCE).

Project selection and Prioritisation.- Selección y priorización de proyectos (PySP).

Bottom line. - Línea de base (LB).

Project leadership / leadership. - Liderazgo, Responsable de proyectos (LyPL).

Goals based.- Basado en metas (BM)

Customer focused/ Customer involvement/linking to Six Sigma.- Ligar SS con el cliente, involucramiento del cliente/centrado en el cliente (VSSC).

Linking Six Sigma to business strategies. - Ligar SS con la estrategia del negocio (VSSEN).

Cultural change.- cambio cultural (CC).

Team communication.- Comunicación del equipo (CE).

Organizational infrastructure. - Infraestructura organizacional (IO).

Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma.- Entender el método, técnicas y herramientas con SS (EMHyT).

Project management skills.- Habilidades en la Administración de Proyectos (HAP).

Linking Six Sigma to the suppliers. - Ligar SS con los proveedores (VSSP).

Linking Six Sigma to human resources.- Ligar SS con recursos humanos (VSSRH).

Top management involvement and commitment. - Participación y compromiso de la alta dirección (PyCAD).

Project tracking & Reviewing.- Revisión y seguimiento del proyecto (RySP).

Sigma Level.- Nivel sigma

DPU.- Defectos por unidad.

DPMO.- Representa la cantidad de defectos que se presentan en promedio en un millón de oportunidades de falla.

CPk .- Capacidad de Proceso.

CTQ's.- Critico para la calidad.

COPQ.- Costo por mala Calidad.

KIV & KOV.- Variables clave de entrada y salida.

Proces map.- Mapa de proceso.

SIPOC.-Diagrama de proyecto.

Value Stream Map.- Mapa de la cadena de valor.

R&R.- Análisis de repetibilidad y reproducibilidad.

MSA.- Análisis del sistema de medición .

Cycle time.- Tiempo de ciclo.

Box plot.- Gráfico de Caja.

Brainstorming.-Lluvia de ideas.

5 whys.- 5 por que's.

FMEA.- Análisis de modo de falla y efecto.

Cause and effect matrix.- Matriz Causa y efecto.

Hipótesis Test.- Prueba de hipótesis.

Confidence intervals.-Intervalos de confianza

Anova.- Análisis de varianza

Regression analysis.-Análisis de Regresión.

Doe.- Diseño de experimentos.

Action plan.-Plan de acción.

Process Capability.- Análisis de capacidad de proceso.

Voice of Business.- Voz del negocio.

Kano Analysis.- Análisis Kano.

T-Test.- Prueba t.

Test for Equal Variance.-Pruebas de varianzas iguales.

Chi-square.- mínimos cuadrados.

Cause and Effect Diagram.- Diagrama de causa y efecto.

Flow chart.-Diagrama de flujo.

Check list.-Hojas de verificación.

Pareto Chart.- Gráfica de Pareto.

Scatter plot.-Diagramas de dispersión.

SPC.- Control estadístico de proceso.

Voice of the customer. - Voz del cliente.

QFD.- Despliegue de la Función de Calidad.

Affinity Diagram.- Diagrama de afinidad.

Tree Diagram.- Diagrama de árbol.

Prioritization.- Matriz de priorización.

