

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

La importancia del Seis Sigma en la gestión de calidad

Autor: José Osiris Tejeda Partida

**Tesis presentada para obtener el título de:
Ingeniería Industrial en Procesos y Servicios**

**Nombre del asesor:
Manuel Mendoza Contreras**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación "Dr. Silvio Zavala" que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo "Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada", se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN
PROCESOS Y SERVICIOS

LA IMPORTANCIA DEL SEIS SIGMA
EN LA GESTION DE CALIDAD

TESINA

Que para obtener el titulo de:
Ingeniero Industrial en Procesos y Servicios

Presenta:

JOSÉ OSIRIS TEJEDA PARTIDA

Asesor:

M.I. MANUEL MENDOZA CONTRERAS

No. de Acuerdo LIC000809

Clave 16PSU0050V

2005

D ZAVALA



T905

de 2005

20PT
15051=D
010P=7



**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN
PROCESOS Y SERVICIOS**

**LA IMPORTANCIA DEL SEIS SIGMA
EN LA GESTION DE CALIDAD**

TESINA
Que para obtener el titulo de:
Ingeniero Industrial en Procesos y Servicios

Presenta:

JOSÉ OSIRIS TEJEDA PARTIDA

Asesor:

M.I. MANUEL MENDOZA CONTRERAS

No. de Acuerdo LIC000809

Septiembre de 2005

Clave 16PSU0050V



AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Por que gracias a su esfuerzo y dedicación me han brindado las oportunidades que se ven reflejadas en uno de mis más grandes logros en la vida, la conclusión de mi formación profesional. Entregándome con esto la herencia más valiosa que alguien pueda recibir de sus padres la educación. Les agradezco también el nunca haberme dado la espalda cuando necesite de ellos en momentos difíciles, y cuando supieron alentarme y orientarme con sus consejos y cariño. Yo por mi parte prometo seguir siempre adelante, sabiendo que sin duda esto será la mejor muestra de agradecimiento que ellos puedan recibir.

Con cariño y admiración.

A mis compañeros:

Que mas que compañeros considero amigos, pues a lo largo de cuatro años y medio de convivencia, atravesamos por buenos y malos momentos, los buenos quedan en mi como lindos y gratos recuerdos, los momentos adversos quedan en mi como grandes enseñanzas. Agradezco a mis compañeros: Arnoldo, Abel, Marco, Bismarck, Pablo, Efraín, Yessica, Janie y Christian; el haber estado conmigo cuando necesite de cada uno de ellos en distintos momentos.

A mis hermanos:

Por su cariño y preocupación por mi bienestar a lo largo de mi vida, no solo de esta etapa de formación profesional. Por tolérame, comprenderme y apoyarme en las circunstancias adversas y por acompañarme en mi alegría al ir consiguiendo cada una de mis metas en la vida.

Con respeto y cariño.

A mis maestros:

Por que gracias a sus enseñanzas y experiencias plasmadas en cada una de sus clases logre comprender la responsabilidad que lleva consigo el Ingeniero Industrial, consolidando con ello el gusto por mi profesión. Y reconociendo en base a sus palabras una incesante necesidad de continuar con una preparación constante, que me permita desempeñarme de manera competitiva en el ámbito laboral.

Con admiración y respeto.

A la Universidad Vasco de Quiroga:

Considero también necesario hacer extensivo el agradecimiento a las personas que forman parte de la comunidad universitaria y que a lo largo de mi formación no solo profesional sino también personal, contribuyeron con su consejo y apoyo. Al ingeniero Manuel director de la carrera de Ingeniería Industrial, al padre Rafa del Departamento de Pastoral, al entrenador del equipo de baloncesto Héctor.

