

METODOLOGÍA SIX-SIGMA: CALIDAD INDUSTRIAL.

Ing. Gustavo López¹

¹ Investigador del Instituto de Ingeniería-UABC; glopez@iing.mx; [uabc.mx](http://www.uabc.mx)

La elaboración de los productos en el área industrial involucra principalmente tres etapas: la entrada (personal, material, equipo, políticas, procedimientos, métodos y el medio ambiente), realización del producto o servicio (proceso) y la salida (brindar un servicio y/o elaboración de un producto). En dichas etapas se comenten errores que afectan la calidad del producto y/o servicio. Todos los días un defecto es creado durante un proceso (etapa), esto toma un tiempo adicional para la prueba, análisis y reparación. Estas actividades no adicionales requieren espacio, equipo, materiales y gente. Existen metodologías que ayudan a la prevención de errores en los procesos industriales, siendo una de ellas la Six-Sigma (6σ), que es una metodología de calidad de clase mundial (iniciada por Motorola en 1986¹) aplicada para ofrecer un mejor producto o servicio, más rápido y al costo más bajo. La Sigma (σ) es una letra tomada del alfabeto griego utilizado en estadística como una medida de variación². La metodología 6σ se basa en la curva de la distribución normal (para conocer el nivel de variación de cualquier actividad), que consiste en elaborar una serie de pasos para el control de calidad y optimización de procesos industriales. En los procesos industriales se presenta el costo de baja calidad, ocasionado por:

- a) **Fallas internas**, de los productos defectuosos; retrabajo y problemas en el control de materiales.
- b) **Fallas externas**, de productos regresados; garantías y penalizaciones.

- c) **Evaluaciones del producto**, debido a inspección del proceso y producto; utilización, mantenimiento y calibración de equipos de medición de los procesos y productos; auditorías de calidad y soporte de laboratorios.
- d) **Prevención de fallas**, debido al diseño del producto, pruebas de campo, capacitación a trabajadores y mejora de la calidad.

Debido a esto, se decide aplicar la metodología 6σ en los procesos industriales para prevenir el costo de baja calidad y con ello tener procesos, productos y servicios eficientes³. Al aplicar la Six-Sigma en el análisis de procesos industriales se pueden detectar rápidamente problemas en producción como cuellos de botella, productos defectuosos, pérdidas de tiempo y etapas críticas, es por esto que es de gran importancia esta metodología. A nivel mundial, la mayoría de los países industrializados aplican la metodología Six-Sigma, entre ellos esta México que cuenta con una gran cantidad de empresas extranjeras y nacionales principalmente en la frontera con los Estados Unidos. En el estado de Baja California están instaladas algunas compañías (principalmente de productos electrónicos), que aplican la metodología Six-Sigma y los resultados indican avances en la calidad de los procesos. Las dos ciudades principales del estado son Mexicali y Tijuana, en donde en Mexicali se tienen cerca de 182 indsutrias maquiladoras (AMAQ,1999)⁴. Las visitas elaboradas a las empresas dan a conocer que la calidad de los productos y servicios después de haber aplicado la metodología, es mucho mejor que antes de aplicarla, es por eso que las empresas que utilizan la Six-Sigma, son parte de las empresas reconocidas por su calidad de productos y servicios y las que no la aplican estan en proceso de utilizarla.

Un estudio elaborado en 1997 demostró que las mejores compañías en su clase tienen los niveles de calidad 6σ . Una compañía que no utiliza la metodología 6σ , gasta en promedio 10% de sus ganancias en reparaciones externas e internas, en cambio una compañía que aplica la metodología gasta en promedio 1% de sus ganancias en reparaciones externas e internas³. Para alcanzar Six-Sigma, se deben utilizar ciertos parámetros (control de calidad total, cero defectos, procedimientos de ISO-9000 (procedimientos a nivel mundial de calidad del producto, control estadístico de procesos y técnicas estadísticas)). La metodología del Six-Sigma permite hacer comparaciones entre negocios, productos, procesos y servicios similares o distintos. Proporciona herramientas para conocer el nivel de calidad de la empresa y al mismo tiempo provee dirección con respecto a los objetivos de crecimiento de la empresa.

