

# Aplicación de Seis Sigma en el proceso de adquisiciones en instituciones públicas

Carlos Manosalvas<sup>1</sup>, Luis Manosalvas<sup>1</sup>, Enma Torres Navarrete<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo

cmanosalvas@uea.edu.ec

---

## Resumen

Seis Sigma es una metodología que se enfoca en mejorar la calidad en empresas de manufactura y de servicios, demostrándose éxito en su aplicación. El presente artículo presenta los resultados de la implementación de esta metodología en el proceso de adquisiciones en una empresa pública ecuatoriana. La aplicación se realizó siguiendo los pasos secuenciales de la metodología: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. En las dos primeras etapas se realizó un diagnóstico de la situación actual, determinando las variables críticas del proceso. En la etapa de análisis se calculó la capacidad del proceso, gráfico de control y a través de un análisis de componentes principales se determinaron las tareas que causan mayor variabilidad en el proceso. Con los resultados obtenidos se analizaron y escogieron las mejores opciones de mejora para luego diseñar un sistema de implementación y control de ejecución del proceso.

**Palabras clave:** Administración por procesos, variables críticas, Índice de Capacidad del Proceso, límites de control

## Abstract

Six Sigma is a methodology that focuses on improving quality in manufacturing and services companies demonstrating successful implementation. This article presents the results of implementing Six Sigma methodology for acquisitions process in an Ecuadorian public company. The application was made following the sequential steps of the methodology: define, measure, analyze, improve and control. In the first two stages, a diagnosis of the current situation was conduc-

ted, determining the critical variables. In the analysis stage, the process capability and control chart was calculated; and, through a principal component analysis, the tasks that cause greater variability in the process were determined. With the results obtained the best options for improvement were analyzed and chosen to design a system to implement and control the execution process.

**Keywords:** Business Processes Management, Six Sigma, Acquisitions Process

## Introducción

El proceso de adquisiciones dentro de cualquier institución, inicia desde el momento que se realiza la solicitud de adquisición del bien o servicio por parte de algún usuario hasta el seguimiento de dicho bien o servicio ya adquirido. Adquisiciones se entiende como un proceso crítico ya que se deben realizar las compras mediante un proceso ágil, oportuno y siguiendo los reglamentos establecidos para el efecto. Su objetivo es realizar las compras de bienes y servicios, según los requerimientos del solicitante, completar la información y los documentos necesarios para los trámites administrativos y financieros. Al ser uno de los procesos críticos dentro de una organización, es necesario aplicar alguna metodología que posibilite su mejoramiento continuo. Seis Sigma o Six Sigma es una metodología que surgió a finales de los años 80 en la empresa Motorola y representa un proceso de mejora

continua que permite a las empresas incrementar su productividad y rendimiento (Barbosa *et al.*, 2013). Ofrece a las empresas las herramientas necesarias para mejorar la capacidad de los procesos y estandarizarlos, es decir gestiona la calidad en las empresas (Xingxing, *et al.*, 2008). Aumentar el rendimiento y reducir la variabilidad del producto y del proceso son los principales objetivos de Seis Sigma (Giménez, 2002), y los resultados más notables de su aplicación se relacionan con la reducción de desperdicios y mejora en la calidad del producto así como en la moral de los empleados.

Adicionalmente, inspecciona los procesos repetitivos de las empresas y corrige los problemas incluso antes de que éstos se presenten, para mantener siempre el mayor nivel de calidad posible. Para el área de servicios, seis sigma se enfoca principalmente en las necesidades del cliente,

mediando los procesos relacionados para poder tomar decisiones basadas en hechos concretos (Arias, Portilla & Castaño, 2008).

Desde su aparición, el Seis Sigma ha generado grandes expectativas en el mundo de los negocios (Harry & Schroeder, 1999), y en este sentido, muchas organizaciones, como las incluidas en la lista Fortune 500, la han adoptado (Nakhai and Neves, 2009). La Aplicación de esta metodología a procesos involucrados en el área de servicios, resulta ser innovadora y relevante, principalmente en épocas actuales donde las organizaciones buscan constantemente mejorar la eficiencia de sus procesos de negocio y la satisfacción del cliente. Esta metodología fue creada para mejorar procesos de producción de bienes; y, es en los últimos años donde se ha demostrado que puede aplicarse a procesos que generan servicios. El nivel Sigma significa el número de las desviaciones estándar, desde el promedio del proceso a la especificación más cercana (Forrest, 2003).