Con admiración y respeto.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I. ANTECEDENTES	2
CAPITULO II. LAS SIETE METAMORFOSIS PARA LLEGAR AL SEIS SIGMA	9
CAPITULO III. ¿QUE ES SEIS SIGMA?	11
III.I Los seis principios de Seis Sigma	15
III.II Los mitos del Seis Sigma	16
III.III Diferencias entre Seis Sigma y Calidad Tradicional	18
III.IV Costos de calidad en Seis Sigma	19
CAPITULO IV. COMO SE DETERMINA EL NIVEL DE SIGMA	22
IV.I Nivel de Sigma	24
CAPITULO V. METODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	26
CAPITULO VI. HERRAMIENTAS DE MEJORA DE PROCESOS DE SEIS SIGMA	31
VI.I Herramientas utilizadas en diseño	31
VI.II Herramientas utilizadas en producción	36
CAPITULO VII. EQUIPO DE MEJORA SEIS SIGMA	43
CAPITULO VIII. CINTURONES Y LIDERES	45

CAPITULO IX. ESTABLECIMIENTO DE	
TECNICAS QUE EVITEN ERRORES	49
CAPITULO X. ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN DE SEIS SIGMA	52
CONCLUSIÓN	55
ANEXOS CASOS DE APLICACIÓN DE SEIS SIGMA	
ANEXO I “SEIS SIGMA EN SUN MICROSYSTEMS. INC”	57
ANEXO II “EL ÉXITO DE SEIS SIGMA EN EMPRESAS ESPAÑOLAS”	63
ANEXO III “SEIS SIGMA EN MEXICO”	69
ANEXO IV “CALCULO DEL NIVEL DE SIGMA EN LA UVAQ,	
EN BASE A EL PORCENTAJE DE ASISTENCIA	
Y SU IMPLICACION ECONOMICA”	72
BIBLIOGRAFIA Y FUENTES	78

INTRODUCCIÓN

Seis Sigma, es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodologías y diseños robustos, que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón. Adicionalmente, otros efectos obtenidos son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costos, alta satisfacción de los clientes y más importante aún, efectos dramáticos en el desempeño financiero de la organización.

¿Quiénes utilizan Seis Sigma? Empresas comprometidas con la satisfacción del cliente en la entrega oportuna de productos y servicios, libres de defectos y a costos razonables. Algunos ejemplos: Motorola, Allied Signal, G.E., Polaroid, Sony, Lockheed, NASA, Black & Decker, Bombardier, Dupont, Toshiba, etc. Por ejemplo, Motorola entre 1987 y 1994 redujo su nivel de defectos por un factor de 200. Redujo sus costos de manufactura en 1,4 billones de dólares. Incrementó la productividad de sus empleados en un 126,0 % y cuadruplicó el valor de las ganancias de sus accionistas.

Seis Sigma no sólo es una metodología que aplique al mundo de la manufactura, esta metodología se puede aplicar a las áreas de inherentes a los servicios y esto hará que se ahorden costos y que se mejore la calidad de los servicios y se propicia la mejora continúa.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

En la década del ochenta Philip Crosby popularizó el concepto de Cero Defecto como orientación para el control de calidad. Este enfoque establece la meta de resultados que carezcan de errores al 100 por ciento. Crosby sostiene que si se establece un nivel "aceptable" de defectos, ello tiende a provocar que dicho nivel (o uno más alto) se conviertan en una profecía que se cumple; si los empleados saben que está "bien" trabajar dentro de un nivel determinado de errores, llegarán a considerar que ese nivel es la "norma". Es evidente que dicha "norma" está por debajo de lo óptimo. Crosby sostiene que a las personas se le establecían estándares de desempeño mucho más holgados en sus trabajos que lo que regían sus vidas personales. "Ellos esperaban hacer las cosas bien, cuando se trataba de sostener a un bebé, de pagar las facturas o de regresar temprano a la casa correcta. En cambio, en los negocios se les fijaban "niveles aceptables de calidad", márgenes de variación y desviaciones.