La misión del 6σ es proporcionar la información adecuada para ayudar a la implementación de la máxima calidad del producto o servicio en cualquier actividad, así como crear la confianza y comunicación entre todos los participantes, debido a que la actividad del negocio parte de la información, las ideas y la experiencia, y esto ayuda a elevar la calidad y el manejo administrativo. El Six-Sigma es un programa que se define en dos niveles: operacional y gerencial. En el nivel operacional se utilizan herramientas estadísticas para elaborar la medición de variables de los procesos industriales con el fin de detectar los defectos (el 6σ tiene un rango de 3.4 defectos por cada millón. El nivel gerencial analiza los procesos utilizados por los empleados para aumentar la calidad de los productos, procesos y servicios.

COMPONENTES BÁSICOS PARA EL PROGRAMA DE CALIDAD SIX-SIGMA.

El proceso de la mejora del programa Six sigma, se elabora en base a una serie de pasos que se muestran a continuación:

1. Definir el producto y servicio.
2. Identificar los requisitos de los clientes.
3. Comparar los requisitos con los productos.
4. Describir el proceso.
5. Implementar el proceso.
6. Medir la calidad y producto.

Las medidas de calidad deben contener las siguientes características:

1. Los procesos de producción pueden utilizar el error de tolerancia.
2. Detectar los defectos por unidad (DPU).

HERRAMIENTAS DE MEJORA DE CALIDAD.

La metodología 6σ . utiliza herramientas estadísticas para mejorar la calidad. Estas herramientas son para conocer los problemas en el área de producción y saber el porque de los defectos. Las principales herramientas que se utilizan en el Six-Sigma son:

a) Diagrama de Flujo de Procesos; con el cual se conocen las etapas del proceso por medio de una secuencia de pasos, así como las etapas críticas (fig. 1).

b) Diagrama de Causa-Efecto; es utilizado como lluvia de ideas para detectar las causas y consecuencias de los problemas en el proceso (fig. 2).

c) Diagrama de Pareto; se aplica para identificar las causas principales de los problemas en proceso de mayor a menor y con ello reducir o eliminar de una en una (empezando con la mayor y despues con las posteriores o con la que sea mas accesible) (fig.3).

d) Histograma; con el cual se observan los datos (defectos y fallas) y se agrupan en forma gaussiana conteniendo los límites inferior y superior y una tendencia central (fig. 4).

e) Gráfica de Corrida; es utilizada para representar datos gráficamente con respecto a un tiempo, para detectar cambios significativos en el proceso (fig. 5).

f) Gráfica de control; se aplica para mantener el proceso de acuerdo a un valor medio y los límites superior e inferior (fig. 6).

g) Diagrama de Dispersión; con el cual se pueden relacionar dos variables y obtener un estimado usual del coeficiente de correlación (fig. 7).

h) Modelo de Regresión; es utilizado para generar un modelo de relación entre una respuesta y una variable de entrada (fig. 8).

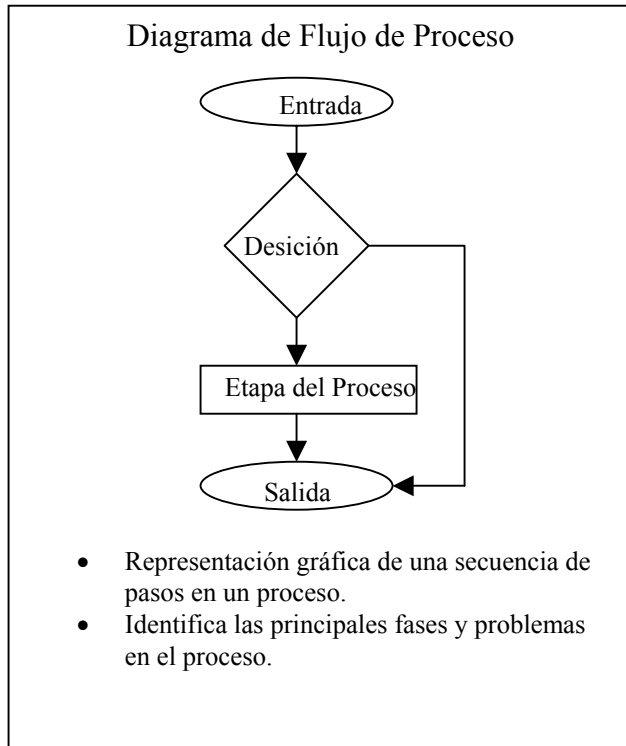


Figura 1. Diagrama de Flujo de Procesos.

