

# CAPÍTULO II

## METODOLOGÍA SEIS SIGMA

### 2.1. Introducción

Este capítulo describe las técnicas a aplicar para el desarrollo de este estudio. Seis Sigma es una metodología de calidad que utiliza herramientas estadísticas para mejorar los procesos de producción en cadena, reduciendo así el número de defectos y el tiempo de los ciclos.

Esta metodología se ha desarrollado por medio del proceso DMAIC<sup>1</sup>, el cual consta de cinco etapas Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, en cada una de ellas se detalla las herramientas a utilizarse y los resultados a obtener en la mismas.

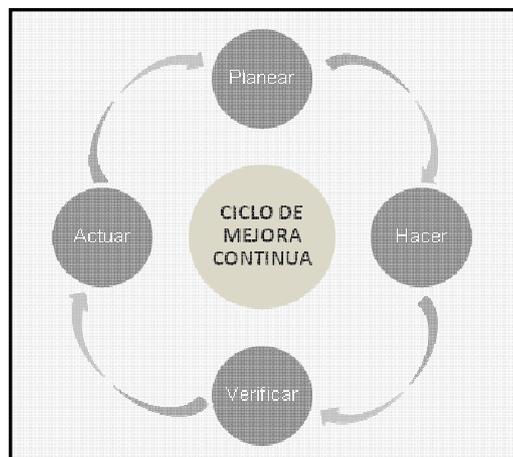
---

<sup>1</sup> DMAIC, por sus siglas en inglés Define, Measure, Analyze, Improve y Control

## 2.2. Metodología Seis Sigma [1]

La metodología Seis Sigma nace en los años 80, bajo la dirección del Ingeniero Mikel Harry en Motorota, quien propone hacer un estudio de la variación de los procesos productivos, basado en la teoría de Deming.

**Figura 2.1.**  
**"Ciclo Deming"**



*Fuente: The Deming Management Method,  
Elaborado por: O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.*

Seis Sigma, permite eliminar los errores, aumentar la satisfacción de los clientes y mejorar los procesos para obtener mejoras medibles en los resultados financieros.

Todas las empresas tratan de reducir sus errores, esto no es algo nuevo, en la actualidad la metodología Seis Sigma es una herramienta de gestión que involucra a todos los empleados para trabajar de forma sistemática en la consecución de la mejora apoyándose en técnicas estadísticas y en datos.

La metodología Seis Sigma se basa en un proceso de cinco fases, llamado DMAIC<sup>2</sup> (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), y en herramientas estadísticas que apoyan cada una de dichas fases. Sin entrar en demasiados detalles estadísticos, podemos decir que el nivel de calidad de un proceso se mide como el número de desviaciones típicas que caben desde el valor nominal hasta el límite de la tolerancia.

### **2.2.1. Definición Seis Sigma**

Seis Sigma, es una metodología revolucionaria de la calidad, que busca su proximidad más cercana a la perfección, es decir, 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO)<sup>3</sup>, para obtener la satisfacción plena de los clientes basándose en una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.

Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos

La variación de los procesos, en estadística está representada por la letra griega sigma (  $\sigma$  ), siendo el punto inicial el mejorar la calidad, por

---

<sup>2</sup> DMAIC, por sus siglas en inglés Define, Measure, Analyze, Improve y Control

<sup>4</sup> DPMO, Defectos por Millón de Oportunidades

lo que la meta trazada es llegar a 3,4 defectos por millón equivalente a alcanzar  $6\sigma$ .

En todo tipo de empresa, la reducción de los defectos equivale a reducir los costos de reproceso o pérdidas, mientras más volumen de producción mayor son los costos de no calidad.

**Tabla 2.1.**  
**"Nivel de Desempeño en Seis Sigma"**

<b>DPMO (DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES)</b>	<b>NIVEL EN SIGMA</b>
690000	1,0
308000	2,0
66800	3,0
6210	4,0
320	5,0
3,4	6,0

*Fuente: ¿Qué es Seis Sigma?, Peter S. Pande y Larry Holpp  
Elaborado por: O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.*

Tal como se puede apreciar en la tabla 2.1, a medida que el nivel de sigma se incrementa, los defectos o errores por millón de oportunidades van decreciendo.