La idea de un "porcentaje de error aceptable" (a veces denominado un "nivel de calidad aceptable") es un curioso remanente de la era del "control" de calidad. En aquellos tiempos, se podían encontrar maneras de justificar estadísticamente las naturales fallas humanas, sosteniendo que nadie podía ser posiblemente perfecto. De modo que si el 100% es inalcanzable, ¿por qué no conformarse con el 99%, e incluso con el 95%? Entonces, si alcanzáramos el 96,642%, podríamos dar una fiesta y celebrar el hecho de haber superado los objetivos. La cuestión es que el 96,642% significa que de 100.000 transacciones efectuadas por un servicio, 3.358 resultarían desfavorables. Como las fallas de uno entre mil paracaidistas. Los clientes insatisfechos, aquellos que habrían estado fuera del porcentaje de transacciones perfectas, no regresarían jamás.

Ahora bien, Tom Parker, señala que: "cada día 67.000 norteamericanos pasan por un quirófano. Un porcentaje de éxitos quirúrgicos del 99% significaría que 66.330 personas saldrían de la anestesia sin otra dificultad que tratar de operar el control remoto del aparato de televisión del hospital. Pero ¿qué sucedería con los pocos desafortunados que no entraran dentro de la categoría del "error aceptable"? Cada día, 670 de nuestros amigos, vecinos, parientes y seres queridos experimentarían complicaciones, o morirían, como resultado de los fracasos quirúrgicos aceptables" Así pues un rendimiento del 99% sería un alto promedio, pero no muy admirable como porcentaje de éxitos quirúrgicos.

¿Qué pasaría si nos apartáramos de esa norma de calidad y estableciéramos una ambiciosa meta del 99,9%? ¿Sería aceptable? En un informe especial sobre calidad, publicado en 1991 en la revista Training, Natalie Gabel aplicó esa norma a una serie de actividades. Las cifras que obtuvo fueron sorprendentes. Si el 99,9% fuera la verdadera norma de rendimiento alcanzada en algunas actividades corrientes: (datos correspondientes a USA)

- Las guarderías de hospitales entregarían 12 bebés por día a padres que no corresponden.
- Las instituciones financieras descontarían 22.000 cheques de cuentas bancarias equivocadas....cada 60 minutos.
- Los servicios de telecomunicaciones transmitirían 1.314 llamadas erróneas cada 60 minutos.
- Los productores cinematográficos utilizarían 811.000 rollos de películas defectuosos para filmar escenas.

En los siguientes 12 meses:

- Se fabricarían 268.500 neumáticos defectuosos
- Se procesarían incorrectamente 103.260 impuestos defectuosos sobre los réditos.
- 5.517.200 cajones de gaseosas contendrían bebidas sin efervescencia.
- Se emitirían 20.000 recetas medicinales incorrectas.
- Se gastarían 761.900 dólares en cintas magnetofónicas y discos compactos que no se podrían reproducir.

Por suerte las cosas funcionan mejor de lo previsto, así los informes reales muestran que de los 67.000 pacientes quirúrgicos diarios, antes citados, solamente 25 no lograrían salir del trance en la actualidad. Esto significa un 0,000037, o sea, un 0,037%, lo que equivale a un promedio de éxito del 99,963% (15 veces mejor que la norma del 99,9%). En el caso de las aerolíneas, si se consideran los accidentes como defectos, su nivel actual sería de 6,5 Sigma. Pero en el manejo del equipaje, el nivel es apenas del 3,5 Sigma.

Han hecho falta dramas patentes y una triple presión externa para convencer a la administración acerca de la necesidad de adoptar nuevos paradigmas en la gestión de las empresas para hacer posible su continuidad y crecimiento. Cuando Hewlett-Packard examinó 300.000 semiconductores de tres empresas de Estados Unidos y de tres de Japón, descubrió que el porcentaje de fallas de los chips norteamericanos era superior al 0,1%, en tanto que las fallas de los chips japoneses en el mismo período fue cero.