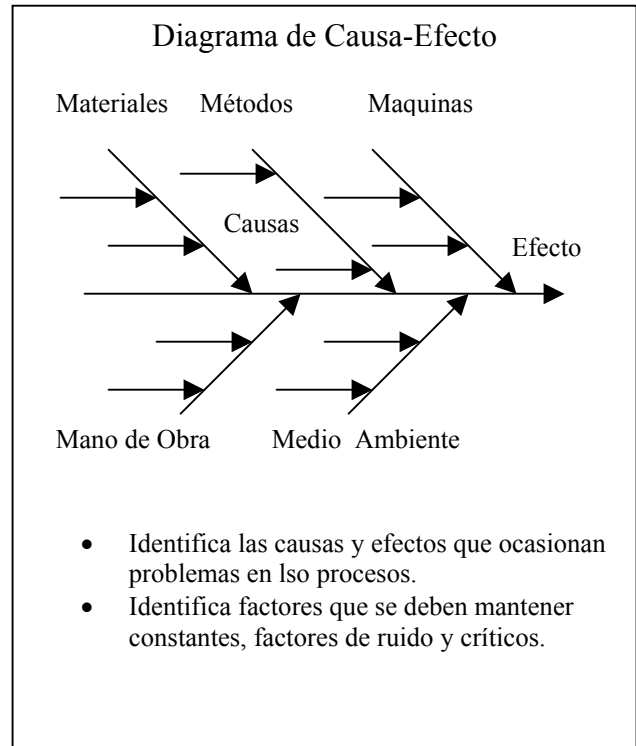


Figura 2. Diagrama de Causa-Efecto

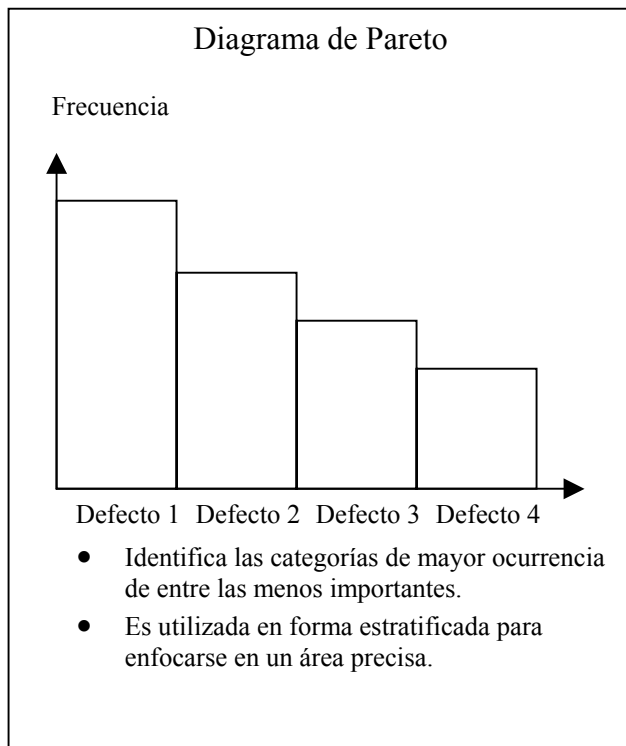


Figura 3. Diagrama de Pareto.