El seis sigma puede definirse como una mesoestructura organizada utilizada para reducir la variación en los procesos organizacionales,

mediante el empleo de técnicas especiales de mejora, un método estructurado y métricas de rendimiento orientados al cliente con el objetivo de alcanzar los objetivos estratégicos (Schroeder, Linderman, Liedtke & Choo, 2008). Pande *et al.*, (2004) señala que el Seis Sigma es una metodología que combina los mejores principios y técnicas de calidad con los más recientes avances en el pensamiento empresarial. Incorpora los aportes de muchos de los pioneros de la calidad como Demming, Juran, Ishikawa y otros, para lograr un desempeño de negocio sin errores (cero defectos). Sigma es una letra del alfabeto griego ( $\sigma$ ) utilizada en estadística para representar la variabilidad de un proceso. Esta metodología mide las variaciones en los procesos internos de una organización, utilizando niveles sigma, los que a su vez permiten determinar el rendimiento general de toda la organización. Estas innovaciones administrativas, afectan la manera en que los miembros de la organización realizan sus tareas rutinarias (Sinha & Van de Venn, 2005).

Esta estrategia orienta sus esfuerzos a encontrar las causas raíz de los problemas que afectan el rendimiento del proceso. Principalmente se

enfoca en eliminar las causas principales de la variación de los procesos sin cambiar la estructura de procedimientos y tareas que lo componen. En el lenguaje del Seis Sigma las causas suelen representarse con la letra X y los defectos no deseados con la letra Y. Para ejecutar esta estrategia, se utiliza un proceso que consiste de cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

La presente investigación tiene como objetivo demostrar que aplicando ciertas herramientas de control de calidad y técnicas de análisis estadístico propias del Seis Sigma al proceso de adquisiciones de una institución pública, es posible reducir la variación del proceso y mantenerlo bajo control estadístico logrando así una ejecución más eficiente, satisfaciendo los requerimientos de sus clientes internos y externos. Se pretende demostrar además, que esta metodología de mejora de procesos puede ser ampliada para aplicarse a procesos de generación de servicios y no únicamente a aquellos que generan bienes tangibles.

## **Metodología**

La aplicación de Seis Sigma en el proceso de adquisiciones, se

realizó aplicando en orden secuencial los pasos propios de esta metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. En la etapa de definición, se especifica cuál es el proyecto de mejora que se va a analizar e implementar, el alcance del proyecto, los requisitos de los clientes, las partes involucradas y las directrices a seguir durante el proyecto. En la segunda parte correspondiente a la medición se identificó los puntos críticos que provocan el problema que se pretende solucionar y como se procederá a obtener estas medidas. Para desarrollar estas dos primeras fases, se utilizaron algunas herramientas propias del Seis Sigma tales como: cuadro de definición del proyecto; mapa de proceso SIPOC, para determinar entradas, tareas y salidas del proceso; árbol de medidas CTQ; hojas de trabajo, para análisis de las partes interesadas; entre otras

En la etapa de análisis, se hizo un estudio del tiempo que demora cada una de las tareas de los procesos que se ejecutaron durante el período de investigación; una vez obtenidos estos datos, se realizó un estudio estadístico descriptivo de cada una de las variables involucradas así como un análisis de componentes principales, capacidad del proceso y gráficos de

control. Se estudiaron además todos los procesos ejecutados en la Institución, durante el período de estudio.

En la tabla 1 se presenta la población objeto de estudio, la misma que está compuesta por 133 procesos,

de los cuales 63,9% representan la población investigada; es decir que, los 36,1% de los procesos restantes están pendientes y como no han iniciado formalmente, no se tomaron en cuenta para los análisis correspondientes.

Tabla. 1: Procesos de Adquisiciones ejecutados durante el periodo de la investigación

Tipo de proceso	Frecuencia absoluta (No)	Frecuencia relativa (%)
Ínfima cuantía	52	39,1
Catálogo electrónico	8	6,0
Procedimiento especial	4	3,0
Menor cuantía	1	0,8
Subasta inversa electrónica	20	15,0
Procesos pendientes	48	36,1

### Índice de Capacidad del proceso de adquisiciones

El Índice de Capacidad real del Proceso, permite determinar si el proceso, es capaz de producir satisfactoriamente los servicios y resultados que esperan de éste sus usuarios. Para determinar el Índice de Capacidad del Proceso (Montgomery, 2009), se utilizó la siguiente fórmula:

$$C_{pk} = (LSE - \mu) / 3\sigma$$

Cuando el Índice de Capacidad de Proceso es mayor a uno, se puede decir que el proceso es capaz de satisfacer los requerimientos de los usuarios si es cero o menor a uno, no satisface los requerimientos de los usuarios.