Al igual que en la industria de los semiconductores, otras como la textil, la siderúrgica, las máquinas herramientas, la electrónica, la automotriz entre otras tantas han visto perder competitividad, mercado y utilidades día a día por haber estado ancladas a paradigmas que ya no eran válidos dentro del nuevo esquema mundial.

Entre las tres presiones externas a las cuales se ha hecho referencia anteriormente, la primera y mas evidente es la de la competencia desenfrenada en un mundo más interconectado e interdependiente. La segunda de las presiones esta relacionada a la velocidad tecnológica y, en particular, la aceleración de la renovación informática, la difusión de la información en todas las organizaciones y la creciente capacidad de acceso a la misma de un número cada vez más importante de personas. La tercera presión externa que lleva al establecimiento económico a revisar totalmente sus reglas de organización es el choque de las mentalidades que cambian.

La empresa de finales de los ochenta parece haber encontrado su nuevo credo: el de la calidad total. Las empresas que se limitaban a hacer el control a posteriori de su única calidad presentaron la quiebra una tras otra. Las empresas de hoy si quieren sobrevivir, deben trabajar para sus clientes más que para sí misma.

Existen seis motivos, de las cuales cada una por sí sola justifica, la adopción de la calidad total como proyecto de gestión.

Primer motivo: es la llegada de una economía globalizada. La irrupción de competidores nuevos en el juego económico mundial hace caducar a las empresas no competitivas, y obliga a todas aquellas que quieran sobrevivir a apoyar de ahora en adelante su actividad sobre una vigilancia meticulosa, atenta y permanente del mercado para ajustar siempre mejor la calidad de la respuesta que se le pide.

El segundo motivo en el que se basa el carácter inevitable de la calidad total es la súbita inversión en los países industrializados de la relación de fuerzas entre una demanda menos creciente y una oferta múltiple, desde mediados de los años setenta, por

la explosión de Japón y de los nuevos países industrializados. He aquí que los consumidores y clientes ante múltiples ofertas se vuelvan más exigentes y reclamen siempre mejor calidad a precios siempre más bajos.

El tercer motivo es que hemos cambiado. En occidente se ha ido observando un menor compromiso de los trabajadores para con la empresa. Es menester un cambio de actitud si queremos conservar los puestos de trabajo frente a culturas con mano de obra mucho mas comprometida y disciplinada.

El cuarto motivo está dado por la incapacidad de la empresa tayloriana para reducir costos de no-calidad. Fraccionada en grandes funciones autocentradas, generadora de la empresa fantasma, más preocupada en "hacer más" que en "hacer mejor", en controlar y corregir que en prevenir, esta empresa, sobrecargada de costes inútiles y de recursos ocupados en "fabricar nada", pierde rápidamente terreno en la competición económica y se condena a muerte a corto plazo. La calidad total constituye su única tabla de salvación.

Quinto motivo: alude también a la organización tayloriana y al desperdicio de inteligencia que ha podido permitirse tolerar en la empresa, mientras la relación entre la oferta y la demanda era la inversa de la de hoy día. De ahora en adelante, no se puede dejar más en un punto muerto a todas estas inteligencias puestas en barbecho en todos los niveles y, particularmente, en los niveles de ejecución, en el de los obreros y empleados. La batalla de la calidad es demasiado difícil para que se tenga a toda esta inteligencia apartada del combate.

Y el sexto motivo es que desde que existe un proceso de calidad total y que ciertas economías lo han adoptado, todas aquellas que no lo han hecho han visto abrirse a toda velocidad un abismo en su competitividad. Y lo que es cierto para las economías lo es también para la empresa. Para ello es menester tomar en cuenta que el coste de la no-calidad en las economías occidentales está en el orden del 20% de su facturación, en tanto que en la economía japonesa se encuentra en el 12%. No reducir rápidamente esta brecha y ante el crecimiento económico de países como China, Tailandia, Malasia y otros países del sudeste asiático preanuncian inevitables derrotas.