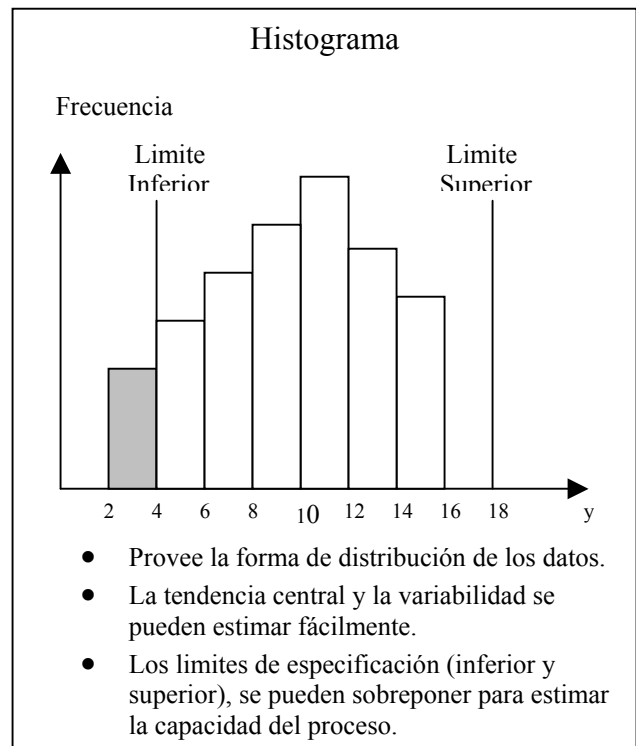


Figura 4. Histograma.
 neediciones JP&A - <http://www.mercadeo.com>

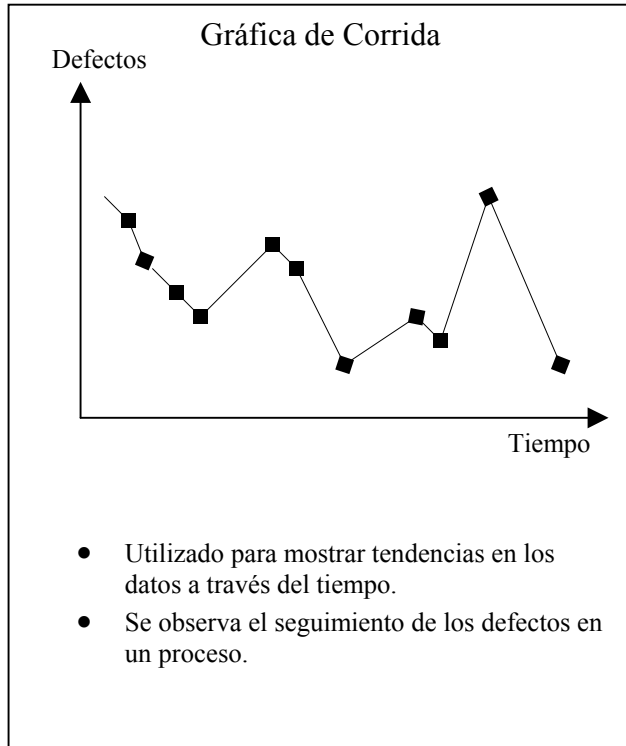


Figura 5. Gráfica de Corrida.