El alcanzar la perfección, equivale a cumplir al 100% las especificaciones técnicas y contractuales con el cliente, lo cual en la vida cotidiana es complicado de lograr, en especial considerando que existen muchos factores que influyen en el producto o servicio resultante.

Esta metodología utiliza el proceso DMAIC<sup>4</sup> como una de sus principales herramienta. Es un sistema de mejora para los procesos existentes que quedan por debajo de la especificación y que buscan una mejora incremental que facilita el camino a Seis Sigma.

### **2.2.2. Actores de Seis Sigma [2]**

Para una implementación de mejora en una empresa, es necesario contar con el apoyo de la Dirección, que debe estar convencida de las ventajas del proyecto a ejecutarse indistintamente de la metodología a aplicar y así debe transmitirlo al resto de las personas involucradas directa o indirectamente, proporcionando los medios adecuados para su puesta en marcha.

Una de las ventajas que caracteriza a Seis Sigma, es que se crea una infraestructura de personas con formación específica dentro de la organización que lideran, despliegan y llevan a cabo las iniciativas de mejora.

Esta infraestructura de personas está compuesta por:

- **Champion:** Responsable en la selección del proyecto y de su éxito. Encargado de monitorear el proyecto y facilitar los

---

<sup>4</sup> DMAIC, por sus siglas en inglés Define, Measure, Analyze, Improve y Control

recursos necesarios para el desarrollo de las actividades de los Black Belts.

- **Black Belt:** Líder del proyecto desde el punto de vista técnico, conocedor de la metodología y la despliega dentro de la organización.
  
- **Green Belt:** La formación es similar a la del Black Belt y están capacitados para liderar proyectos pequeños, son monitoreados por los Black Belts o los Master Black Belts.
  
- **Master Black Belt:** Experto en la metodología y con experiencia en su implementación, puede ser una persona perteneciente a la organización o externa a ella. Dan soporte a los Black Belts y a los Green Belts.  
  
Lideran programas de mejora dentro de la organización y son los encargados de formar al personal de la empresa.  
  
Suelen ser los interlocutores naturales de la alta dirección para temas relacionados con la implantación de Seis Sigma.
  
- **Equipo de trabajo:** Pueden ser multidisciplinares, compuestos de entre 4 a 8 personas involucradas en alguna actividad del proceso.

Es bueno que los miembros del equipo de trabajo sean voluntarios para asegurar su compromiso.

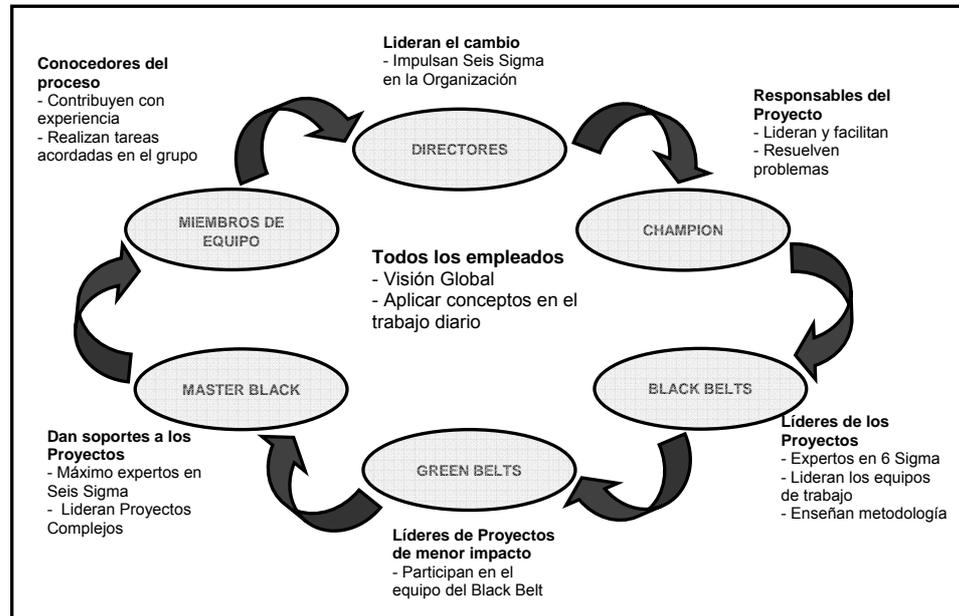
El Champion y el Black Belt son los encargados de seleccionar el equipo de trabajo.