Ante las circunstancias descritas, empresas norteamericanas se han visto en la necesidad imperiosa de realizar un cambio total en su manera de gestionar las empresas, dando lugar ello a la metodología de Seis Sigma.

En los años ochenta la TQM (Gestión de Calidad Total) fue muy popular, pero sufrió un proceso de desgaste, y en muchas empresas en agonía, era menester generar un método que motivará un liderazgo por la calidad. Esto se dio con Seis Sigma en función de tres características:

1. Seis Sigma está enfocado en el cliente.
2. Los proyectos Seis Sigma producen grandes retornos sobre la inversión. En un artículo de la Harvard Business Review, Sasser y Reichheld señalan que las compañías pueden ampliar sus ganancias en casi un 100% si retienen sólo un 5% más de sus clientes gracias al logro un alto grado de calidad.
3. Seis Sigma cambia el modo que opera la dirección. Seis Sigma es mucho más que proyectos de mejora. La dirección y los supervisores aprenden nuevos enfoques en la forma de resolver problemas y adoptar decisiones.

Así como en el Japón empresas como Toyota, Honda, Mazda, Fujitsu, Cannon y NEC entre otras fueron base del desarrollo del Just in Time y del Kaizen, en el caso de Seis Sigma empresas como Motorola, General Electric, Honeywell, Sears Roebuck, American Express, Johnson & Johnson, Federal Express y Ford Motor le han servido como plataforma de investigación y desarrollo.

CAPITULO II. LAS SIETE METAMORFOSIS PARA LLEGAR AL SEIS SIGMA

La nueva piedra filosofal de la calidad total permite a la empresa satisfacer siempre mejor al cliente y siempre más barato. Se demuestra que la calidad no cuesta más caro; al contrario, rinde porque permite vender. Lo que cuesta caro es la no-calidad, es decir, el fracaso, los costes inútiles, los retrasos; todo esto es producto de una mala organización que se le factura como multa al cliente y que le sorprende, le disgusta y finalmente le desvía hacia otros proveedores, porque tienen de ahora en adelante el dilema de elegir.

En este proceso destinado a lograr el cero defecto (Seis Sigma implica 3,4 defectos por millón de oportunidades) las empresas se enfocan en siete cambios o metamorfosis.

- La primera metamorfosis supone implica que la empresa se interesa más en su mercado que en si misma, en sus clientes que en sus máquinas, en sus fines que en sus medios, y que sus dirigentes sustituyen la lógica del ingeniero o del contable, centrada en una confianza desmedida en la capacidad de su técnica, por la lógica del empresario comercial, que reconoce la inutilidad de un producto soberbio que no se ha podido vender.
- La segunda metamorfosis es el establecimiento de las relaciones clientes-proveedores en el interior mismo de la empresa; cada departamento, cada servicio, cada función, cada trabajador debe esforzarse en especificar mejor lo que desea de su fuente y en responder mejor a las demandas de su consumidor. La organización atomizada cede su lugar a una organización por flujos. Se caen los muros que defendían los territorios funcionales para dar lugar a un desarrollo de procesos integrales en los cuales todos toman parte de forma armónica.

- La tercera metamorfosis consiste en dejar de "producir más" para pasar a "producir mejor de entrada". Los ritmos infernales no fabrican más que productos de calidad mediocre y asalariados amargados, cansados y cada vez menos competentes. La calidad total persigue el autocontrol y las acciones colectivas, produciendo bien a la primera, arreglando el defecto en el momento de producirse.
- La cuarta metamorfosis implica sustituir el modelo mecanicista de una organización que asigna a cada individuo un puesto instrumental de ejecutante, por un modelo biológico donde los equipos responsables asumen misiones, uniendo colectivamente su talento para hacerlo. Se sustituye la empresa piramidal por la empresa multicelular.
- La quinta metamorfosis implica pasar de una empresa aislada e intransigente frente a sus proveedores y subcontratistas, en una implicada en profundas relaciones de confianza.
- La sexta metamorfosis implica la sustitución del control por la prevención. Un incremento en los costes de prevención traen como resultado una disminución en el coste total de calidad al reducirse significativamente los costes por fallos internos y externos, y disminuir las necesidades de evaluación.
- La séptima metamorfosis implica la eliminación de todos los desperdicios y despilfarros, no sólo los relativos al proceso productivo, sino también los atinentes a las actividades administrativo – burocráticas.