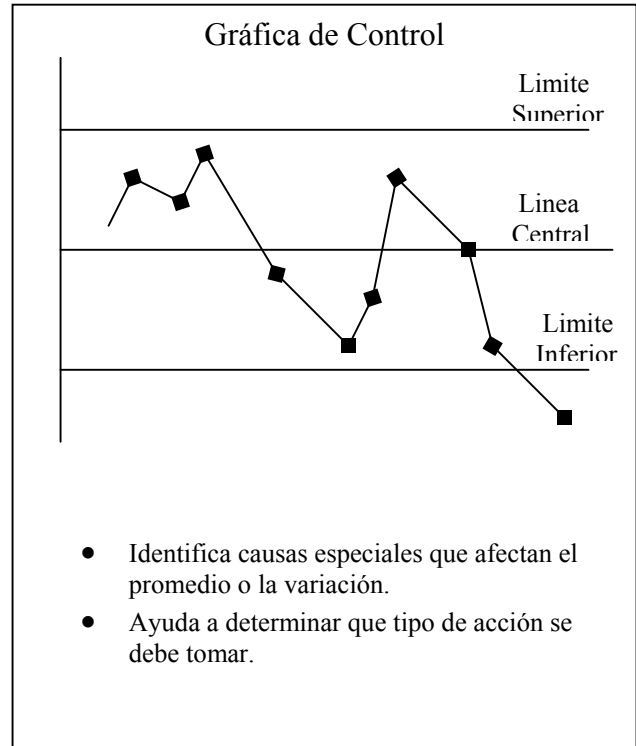
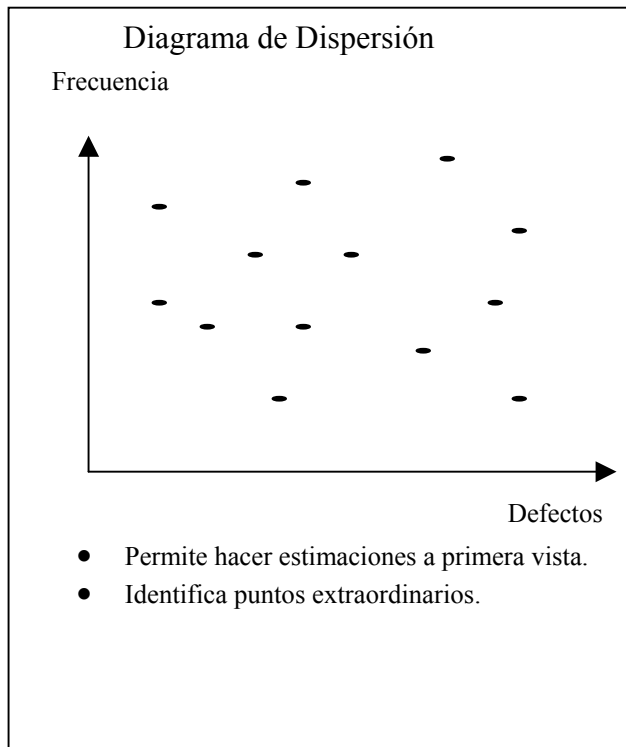


Figura 6. Gráfica de Control.



7 Figura 7. Diagrama de Dispersión.

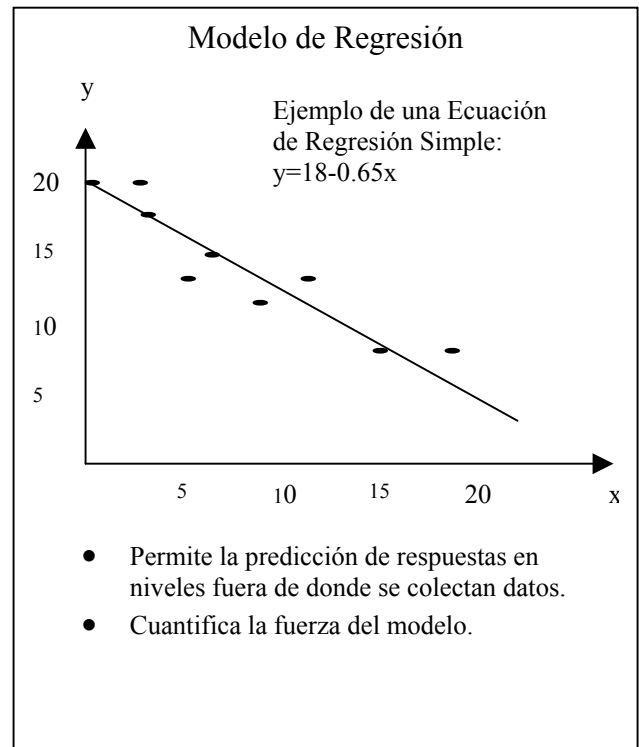


Figura 8. Modelo de Regresión.
neoeeditions JP&A - <http://www.mercadeo.com>

GRAFICA DE SIX SIGMA(O)

La grafica de Six-Sigma es utilizada para demostrar el nivel de defectos registrados durante el proceso de variación y la media que se obtiene. En la gráfica se muestra que el proceso de variación está situado en el lugar de la media, siendo el lugar donde el proceso estará cambiando en pequeña escala. El objetivo del 6σ es obtener la menor cantidad de defectos (3.4 partes por millón), esto es, casi es cero defectos. La media es el indicador que permite conocer el punto central del proceso de variación, que indica que en cero variación no se presenta alguna alteración del proceso. Este es el proceso que representa la calidad de cualquier actividad a realizar.