Así mismo, un programa Seis Sigma requiere además del apoyo decidido de la Dirección en la organización.

Para llevar a cabo el trabajo se establece una sistemática de reuniones lideradas por el Black Belt en las que se validan las acciones, se analizan resultados y se toman decisiones encaminadas a la consecución del objetivo del proyecto de mejora.

La figura 2.2., describe en una manera breve los roles de los actores que participan de manera directa en el desarrollo de la metodología Seis Sigma.

**Figura 2.2.**  
**“Roles en Seis Sigma”**



Fuente: Manual de Innovación para pymes. Metodología Seis Sigma de Mejora de Procesos  
Elaborado por: O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.

### 2.2.3. Descripción del proceso DMAIC [4]

DMAIC<sup>5</sup>, está compuesto de cinco etapas las cuales se desarrollan en forma estructurada aplicando herramientas gráficas y estadísticas en cada fase. Las fases se aplican en forma sistemática, es decir, que no se puede avanzar de fase hasta que no se han completado las tareas de la fase anterior.

<sup>5</sup> DMAIC, por sus siglas en inglés Define, Measure, Analyze, Improve y Control

### 2.2.3.1. Etapa de Definición

Es la primera fase del proceso DMAIC, fundamental para asegurar el éxito de un proyecto Seis Sigma.

Definir, se centra en determinar el alcance del problema, pero es muy importante antes de iniciar cualquier proyecto hacer una selección correcta de los problemas empresariales susceptibles a ser abordados por medio de esta metodología.

Se debe de considerar al seleccionar el proyecto en el cual se va a aplicar Seis Sigma que tengan impacto en los clientes, ahorros que sean cuantificables y sensibles, que sean razonablemente sencillos en su ejecución y no requieran inversiones elevadas.

Además, deberían cumplir con las siguientes características:

- **Abordar problemas importantes:** Se debe enfocar en los problemas que sean relevantes para la organización, es decir, aquellos problemas que son críticos.
  
- **Problemas medibles:** Es imprescindible contar con información sobre el proceso, además que se disponga de

datos confiales; caso contrario los resultados no aportan información para la toma de decisiones.

- **Tamaño abordable:** El proyecto debe ser abordable y concreto, con un tamaño adecuado que permita ser desarrollado con un pequeño equipo.
  
- **Resultados cuantificables:** Los resultados que se obtengan deben ser medibles, cuantificables y con un impacto importante en la organización.

Una de las principales tareas y actividades que se debe desarrollar en esta etapa, es la ficha del proyecto. Donde se detallan los aspectos que describen el problema; el cual nos va a servir como guía a lo largo del desarrollo del proyecto.

Los principales componentes de la ficha de proyecto se describen a continuación:

- **Alcance:** Se deben especificar de forma clara los puntos que se establecen como límites de comienzo y final del proyecto, las actividades/productos incluidos y las áreas

afectadas. Es de gran utilidad especificar qué es lo que no entra en el proyecto.

- **Indicadores clave:** Es el indicador de rendimiento del proceso (KPI)<sup>6</sup>, es la métrica de referencia que permite conocer en cada momento el estado del proceso correspondiente. Sobre este indicador se pondrán los objetivos del proyecto. Suelen definirse uno o dos máximo, si se encuentran más indicadores para el proceso, éstos no son indicadores clave sino indicadores secundarios derivados de los anteriores.
  
- **Objetivos:** Lo recomendable es fijar un objetivo cuantificable para los indicadores clave del proceso, estos objetivos deben ser específicos, medibles, realistas y alcanzables.
  