## Resultados y Discusión

En el siguiente apartado se exponen los resultados más importantes de cada una de las etapas de aplicación del Seis Sigma: Definición, Medición, Análisis, Mejoramiento y Control.

### Variables Críticas del Proceso

En la etapa de medición del Seis Sigma, se determinó en primer lugar cuáles son las causas de mayor peso que provocan el problema generado, que en este caso es la demora en el tiempo de adquisición de bienes y/o servicios. Al descubrir cuáles son las variables críticas que están causando el problema que se pretende mejorar, se pudo establecer qué tipo de medidas o métricas utilizar para corroborar este análisis y plantear mejoras con mayor rigor estadístico y científico. Las variables críticas detectadas fueron:

X1: Tiempo de Solicitud de Certificación Presupuestaria

X2: Tiempo de Solicitud de Firmas de Autorización por parte del Rectorado

X3: Tiempo que lleva la Elaboración de Pliegos

X4: Tiempo de Revisión de Pliegos

X5: Tiempo de Autorización y Resolución de Inicio

X6: Tiempo de Firma de la Convocatoria

X7: Tiempo de Firma de la Orden de pago

Para detectar estas variables se utilizaron varias herramientas como: Árbol CTQ, Hoja de Trabajo para la implementación del Proyecto de Mejora y entrevistas semi estructuradas a los involucrados en los procesos de adquisiciones.

### Capacidad del proceso de adquisiciones

El Índice de Capacidad del Proceso, que pertenece a la fase de análisis, permitió determinar si el proceso, tal como se está ejecutando en este momento, es capaz de producir satisfactoriamente los servicios y resultados que esperan de éste sus usuarios. Con los datos obtenidos, se aplicó la fórmula correspondiente obteniéndose un índice Cpk de -0,128, resultado que indica que la capacidad del proceso no cumple el requerimiento mínimo de los usuarios.

## Gráfico de Control del Proceso de Adquisiciones

La figura 1 muestra el comportamiento del proceso de adquisiciones durante todo el período de investigación; los límites de control calculados se muestran con una línea roja en el gráfico. El gráfico muestra que la mayoría de los procesos de compras están ubicados dentro de los límites de control calculados; lo que además, permite observar que la variación de la mayoría de adquisiciones se debe a causas inherentes al mismo proceso ya que no hay causas asignables externas que afecten a estos procesos. Sin embargo, existe un patrón de puntos que están por encima del Límite Superior de Control, lo que

muestra que para algunos procesos existen variaciones causadas por factores externos a las variaciones inherentes del mismo.

Es importante mencionar que los límites de control que se obtuvieron no son iguales a las especificaciones de los clientes del proceso y de los mismos directivos de la Unidad de Adquisiciones. De hecho, la mayoría de los entrevistados (70%) expresó su deseo de que los trámites previos a los procesos de compras, se deberían ejecutar en un tiempo no mayor a una semana equivalente a ocho días. Si se considera estos tiempos para realizar el gráfico de control, se podría observar que muchos más procesos estarán fuera de los límites de control.