Response surface methodology (RSM).- Método de superficie de respuesta

Basic Statistics.- Estadística Básica

5's.- Programa 5's

Meta análisis general de factores

Factor	1991-2004				2005-2010				Odd Ratio	Y	Vy	W	WY	WY^2	W^2	W*	W*Y
	Presente	Ausente	N	odd	Presente	Ausente	n	odd									
Right team	7	52	59	0.135	3	51	54	0.059	2.2884	0.828	0.515	1.942	1.607	1.3308	3.769	0.678	0.561
Training and education	19	40	59	0.475	27	27	54	1	0.475	0.744	0.152	6.592	-4.90	3.6531	43.45	0.899	-0.669
Data system	11	48	59	0.229	1	53	54	0.019	12.145	2.497	1.131	0.884	2.208	5.5147	0.782	0.478	1.194
Team involvement & commitment	7	52	59	0.135	5	49	54	0.102	1.3192	0.277	0.382	2.614	0.724	0.2007	6.835	0.745	0.206
Project selection and Prioritisation	8	51	59	0.157	28	26	54	1.077	0.1456	-1.92	0.219	4.571	-8.80	16.964	20.89	0.848	-1.635
Bottom line	6	53	59	0.113	1	53	54	0.019	5.5	1.792	1.204	0.83	1.487	2.6656	0.689	0.462	0.828
Project leadership / leadership	3	56	59	0.054	11	43	54	0.256	0.2094	-1.56	0.465	2.149	-3.35	5.2526	4.617	0.701	-1.097
Goals based	1	58	59	0.017	4	50	54	0.08	0.2155	-1.53	1.287	0.777	-1.19	1.8298	0.603	0.445	-0.68
Customer focused/ Customer involvement/linking to ss	5	54	59	0.093	23	31	54	0.742	0.1247	-2.08	0.294	3.398	-7.07	14.718	11.54	0.797	-1.659
Linking Six Sigma to business strategies	3	56	59	0.054	16	38	54	0.421	0.1272	-2.06	0.44	2.273	-4.68	9.6607	5.165	0.714	-1.473
Cultural change	3	56	59	0.054	23	31	54	0.742	0.0722	-2.62	0.427	2.342	-6.15	16.18	5.486	0.721	-1.89
Team communication	2	57	59	0.035	9	45	54	0.2	0.1754	-1.74	0.651	1.536	-2.67	4.6541	2.360	0.62	-1.080
Organizational infrastructure	3	56	59	0.054	18	36	54	0.5	0.1071	-2.23	0.435	2.301	-5.14	11.481	5.296	0.717	-1.602
Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma	2	57	59	0.035	16	38	54	0.421	0.0833	-2.48	0.606	1.649	-4.09	10.183	2.719	0.638	-1.586
Project management skills	4	55	59	0.073	16	38	54	0.421	0.1727	-1.75	0.357	2.801	-4.91	8.6378	7.846	0.759	-1.333
Linking Six Sigma to the suppliers	3	56	59	0.054	13	41	54	0.317	0.1689	-1.77	0.453	2.21	3.929	6.9871	4.883	0.708	-1.259
Linking Six Sigma to human resources	2	57	59	0.035	12	42	54	0.286	0.1228	-2.09	0.625	1.601	-3.35	7.0403	2.562	0.631	-1.32
Top management involvement and commitment	29	30	59	0.967	30	24	54	1.25	0.7733	-0.25	0.143	7.002	-1.79	0.4626	49.02	0.907	-0.233
Project tracking & Reviewing	2	57	59	0.035	8	46	54	0.174	0.2017	-1.60	0.664	1.505	-2.40	3.8572	2.267	0.615	-0.985
									24.928	-21.0	10.45	48.98	-58.4	131.27	180.8	13.09	-15.72

Fuente: Propia.

Meta análisis de Factores Importantes en el periodo 1991-2004.

Factor	1991-2004				2005-2010				Odd Ratio	Y	Vy	W	WY	WY^2	W^2	W*	W*Y
	Presente	Ausente	N	odd	Presente	Ausente	n	odd									
Right team	7	52	59	0.13	3	51	54	0.06	2.2884615	0.83	0.52	1.942	1.6074	1.331	3.76996	1.3772	1.1402
Data system	11	48	59	0.23	1	53	54	0.02	12.145833	2.5	1.13	0.884	2.2085	5.515	0.7823	0.74533	1.8611
Team involvement & commitment	7	52	59	0.13	5	49	54	0.1	1.3192308	0.28	0.38	2.614	0.7243	0.201	6.83512	1.6847	0.4667
Bottom line	6	53	59	0.11	1	53	54	0.02	5.5	1.79	1.2	0.83	1.4877	2.666	0.68938	0.70647	1.2658
									21.753526	5.39	3.23	6.271	6.028	9.712	12.0768	4.5137	4.7338

Q	3.917138
C	4.34494
T²	0.211082

M*	1.048763
V_{M*}	0.221548
SE_{M*}	0.470689
LLM*	0.126213
ULM*	1.971313

Odd ratio	2.854119
LL Odds ratios	1.134524
UL Ods ratio	7.180097

Fuente: Propia.

Meta análisis de factores importantes dentro del periodo 2005-2010.