- **Beneficios esperados:** Es prematuro aventurar en esta etapa definir los beneficios a obtenerse mediante los objetivos establecidos en el proyecto, es muy recomendable que se tenga una primera aproximación, al

---

<sup>6</sup> KPI, por sus siglas en inglés Key, Performance, Indicators (Indicadores Claves de Desempeño)

menos en orden de magnitud, de los beneficios tangibles que se esperan conseguir.

- **Equipo de Trabajo:** El equipo de trabajo debe ser cuidadosamente seleccionado y adecuado a las necesidades particulares del proyecto.

Las personas seleccionadas serán personas conocedoras e implicadas en el proceso, se constituyen en uno de los pilares de la metodología.

- **Planificación del proyecto:** El proyecto debe ser planificado en todas sus etapas contando con un cronograma de actividades.

La Ficha de Proyecto es un documento que se puede ir modificando a lo largo de la vida del proyecto, ya que suele ser habitual que en función de los datos obtenidos o los resultados se realice cambios, como replantear los objetivos y/o beneficios económicos esperados.

El Mapa del Proceso, es otra de las herramientas utilizadas frecuentemente en esta etapa para describir los pasos y

actividades del proceso, el mismo que nos da una visión realista de cómo se desarrolla el mismo.

Se estructura en torno a un diagrama de flujo que llamaremos **SIPOC**<sup>7</sup> (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas, Cliente); cada componente se desarrolla en forma sistemática el cual nos va a permitir identificar a las personas y departamentos involucrados en el proceso.

- **Suppliers (Proveedores):** Facilitan las entradas para desarrollar el proceso.
- **Inputs (Entradas):** Entradas del proceso.
- **Process (Procesos):** Es el conjunto de actividades que transforman una o más entradas en salidas que aportan valor a la Organización.
- **Output (Salida):** Son los productos o servicios que son entregados a los clientes.

---

<sup>7</sup> SIPOC, por sus siglas en inglés Suppliers, Inputs, Process, Output y Client

- **Client (Clientes):** Entes internos o externos y organizaciones que reciben la salida.

Es muy importante plasmar el flujograma de forma sencilla y clara e identificar los pasos y actividades tal y como son en la realidad, lo cual permite identificar las actividades que no agregan valor y facilita la detección de oportunidades de mejora.

En la tabla 2.2 se detalla las tareas, objetivos y resultados que se deben obtener en esta etapa.

**Tabla 2.2.**  
**“Resumen de la Etapa de Definición del Proceso DMAIC”**

<b>DEFINIR</b>			
<b>QUE SE REALIZA</b>	<b>ACTIVIDADES PRINCIPALES</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Se define el proceso en forma detallada, se identifica las características críticas y se crea el equipo de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de las voces del cliente, del entorno y del negocio.</li> <li>- Se identifican los pasos y actividades del proceso de alto nivel.</li> <li>- Se definen indicadores claves (KPIs)</li> <li>- Se crea el Equipo de Trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de Esfuerzo / Impacto.</li> <li>- Diagrama de Árbol (detección de las CTQs).</li> <li>- Selección de los actores de Seis Sigma</li> <li>-Matriz SIPOC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ficha de Proyecto: Alcance, Objetivos, Indicadores, Beneficios Esperados y Planificación del Proyecto.</li> <li>- Mapa del proceso de alto nivel.</li> </ul>

Fuente: Mejoramiento de los procesos de negocios con la metodología Seis Sigma y Lean Manufacturing  
Elaborado por: O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.

### **2.2.3.2. Etapa de Medición**

Trata de describir el problema, por tanto, se deben determinar cuáles son las características críticas que definen el proceso, medirlas y encontrar las posibles causas que influyen en las características del proyecto.

Se definen variables críticas del proceso, Y que es la variable de salida del proceso (dependiente) y X's que son las variables de entrada (independientes) de las que depende la variable de salida.

El Black Belt en esta etapa obtiene toda la información del proceso, que le permitirá desarrollar alguna teoría acerca del funcionamiento del mismo y empezar a encontrar relaciones causa - efecto que le permitan descubrir cuáles son las causas raíces del problema.