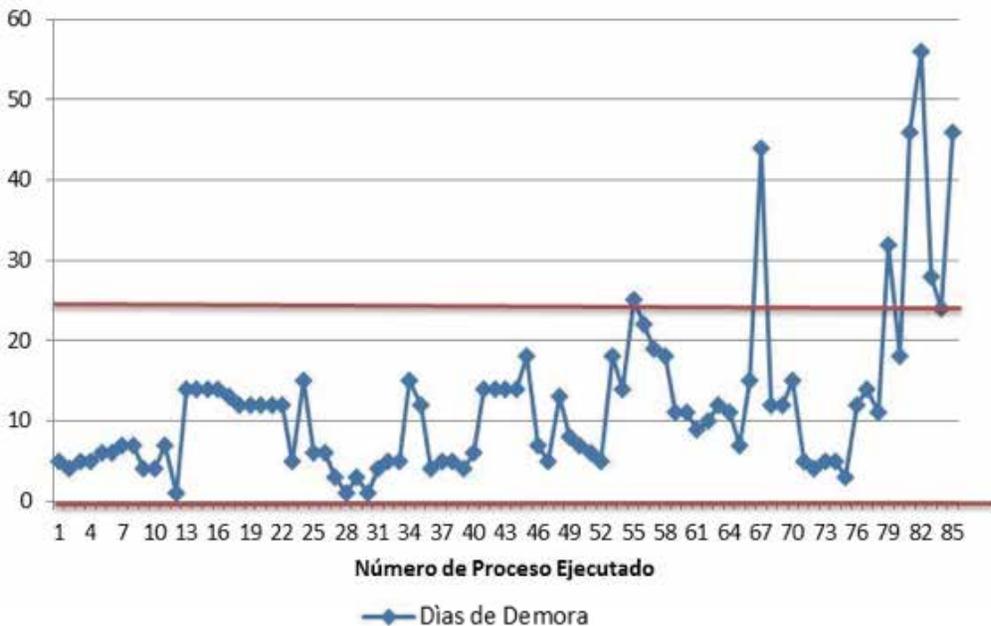


Figura 1: Diagrama de Control de los Procesos de Adquisiciones

### Análisis de componentes principales

A través del análisis de componentes principales, fue posible verificar si las variables críticas observadas y medidas, pueden ser agrupadas y explicadas por un número reducido de componentes. Para poder realizar este análisis es necesario determinar si existe correlación entre las variables de estudio, así como aplicar pruebas

estadísticas y de adecuación de la muestra. En la tabla 2 se muestran los resultados de la prueba de esfericidad de Bartlett ( $p < 0.05$ ) y la prueba de adecuación de la muestra de Kaiser-Meyer-Olkin ( $>0.5$ ), cuyos resultados indican que existe alta correlación entre las variables y es posible realizar un análisis de componentes principales.

Tabla 2. Prueba de Esfericidad Adecuación de la Muestra

#### Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,579
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	24,446
	gl	15
	Sig.	0,048

La Tabla 3 muestra las componentes extraídas y la proporción de varianza de cada una de ellas, donde se observa que, se han extraído seis componentes de las cuales solo las dos primeras

explican casi el 70% de la varianza total. Las variables que conforman estas componentes se muestran en la Tabla 4.

Tabla 3. Varianza Total Explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,576	42,935	42,935	2,576	42,935	42,935
2	1,613	26,876	69,811	1,613	26,876	69,811
3	,908	15,138	84,949			
4	,517	8,614	93,563			
5	,301	5,013	98,576			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Tabla 4. Matriz de Componentes

	Componente	
	1	2
Certificacion Presupuestaria	,419	,353
Firma del Rectorado	,854	-,023
Elaboracion de Pliegos	-,158	-,848
Revision de Pliegos	,838	-,253
Autorizacion y Emision resolucion inicio	,906	,256
Firma de Convocatoria	-,353	,799

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Se puede apreciar que en la primera componente cargan las variables autorización y emisión de resolución/inicio del proceso, firma de autorización de la máxima autoridad, revisión de pliegos y certificación presupuestaria; mientras que, en la segunda componente predominan las variables en función de firma de la convocatoria, y elaboración de pliegos.

La figura 2, muestra la representación gráfica de la matriz de componentes, herramienta que permitió analizar de forma visual las variables que conforman cada componente, para así determinar sobre que variables implementar los procesos de mejora.