Factor	1991-2004				2005-2010				Odd Ratio	Y	Vy	W	WY	WY^2	W^2	W*	W*Y
	Presente	Ausente	n	odd	Presente	Ausente	n	odd									
Training and education	19	40	59	0.48	27	27	54	1	0.475	-0.74	0.15	6.592	-4.907	3.653	43.450	0.0403	-0.03
Project selection and Prioritisation	8	51	59	0.16	28	26	54	1.08	0.145	-1.93	0.22	4.571	-8.805	16.96	20.891	0.0402	-0.0775
Project leadership / leadership	3	56	59	0.05	11	43	54	0.26	0.209	-1.56	0.47	2.149	-3.36	5.253	4.617	0.0398	-0.0623
Goals based	1	58	59	0.02	4	50	54	0.08	0.215	-1.53	1.29	0.777	-1.192	1.83	0.603	0.038	-0.0592
Customer focused/ Customer involvement/linking to ss	5	54	59	0.09	23	31	54	0.74	0.124	-2.08	0.29	3.398	-7.072	14.72	11.54	0.040	-0.0834
Linking Six Sigma to business strategies	3	56	59	0.05	16	38	54	0.42	0.127	-2.06	0.44	2.273	-4.686	9.661	5.165	0.0398	-0.0822
Cultural change	3	56	59	0.05	23	31	54	0.74	0.072	-2.63	0.43	2.342	-6.156	16.18	5.486	0.0398	-0.1048
Team communication	2	57	59	0.04	9	45	54	0.2	0.175	-1.74	0.65	1.536	-2.674	4.654	2.36	0.0395	-0.0688
Organizational infraestructure	3	56	59	0.05	18	36	54	0.5	0.107	-2.23	0.43	2.301	-5.14	11.48	5.29	0.039	-0.0891
Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma	2	57	59	0.04	16	38	54	0.42	0.083	-2.48	0.61	1.649	-4.098	10.18	2.712	0.039	-0.0984
Project management skills	4	55	59	0.07	16	38	54	0.42	0.172	-1.76	0.36	2.801	-4.919	8.638	7.848	0.039	-0.0702
Linking Six Sigma to the suppliers	3	56	59	0.05	13	41	54	0.32	0.168	-1.78	0.45	2.21	-3.93	6.987	4.887	0.039	-0.0708
Linking Six Sigma to human resources	2	57	59	0.04	12	42	54	0.29	0.122	-2.1	0.62	1.601	-3.357	7.04	2.56	0.039	-0.083
Top management involvement and commitment	29	30	59	0.97	30	24	54	1.25	0.773	-0.26	0.14	7.002	-1.8	0.463	49.02	0.040	-0.0104
Project tracking & Reviewing	2	57	59	0.04	8	46	54	0.17	0.201	-1.6	0.66	1.505	-2.41	3.857	2.268	0.039	-0.0632
									3.175	1.16	42.7	0.023	-64.51	121.6	168.7	0.597	-1.0533

Fuente: Propia.

Odd ratio	0.17131
------------------	---------

LL Odds ratios	0.013556
UL Ods ratio	2.164897

LLM*	-4.30093
ULM*	0.772373

M*	-1.76428
V_M*	1.67498
SE_M*	1.29421

Q	-177588
C	-7205.98
T²	24.64642

Tabla de factores más utilizados en el periodo 1991-2004 (1/3).

Author(s)	Year	Right team		Training and education	Data system	Team involvement & commitment	Project selection and Prioritisation	Bottom line	Project leadership / leadership	Goals based	Structured approach	Customer focused/ Customer involvement/linking to ss	Adaptable system	Linking Six Sigma to business strategies	Cultural change	Team communication	Organizational Infrastructure	Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma	Project management skills	Linking Six Sigma to the suppliers	Linking Six Sigma to human resources	Top management involvement and commitment	Project tracking & Reviewing	availability of resources	Full time versus part time resources
Tobias	1991																					y			
Dedhia	1995		Y																			y			
Harry	1998		Y																						
Hoerl	1998	Y																							
Mandal et al.	1998	Y	Y								Y											y			
Bartos	1999	Y																							
Blakeslee	1999		Y	Y	Y			Y														y			
Hahn et al.	1999						Y																		
Harrold	1999					Y																			
Hunter et al.	1999																					y			
Maguire	1999										Y														
Snee	1999					Y		Y			Y														
Chowdhury	2000		Y																						
Crom	2000																					y			
Fuller	2000										Y														
Greek	2000																					y			
Hahn et al.	2000			Y			Y				Y											y			
Harry	2000			Y				Y																	
Ramberg	2000								Y																
Sanders et al.	2000		Y					Y				Y										y			

Tabla de factores más utilizados en el periodo 1991-2004 (2/3).