Para obtener el rendimiento del proceso y la capacidad, es necesario haber definido los indicadores claves del proceso (KPI)<sup>8</sup> como su unidad de medida y su método de medición.

En general, en los proyectos de Seis Sigma la métrica más utilizadas son defecto, unidad y oportunidad de defecto.

---

<sup>8</sup> KPI, por sus siglas en inglés Key, Performance, Indicators (Indicadores Claves de Desempeño)

Cabe indicar que en Seis Sigma un defecto es cualquier característica del producto o servicio que no cumpla los requerimientos del cliente.

Se recomienda utilizar unidades relativas como porcentajes para la medición de defectos, para una mejor representación del nivel de rendimiento del proceso.

En la tabla 2.3, se detalla las actividades, herramientas y resultados a desarrollarse en esta fase del ciclo DMAIC<sup>9</sup>.

**Tabla 2.3.**  
**“Resumen de la Etapa de Medición del Proceso DMAIC”**

<b>MEDIR</b>			
<b>QUE SE REALIZA</b>	<b>ACTIVIDADES PRINCIPALES</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Seleccionar las características críticas de calidad (X's y Y's) del proceso.  Se lleva a cabo la recogida de datos.  Se determina la capacidad del proceso .	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de los indicadores principales del proceso (KPIs).</li> <li>- Detección de las causas de variación del proceso.</li> <li>- Elaboración del plan de recogida de datos.</li> <li>- Evaluación del sistema de medida</li> <li>-Recoger los datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagrama causa - efecto.</li> <li>-Función de despliegue de la calidad (QFD) .</li> <li>- Análisis de las mediciones del sistema (MSA).</li> <li>- AMFE.</li> <li>-Técnicas de muestreo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características críticas de calidad del proceso.</li> <li>- Relación de causas de variación del proceso.</li> <li>-Datos de los indicadores principales (KPIs).</li> <li>- Datos de las causas (Xs)</li> </ul>

*Fuente:* Mejoramiento de los procesos de negocios con la metodología Seis Sigma y Lean Manufacturing  
*Elaborado por:* O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.

<sup>9</sup> DMAIC, por sus siglas en inglés Define, Measure, Analyze, Improve y Control

### 2.2.3.3. Etapa de Análisis

Esta fase es de contenido técnico, el cual va a permitir la verificación de teorías o hipótesis sobre el funcionamiento del proceso; en la gran mayoría de veces se lo realiza por medio de herramientas estadísticas que es una de las fortalezas de esta metodología.

En esta etapa se puede afirmar y demostrar con datos, cuales son las causas vitales que afectan a la obtención del objetivo del proyecto.

Al identificarse en la fase de medición las características críticas del proceso (CTQ's)<sup>10</sup> y los indicadores principales del proceso (KPI)<sup>11</sup>, representados por la variable "Y" y las causas que influyen en su variación representadas por las variables independientes "X's", en esta fase hay que comenzar a conocer la relación  $y=f(x)$ , es decir, en función de que variables esta la variable de salida del proceso.

Existe una gran variedad de herramientas de las cuales se puede hacer uso para conocer la relación  $y=f(x)$ , como: herramientas gráficas sencillas (diagrama de Pareto, diagrama Causa-Efecto),

---

<sup>10</sup> CTQ, por sus siglas en inglés Critical To Quality

<sup>11</sup> KPI, por sus siglas en inglés Key, Performance, Indicators (Indicadores Claves de Desempeño)

contrastes de hipótesis, análisis de varianza (ANOVA), regresión simple, regresión múltiple, análisis de componentes principales, diseño de experimentos; las cuales van a permitir determinar de forma más rigurosa como se ven afectadas las variables de salida del proceso.

En esta etapa se debe determinar la capacidad actual del proceso, es decir, buscar el valor sigma. Es una de las funciones principales de esta fase, el cual mide el nivel de rendimiento del proceso para alcanzar los objetivos y expectativas asociadas al mismo.