Lograr estos cambios permite llegar a los "Seis Ceros": cero defectos, cero stocks, cero averías, cero plazos, cero papeles y cero accidentes.

CAPITULO III. ¿QUE ES SEIS SIGMA?

Seis Sigma implica tanto un sistema estadístico como una filosofía de gestión.

Seis Sigma es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento.

Seis Sigma pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

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

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa de excelencia.

Podemos definir Seis Sigma como:

1. Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.
2. Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.
3. Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

La letra griega minúscula sigma se usa como símbolo de la desviación estándar, siendo ésta una forma estadística de describir cuánta variación existe en un conjunto de datos.

La medida en sigma se desarrolló para ayudarnos a:

1. Enfocar las medidas en los clientes que pagan por los bienes y servicios. Muchas medidas sólo se concentran en los costes, horas laborales y volúmenes de ventas, siendo éstas medidas que no están relacionadas directamente con las necesidades de los clientes.
2. Proveer un modo consistente de medir y comparar procesos distintos.

El primer paso para calcular el nivel sigma o comprender su significado es entender qué esperan sus clientes. En la terminología de Seis Sigma, los requerimientos y expectativas de los clientes se llaman CTQs (Críticos para la Calidad).

Se usa la medida en sigma para observar que tan bien o mal operan los procesos y darle a todos una manera común de expresar dicha medida.

Niveles De Desempeño En Sigma

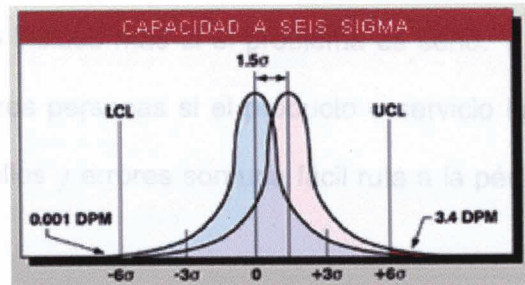
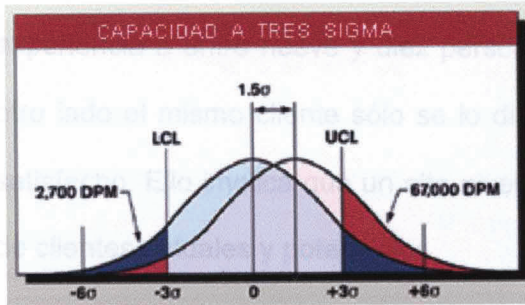
Nivel en sigma	Defectos por millón de oportunidades
6	3,40
5	233,00
4	6.210,00
3	66.807,00
2	308.537,00
1	690.000,00

Cuando una empresa viola requerimientos importantes del cliente, genera defectos, quejas y costes. Cuanto mayor sea el número de defectos que ocurran mayor será el coste de corregirlos, como así también el riesgo de perder al cliente.