Los niveles de mejora del Six-Sigma, indican el porcentaje de error de un proceso. Los procesos son evaluados en base a criterios que se representan en niveles (Six-Sigma: desde el nivel 1σ al nivel 6σ), obteniéndose la distribución de datos y los porcentajes de error en la gráfica (figura 9). La mayor parte de los criterios de evaluación están estandarizados internacionalmente, sólo algunos se pueden modificar de acuerdo a la relación proveedor-cliente. El área bajo la curva indica los niveles y valores, con porcentajes de confiabilidad diferentes, que van desde 68.27 % (nivel 1) hasta 99.999943% (nivel 6). El área bajo la curva comprende el valor de la media de los datos y las desviaciones hacia la izquierda y derecha que dependen del nivel de confiabilidad (procesos de variación), donde están distribuidos los datos. Los niveles Six-Sigma están ubicados en

la parte derecha e izquierda de la media, indicando el rango de distribución de los datos y se analizan ambos lados de la gráfica.

La representación gráfica de la distribución normal de los datos es analizada y en base a ella se obtienen los resultados del proceso y tomar las decisiones adecuadas para las mejoras y contramejoras de dichos procesos.

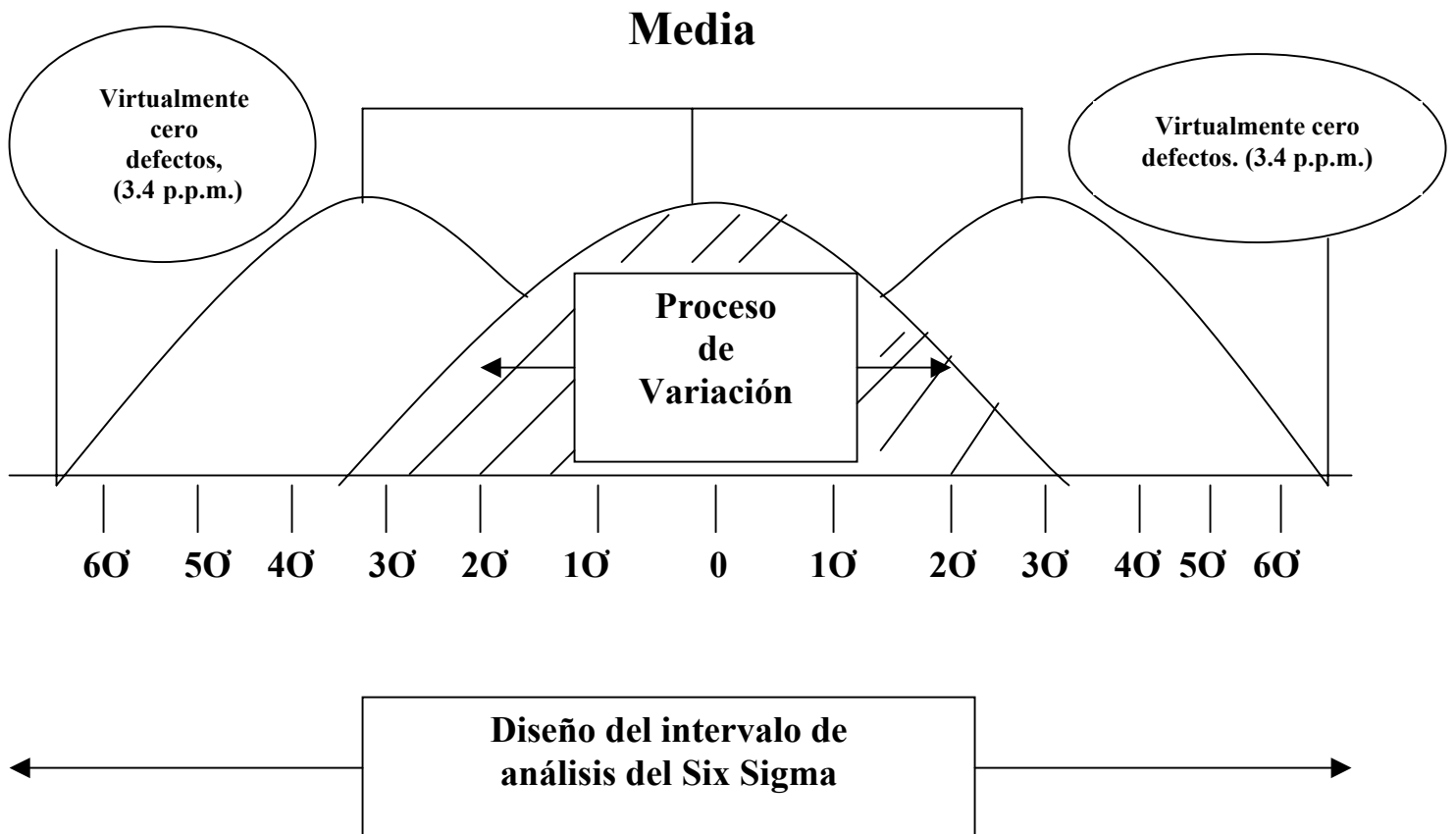


Figura 9. Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma.

ESTRATEGÍA DE MEJORA.

El programa de mejora es una etapa importante en la elaboración de un producto que permite obtener buena calidad. Este proceso se divide en cuatro etapas⁵:

Etapa1 (Medición). Consiste en seleccionar una o más características del producto: como lo son las variables dependientes que identifican el proceso, tomar las medidas necesarias y registrar los resultados del proceso en las“tarjetas de control”, estimando el corto y largo plazo de la capacidad del proceso en la elaboración del producto.