Los datos obtenidos respecto a las unidades, defectos y el número total de oportunidades en la etapa anterior habrán de traducirse a defectos por millón de oportunidades (DPMO) y, de ahí, a través del análisis estadístico realizar una serie de transformaciones para detectar la capacidad del proceso, lo que nos lleva a conocer el nivel sigma del proceso.

Dado que ésta metodología mide los resultados del proceso, es esencial medir si el proceso tiene o no la capacidad para generar los resultados deseados, de lo cual es necesario conocer la Capacidad del proceso (**Cp**).

La capacidad del proceso (**Cp**) no es más que conocer si el proceso puede o no lograr el objetivo deseado, para lo cual se aplican herramientas estadísticas para conocer el nivel de rendimiento del mismo.

La capacidad del proceso se define como:

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

donde,

LSE: Es el límite superior de especificación

LIE: Es el límite inferior de especificación

$\sigma$  : Desviación típica del proceso

Esto quiere indicar “cuántas veces cabe la variación del proceso en el intervalo de las especificaciones”, cuando caben más de seis sigmas, más pequeño en la cantidad de defectos por millón de oportunidades (DPMO).

La tabla 2.4., se describe los diferentes casos que se pueden presentar el índice de capacidad con su respectiva fórmula para su cálculo.

**Tabla 2.4.**  
**“Fórmulas para el cálculo de la Capacidad el Proceso”**

INDICE	USO	DEFINICIÓN	FÓRMULA
Cp	El proceso está centrado en los límites de especificación.	Es la distancia entre los límites de especificación y la amplitud natural.	$\frac{LSE - LIE}{6\sigma}$
Cpk	El proceso no está centrado en los límites de especificación, pero está contenido en ellos.	Es el cociente entre la amplitud permitida y la amplitud natural, teniendo en cuenta la medida del proceso respecto al punto medio de ambos límites de especificación.	$\text{Min} \frac{(LSE - \mu)/3\sigma}{(\mu - LIE)/3\sigma}$
CPS	El proceso sólo tiene un límite de especificación superior.		$\frac{LSE - \mu}{3\sigma}$
CPI	El proceso sólo tiene un límite de especificación inferior.		$\frac{(\mu - LIE)}{3\sigma}$

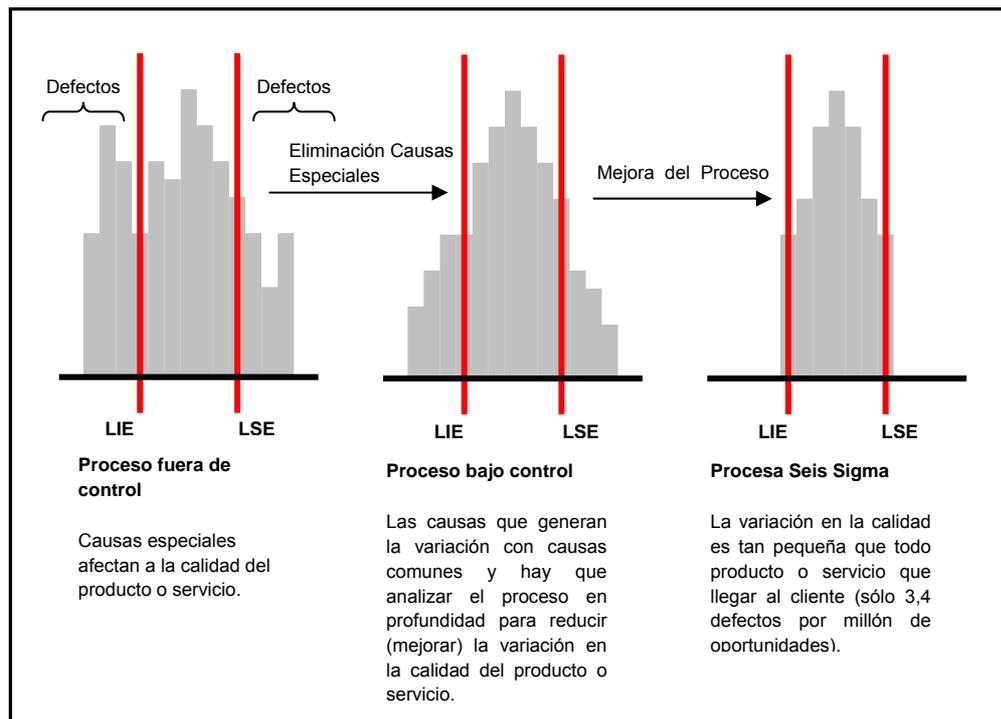
Fuente: ¿Qué es Seis Sigma?, Peter S. Pande y Larry Holpp  
 Elaborado por: O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.