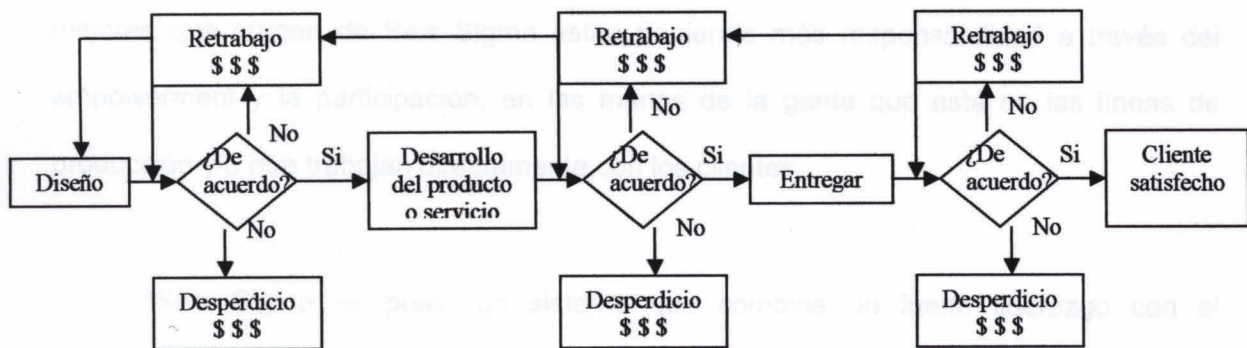
La meta de Seis Sigma es ayudar a la gente y a los procesos a que aspiren a lograr entregar productos y servicios libres de defectos. Si bien Seis Sigma reconoce que hay lugar para los defectos pues estos son atinentes a los procesos mismos, un nivel de

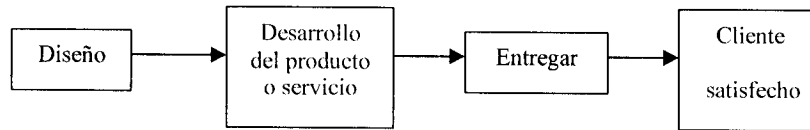
funcionamiento correcto del 99,9997 por 100 implica un objetivo donde los defectos en muchos procesos y productos son prácticamente inexistentes.

Para tener una representación grafica de los niveles de sigma a continuación se presentan dos curvas normales comparativas entre una capacidad de tres sigma que se considera como una capacidad aceptable o buena y una grafica de un proceso con capacidad de seis sigma o proceso de clase mundial y tambien se muestran dos diagramas simplificados de la forma de operar de las organizaciones con estos dos diferentes niveles de sigma, con lo cual queda manifestado el por que la diferencia en las curvas y en el numero de defectos que se presentan en la producción.



Proceso tres sigma típico



Proceso Seis Sigma

La meta de Seis Sigma es especialmente ambiciosa cuando se tiene en cuenta que antes de empezar con una iniciativa de Seis Sigma, muchos procesos operan en niveles de 1, 2 y 3 sigma, especialmente en áreas de servicio y administrativas.

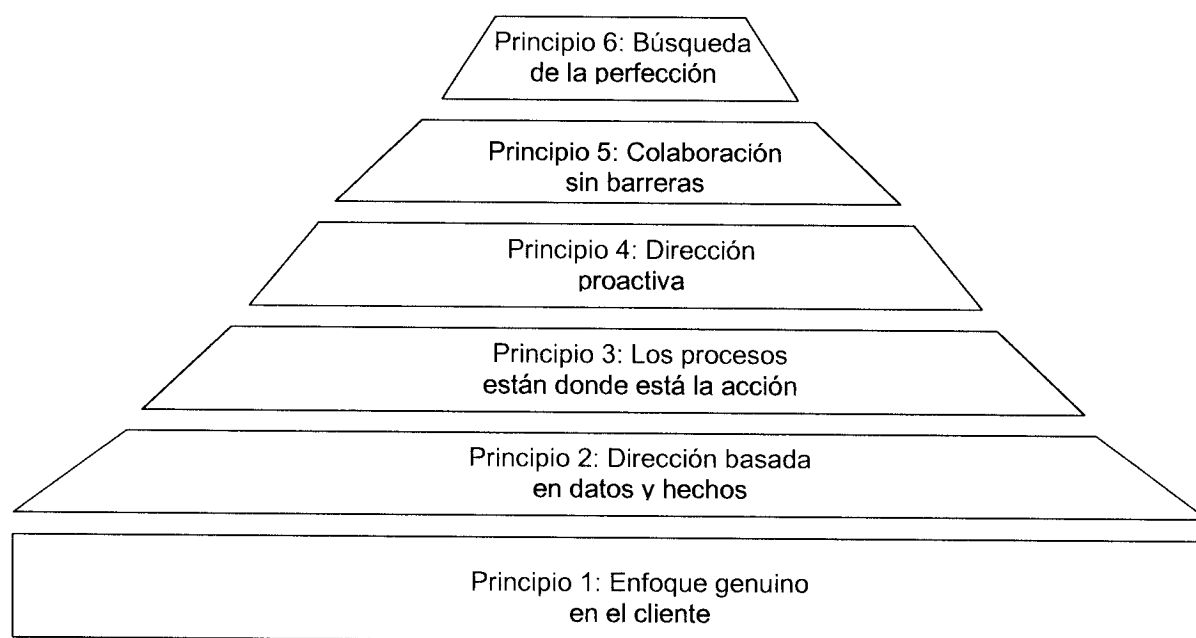
Debemos tener en cuenta que un cliente insatisfecho lo contará su desafortunada experiencia a entre nueve y diez personas, o incluso más si el problema es serio. Y por otro lado el mismo cliente sólo se lo dirá a tres personas si el producto o servicio lo ha satisfecho. Ello implica que un alto nivel de fallos y errores son una fácil ruta a la pérdida de clientes actuales y potenciales.