Etapa 2 (Análisis). Implica la clave de la ejecución de las medidas del producto. Un análisis de intervalo es tomado por lo regular para identificar los factores comunes y exitosos de la ejecución: los cuales explican las mejores formas de aplicación. En algunos casos es necesario rediseñar el producto y/o el proceso, en base a los resultados del análisis.

Etapa 3 (Mejora). Se identifican las características del proceso que se puedan mejorar. Una vez realizado esto, las características son diagnosticadas para conocer si las mejoras en el proceso son relevantes.

Etapa 4 (Control). Nos ayuda a asegurar que las condiciones del nuevo proceso estén documentadas y monitoreadas de manera estadística con los métodos de control del proceso.

En la metodología Six-Sigma se realiza la capacitación del personal con el fin de obtener una buena calidad. El entrenamiento provee a los candidatos con el conocimiento y características para guiar y dirigir la implementación de la metodología Six Sigma en su empresa. Las dos semanas del ciclo de entrenamiento son completados con cinco días de instrucciones en el salón de clases, seguidos por 30 días de aplicación en el trabajo⁶. Las personas encargadas de poner en practica el Six Sigma son clasificadas por su capacidad de analizar los procesos y se muestran a continuación:

Lider (Champion): Son líderes de la alta gerencia quienes sugieren y apoyan proyectos , ayudan a obtener recursos necesarios y eliminan los obstáculos que impiden el exito del proyecto. Incluye participación en revisión y aseguran que se desarrolle la metodologia Six Sigma.

Maestro de Cinta Negra (Master Black Belt) : Son expertos de tiempo completo, capacitados en las herramientas y tácticas de Six Sigma, son responsables del desarrollo e implantación de la estrategia de Six Sigma para el negocio.

Cinta Negra (Black Belt): Son líderes de equipos responsables de medir, analizar, mejorar y controlar procesos que afectan la satisfacción del cliente, la productividad y calidad, la duración de capacitación es aproximadamente seis semanas.

Cinta Verde (Green Belt): Son ayudantes de un cinta negra, su capacitación es de tres a cuatro semanas.