Cuando la capacidad potencial del proceso  $C_p \geq 1$ , significa que el proceso es capaz, es decir que el producto o servicio cumple con las especificaciones sin correr el riesgo de que hayan defectos que sobrepasen el 3%, caso contrario el proceso no es capaz.

La capacidad actual del proceso  $C_{pk}$ , mide el desfase que existe desde el punto medio de los límites superior e inferior en relación con la media, ya que si el proceso está descentrado significa que hay mayor posibilidad de que se generen mayor cantidad de productos defectuosos, solo cuando el  $C_p = C_{pk}$  podemos decir que el proceso está centrado.

En la figura 2.3., se puede apreciar paso a paso el modelamiento a un proceso Seis Sigma.

**Figura 2.3.**  
**“Estado de los Procesos en Seis Sigma”**



Fuente: *¿Qué es Seis Sigma?*, Peter S. Pande y Larry Holpp  
Elaborado por: O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.

La metodología Seis Sigma, tiene la capacidad de obtener mejoras en un proceso dado, lo cual es traducido a beneficios económicos para la empresa.

Es precisamente que en esta fase, el Black Belt con la ayuda de su equipo de trabajo debe cuantificar el beneficio económico del proyecto.

La tabla 2.5., se resume las actividades principales, herramientas y resultados a obtener en esta etapa de análisis.

**Tabla 2.5.**  
**“Resumen de la Etapa de Análisis del Proceso DMAIC”**

ANALIZAR			
QUE SE REALIZA	ACTIVIDADES PRINCIPALES	HERRAMIENTAS	RESULTADOS
Se determina las causas vitales de variación del proceso y se identifican las oportunidades de mejora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterizar los datos (estimaciones estadísticas).</li> <li>- Analizar la capacidad del proceso.</li> <li>- Selección de las pocas causas vitales de variación del proceso.</li> <li>- Identificar las oportunidades de mejora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas gráficas de tratamiento de datos.</li> <li>- Diagrama Causa - Efecto.</li> <li>- Histograma</li> <li>- Diagrama de Pareto.</li> <li>- Diagrama de Dispersión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sigma del proceso.</li> <li>- Cuantificación de los beneficios económicos del proyecto.</li> <li>- Causas vitales del problema.</li> </ul>

*Fuente:* Mejoramiento de los procesos de negocios con la metodología Seis Sigma y Lean Manufacturing  
*Elaborado por:* O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.

#### 2.2.3.4. Etapa de Mejora

Es preciso seleccionar la más apropiada de las diferentes oportunidades de mejora, considerando los posibles riesgos y la incidencia que pudieran tener en otras áreas de la organización, en los clientes, y en general, en la estrategia de la empresa.

No es una tarea sencilla la elección de las posibles soluciones, las cuales deben optimizar las salidas del proceso y reducir sus defectos a costos razonables y minimizando cualquier riesgo que

se pueda inducir en los grupos de interés que giran alrededor del proceso.

El conjunto de soluciones serán sólidas y contrastadas, las cuales se deben plasmar en un Plan de Implantación de Mejoras, el mismo que se implantará en los plazos previos que marque la organización.

Además se realiza un análisis coste beneficio de las soluciones de forma que éstas puedan ser una ayuda a la toma de decisiones de la Dirección para implantar las soluciones. Es recomendable hacer una prueba piloto antes de ser implantadas las mejoras para determinar el alcance de las mismas.