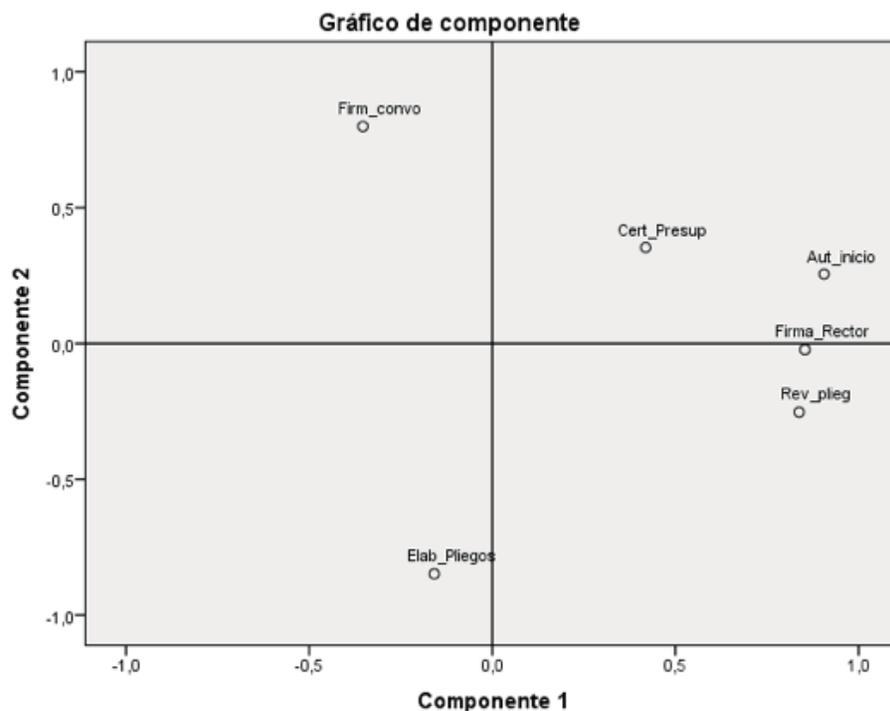


Figura 2: Representación gráfica de la Matriz de Componentes

### Etapa de mejora y control

En esta etapa se analizaron y seleccionaron las mejoras que permiten eliminar las causas raíz del problema que se pretende mejorar. Específicamente se propusieron cuatro opciones de mejora para el proceso:

- Contratación de personal
- Plan de Capacitación y Concientización
- Desarrollar internamente un Software de gestión documental
- Adquirir un Software de gestión documental
- Reingeniería del Proceso de Adquisiciones

Seis Sigma proporciona algunas herramientas tales como: prueba de requisitos mínimos, evaluación de impacto y del esfuerzo y un análisis formal de los pros y contra de los costos y los beneficios.

Estas herramientas permiten escoger la mejor solución con un criterio más científico eliminando en gran parte la subjetividad que puede presentarse al seleccionar alternativas de acuerdo al criterio de los directivos de la institución. La figura 3 muestra la Matriz Impacto/Esfuerzo obtenida del análisis de cada una de las opciones de mejora propuesta.

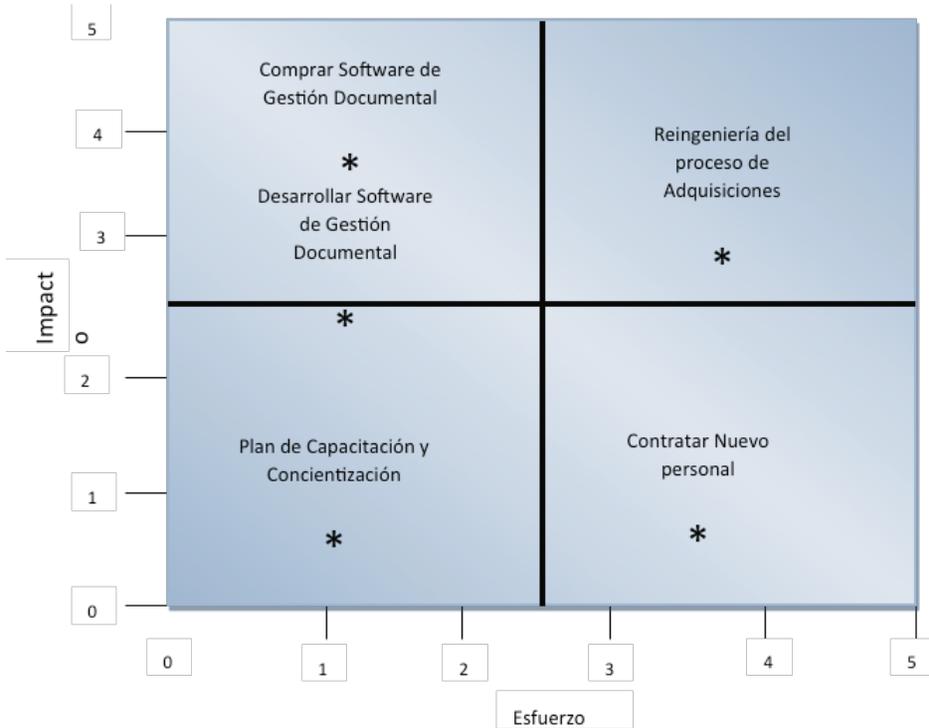


Figura 3. Matriz Impacto/Esfuerzo

Luego de un análisis riguroso con involucrados en el proceso de adquisiciones, se decidió ejecutar dos opciones de mejora, en función de su impacto a corto y largo plazo: a) Contratación de nuevo personal, y b) Desarrollar Software de gestión documental.