Snee	2000		Y																				
Buck et al.	2001																			y			
Caulcutt	2001			Y																			
Clifford	2001																			y			
Goh	2001																			y			
Gross	2001																			y			
Hahn et al.	2001		Y																				
Hoerl	2001							Y															
Howell	2001																			y			
Landin et al.	2001									Y													
Montgomery	2001								Y											y			
Snee	2001					Y														y			
Wood	2001	Y																		y			
Goldstein	2001		y										y					y			y		y
Pressly	2001		y		y															y			
Goh	2002		Y			Y																	
Hammer	2002					Y																	
Lucas	2002																			y			
Studt	2002	Y																					
Treichler et al.	2002	Y	Y	Y	Y					Y	Y									y			
Trivedi	2002		Y																				
Velocci	2002	Y		Y			Y				Y	Y											
Voelkel	2002		Y																				
Waurayniak	2002			Y																			
Wheeler	2002			Y																			
Starbird	2002					y											y				y		

Tabla de factores más utilizados en el periodo 1991-2004 (3/3).

Wiklund et al.	2002		Y	Y						Y											Y				
Banuelas and Antony	2002		Y			Y					Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y				
Antoni y Bañuelos	2002		Y			Y					Y		Y	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y				
Benedetto	2003		Y											Y							Y				
Berlowitz	2003			Y																					
Cooper	2003				Y																				
Dasgupta	2003																				Y				
Davig et al.	2003																				Y				
Johnstone et al.	2003																				Y				
Linderman et al.	2003							Y																	
Olexa	2003			Y			Y																		
Smith	2003																				Y				
Yeung et al.	2003																				Y				
Basu	2004		Y															Y			Y		Y		
Thawani	2004				Y										Y										
Chakrabarty and Tan	2004															Y									
			7	19	11	7	8	6	3	1	8	5	1	3	3	2	3	2	4	3	2	29	2	1	1

Tabla de factores más utilizados en el periodo 2005-2010 (1/3).

Author(s)	Year	Right team	Training and education	Data system	Team involvement & commitment	Project selection and Prioritisation	Bottom line	Project leadership / leadership	Goals based	Structured approach	Customer focused/ Customer involvement/linking to ss	Adaptable system	Linking Six Sigma to business strategies	Integrating six sigma with financial infrastructure	Cultural change	Knowledge sharing	Team communication	Risk management	Document management	Organizational infrastructure	Understanding the methods, tools and techniques within Six Sigma	Project management skills	Linking Six Sigma to the suppliers	Linking Six Sigma to human resources	Top management involvement and commitment	Technical support	Incentive programme	Safe environment	Project tracking & Reviewing	availability of resources	Full time versus part time resources	Measurement:	Rewards and recognition		
Antony et al.	2005					Y														Y															
Gowen III and Tallon	2005					Y																				Y	Y		Y						
Banuelas at al.	2005		Y			Y															Y				Y				Y						
Mullavey	2005							Y													Y	Y													
Zimmerman and Weiss	2005																							Y											
Szeto and Tsang	2005					Y					Y		Y		Y					Y	Y		Y	Y	Y										
Kwak and Anbari	2006		Y			Y					Y		Y		Y					Y	Y	Y	Y	Y	Y										
Mahanti and Antony	2006		Y			Y					Y		Y		Y									Y	Y									Y	
Gigbbons	2006		Y																			Y			Y						Y				
Goh et al.	2006																				Y				Y										
Kumar et al.	2006		Y			Y					Y		Y																						
Brady and Allen	2006	Y	Y		Y	Y	Y	Y	Y		Y				Y										Y										
Antony et al.	2007		Y			Y					Y		Y	Y	Y					Y	Y	Y			Y					Y					
Vincent and Yeung	2007										Y																								
Harry and Linsenmann	2007														Y						Y				Y										
Sarkar	2007		Y			Y					Y											Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		Y				
Kumar	2007		Y								Y				Y										Y	Y									
Chakrabarty and Tan	2007		Y								Y				Y										Y										
Pandey	2007					Y																													
Ward	2007					Y		Y																											
Ho et al.	2008		Y	Y									Y			Y	Y			Y	Y				Y		Y								

Tabla de factores más utilizados en el periodo 2005-2010 (2/3).

[illegible]