El departamento de Estadística de la Asociación de Maquiladoras en Mexicali⁴, menciona que algunas empresas, principalmente las de mayor tamaño y las más reconocidas, son las que utilizan esta metodología, sin tener algún listado de dichas empresas, debido a que son procesos internos, por lo cual se ha divulgado poca información. Se realizaron visitas a 20 empresas (Accuride, Aromat, Armomex, Ascotech, Calibaja, Central Video, Coca-Cola, Conexant, Controles de Mexicali, DOMEX(Daewoo-Orion-Mexicana), Empresas-BIMBO, Honeyweell-Allied Signal, Interiores Aereos, KENMEX (Kenworth Mexicana), KwaSung, LG-Electronics, Rockwell-EEMSA, Sony de Mexicali, Tecnomex y Wabash Technology). De esas compañías, doce utilizan la metodología Six-Sigma: Accuride, Ascotech, Central Video, Coca-Cola, Conexant, Controles de Mexicali, Empresas-BIMBO, Honeyweell-Allied Signal, KENMEX (Kenworth Mexicana), Rockwell-EEMSA, Sony de Mexicali y Tecnomex), sin exceptuar algunas pequeñas y medianas empresas que comienzan a estudiar la metodología para aplicarla a los procesos industriales, con el fin de mejorar la calidad de sus productos. No se tiene una información detallada del total de empresas maquiladoras en Mexicali, debido a que las compañías consideran que es información confidencial⁷.

CONCLUSIONES

La metodología Six-Sigma es aplicada a procesos industriales con el fin de obtener una buena calidad de los productos (bienes y servicios). La mayoría de las compañías a nivel mundial utilizan la metodología 6σ elaborando inspecciones visuales y electrónicas y aplicando las herramientas estadísticas, con las cuales se puede observar el comportamiento de los procesos.

Una vez observado el comportamiento del proceso, se procede a reducir al máximo los defectos en los productos o servicios, y lograr la plena satisfacción del cliente. Las empresas japonesas son un ejemplo en donde se aplica el Six Sigma, debido a que en los procesos de producción utilizan el sistema vendedor-cliente, en cada etapa del proceso y cada etapa es responsable de su actividad y debe entregar el producto con buena calidad (sin defectos). La aplicación del Six-Sigma en B.C., ha generado un avance en los sistemas de calidad y por lo tanto en los productos. Las empresas que se visitaron ascedieron rápidamente a la aplicación de la metodología y los resultados se han reflejado en poco tiempo, de acuerdo a las capacidades de las empresas y del personal que labora en ellas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estrategias de Manufactura aplicando la metodología Six-Sigma; Maya Hector, Rodriguez-Salazar Jesus, Rojas Julieta, Zazueta Guillermo; Editorial Oceánica; 1996.
2. Six Sigma. The breakthrough Management Strategy; Harry Mikel , Schoeder Richard; Mc Graw Hill Editorial; 2000.
3. The Introduction to Six-Sigma Methodology; Brown Steve, Morrinson George; Editorial Trillas; 1991.
4. Asociación de Maquiladoras de Mexicali (AMAQ), Información del Departamento de Estadística, 2001.
5. Six-Sigma Methodology applied to industrial process; Robertson David & Smith Hanniel; encontrado en: <http://www.industrialprocess.service.usa.com>; 2001.
6. Quality Management for industrial process; Andrew Charles, Jackson Steve, & Kittman Lawrence; encontrado en: <http://www.qualitymanagement.usa.edu>; 2001.
7. Entrevistas a personal de Gerencia e Ingeniería de las siguientes empresas: Accuride, Aromat, Armomex, Ascotech, Calibaja, Central Video, Coca-Cola, Conexant, Controles de Mexicali, DOMEX(Daewoo-Orion-Mexicana), Empresas-BIMBO, Honeyweell-Allied Signal, Interiores Aereos, KENMEX (Kenworth Mexicana), KwaSung, LG-Electronics, Rockwell-EEMSA, Sony de Mexicali, Tecnomex y Wabash Technology; 2001.