Finalmente, se diseñó un sistema de control para garantizar la estabilidad de ejecución de proceso principalmente en lo relacionado a la satisfacción de los requerimientos de clientes internos y externos. La herramienta utilizada para esta etapa incluye la ficha técnica del proceso.

La ficha técnica consiste en un registro que recoge todos los elementos que definen al proceso, junto con cualquier otra información relevante del mismo, enmarcando claramente su alcance, los agentes implicados, las actividades a realizar, etc. Esta ficha resulta de gran utilidad para documentar todo el proceso de una forma clara y ordenada. En esta herramienta se distinguen dos partes:

- El encabezado de la Ficha: Que recoge datos identificativos del proceso, como: título, código, versión (número de veces que el procedimiento ha sido modificado), , paginación,

fecha de la última revisión, responsable o propietario del proceso

- El detalle de la Ficha: Descripción exhaustiva del proceso, donde se describe de forma detallada los siguientes aspectos: objetivo, alcance o límites, normativa aplicable, descripción, flujograma, inventario de documentos y formatos, sistema de control (conjunto de indicadores que permiten medir el rendimiento del proceso)

## Conclusiones

Seis Sigma es una herramienta valiosa para el logro de los objetivos propuestos por una organización o para realizar una mejora continua dentro de los procesos que se realizan al interior de las mismas.

## Literatura citada:

Arias, L., Portilla, L., Castaño, J. 2008. Aplicación de Six Sigma en las organizaciones. *Scientia et Technica*. Vol XIV, No 38. Pp. 265-270.

Barbosa, A., Gracia, S., Dzul, L. 2013. Propuesta de metodología Lean Seis Sigma en empresas PyMEs: Un enfoque participativo con la academia. *Ridtec*. 9 (1). P. 10-20

Giménez, L. M. 2002. An introduction to six sigma. En Staphenurst, T. *Master Statistical Process Control*. Reino Unido, Elsevier, p.

A partir del análisis estadístico y matemático realizado al proceso de adquisiciones, se detectaron los problemas reales que están impactando en el desempeño del departamento de adquisiciones, especialmente en lo que se refiere al tiempo que demora ejecutar las diferentes actividades del proceso de adquisiciones. Por esta razón, con la ayuda de algunas herramientas propias del Seis Sigma, ha sido posible proponer alternativas de solución que ayudarán a mejorar al proceso de compra y con ello satisfacer a usuarios internos y externos del mismo. Por otro lado, al aplicar las mejoras propuestas, es posible reducir la alta variación en el proceso de adquisiciones, mejorando la capacidad del proceso, la satisfacción de los usuarios y en general su eficiencia.

421-425.

Forrest W. Breyfogle III. 2003. *Implementando Seis Sigma*, Wiley, p. 1090

Harry, M., & Schroeder, R. 1999. *Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. Doubleday, Random House.

Montgomery, D. (2013). *Statistical Quality Control. A Modern Introduction*. 7ma ed. New York: John Wiley and Sons, Inc., 752p.

Nakhai, B., Neves, J.S., 2009. *The challenges*

- of Six Sigma in improving service quality. *International Journal Quality Reliab. Management.* 25 (7), 663–684.
- Pande, P., Neuman R. P. & Cavanagh, R. 2004. “Las Claves Prácticas de Seis Sigma”, McGraw-Hill / Interamericana de España, España.
- Schroeder, R.G., Linderman, K., Liedtke, C., Choo, A.S., 2008. Six Sigma: definition and underlying theory. *Journal of Operations. Management.* 26 (4), 536–554.
- Sinha, K.K., Van de Ven, A.H., 2005. Designing work within and between organizations. *Organizational Sciences.* 16 (4), 389–408.
- Xingxing, Z., Lawrence, D. F., & Thomas, J. D., 2008. The evolving theory of quality management: The role of Six Sigma, *Journal of Operations Management*, 26, 630-650.