**Tabla 2.6.**  
**“Resumen de la Etapa de Mejora del Proceso DMAIC”**

<b>MEJORAR</b>			
<b>QUE SE REALIZA</b>	<b>ACTIVIDADES PRINCIPALES</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
<p>Se lleva a cabo la generación de soluciones y validación de las mismas.</p> <p>Se implantan las mejoras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de soluciones.</li> <li>- Evaluación de riesgos.</li> <li>- Prueba de soluciones.</li> <li>- Análisis Coste – Beneficios.</li> <li>- Plan de implantación de mejoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de Experimentos.</li> <li>-Lean Manufacturing</li> <li>- Modelos de simulación</li> <li>- Valoración de riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de implantación de mejoras.</li> <li>- Implantación de mejoras.</li> </ul>

*Fuente:* Mejoramiento de los procesos de negocios con la metodología Seis Sigma y Lean Manufacturing  
*Elaborado por:* O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.

### **2.2.3.5. Etapa de Control**

En la fase Controlar se debe asegurar que todas las soluciones diseñadas e implantadas en la fase Mejorar, quedan controladas. No son pocos los procesos que pasado un cierto tiempo, repuntan en su comportamiento anómalo y vuelven a sufrir pérdidas de regularidad.

En este sentido, la metodología Seis Sigma impone unos controles para asegurar una monitorización permanente sobre los procesos con el fin de mantener las ganancias conseguidas.

Dado que siempre van a existir variaciones en el proceso, el control debe consistir básicamente en establecer límites aceptables entre los cuales se debe mover el proceso para tener una idea precisa de su comportamiento a lo largo del tiempo.

En el caso que el proceso exceda dichos límites hay que diferenciar si dicha variación se deba a causas ajenas al proceso o es una derivación natural de su comportamiento; para ello se debe utilizar la técnica de Control Estadístico de Procesos (CEP), que permitirá realizar un seguimiento de su evolución en el tiempo.

Esta técnica se basa en gráficos de control que comparan en cada momento el valor del proceso con respecto a sus límites de control.

Es importantes establecer controles sobre las causas vitales del proceso, además de las salidas del mismo, adicionalmente se debe incluir un conjunto de instrucciones documentadas que permitan a las personas a reaccionar ante posibles alarmas.

Implantado los cambios de mejora en forma perdurable, el siguiente paso es una validación final de los beneficios generados por el proyecto, el cual lo debe realizar una persona o entidad que coordina las actividades económicas y se lo debe hacer cuando el proyecto ha implantado su plan de control y se puede dar por finalizada su ejecución. Por último, se procederá al cierre del proyecto.

Las empresas que tienen implantada la metodología Seis Sigma como herramienta de trabajo, generalmente al finalizar un proyecto que ha alcanzado sus objetivos de alguna manera al equipo de trabajo le dan un reconocimiento, el cual contribuye a la motivación del personal.

En la tabla 2.7., se resumen la etapa de control detallando los resultados a obtener.

**Tabla 2.7.**  
**“Resumen de la Etapa de Control del Proceso DMAIC”**

<b>CONTROLAR</b>			
<b>QUE SE REALIZA</b>	<b>ACTIVIDADES PRINCIPALES</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Se ponen en marcha las actividades necesarias para asegurar que las soluciones implantadas perduren en el tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño del plan de control.</li> <li>- Implantación del plan de control.</li> <li>- Evaluar la nueva capacidad del proceso.</li> <li>- Validación de beneficios.</li> <li>- Cierre del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control estadístico de proceso.</li> <li>- Gráficas de control.</li> <li>- Análisis de riesgos.</li> <li>- Estudios de capacidad.</li> <li>- Gestión de proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de control.</li> <li>- Instrucciones del proceso.</li> <li>- Evaluación final de beneficios.</li> <li>- Cierre del proyecto.</li> </ul>

*Fuente: Mejoramiento de los procesos de negocios con la metodología Seis Sigma y Lean Manufacturing  
Elaborado por: O. Franco, J. Hernández, A. Méndez.*

En resumen, Seis Sigma es una estrategia gerencial que nos permite tener un desempeño libre de errores. Esta metodología es aplicable tanto en producción como a nivel gerencial, ya que se considera que no hay razones industriales para tener diferentes estándares de satisfacción en este sentido.