Como sistema de dirección, Seis Sigma no es propiedad de la alta dirección más allá del papel crítico que esta desempeña, ni impulsado por los mandos intermedios (a pesar de su participación clave). Las ideas, soluciones, descubrimientos en procesos y mejoras que surgen de Seis Sigma están poniendo más responsabilidad a través del empowerment y la participación, en las manos de la gente que está en las líneas de producción y/o que trabajan directamente con los clientes.

"Seis Sigma es pues, un sistema que combina un fuerte liderazgo con el compromiso y energía de la base".

III.1 Los seis principios de Seis Sigma

Los seis principios que definen la directriz de Seis Sigma se muestran en la siguiente figura y mas adelante son descritos con mayor detalle.



Principio 1: Enfoque genuino en el cliente

El enfoque principal es dar prioridad al cliente. Las mejoras Seis Sigma se evalúan por el incremento en los niveles de satisfacción y creación de valor para el cliente.

Principio 2: Dirección basada en datos y hechos

El proceso Seis Sigma se inicia estableciendo cuales son las medidas claves a medir, pasando luego a la recolección de los datos para su posterior análisis. De tal forma los problemas pueden ser definidos, analizados y resueltos de una forma más efectiva y

permanente, atacando las causas raíces o fundamentales que los originan, y no sus síntomas.

Principio 3: Los procesos están donde está la acción

Seis Sigma se concentra en el procesos, así pues, dominando éstos se lograrán importantes ventajas competitivas para la empresa.

Principio 4: Dirección proactiva

Ello significa adoptar hábitos como definir metas ambiciosas y revisarlas frecuentemente, fijar prioridades claras, enfocarse en la prevención de problemas y cuestionarse por qué se hacen las cosas de la manera en que se hacen.

Principio 5: Colaboración sin barreras

Debe ponerse especial atención en derribar las barreras que impiden el trabajo en equipo entre los miembros de la organización. Logrando de tal forma mejor comunicación y un mejor flujo en las labores.

Principio 6: Búsqueda de la perfección

Las compañías que aplican Seis Sigma tienen como meta lograr una calidad cada día más perfecta, estando dispuestas a aceptar y manejar reveses ocasionales.

III.II Los mitos del Seis Sigma

Como en casi todos los casos de aplicación de nuevas ideas y metodologías, Seis Sigma no escapa a las críticas y a la tentación de algunos

adversarios que insisten en disminuirla e incluso en confundir con respecto a su verdadera naturaleza.

Producto de todo esto, algunas veces por desinformación, otras por desconocimiento absoluto, se generan y plantean algunas afirmaciones con respecto a Seis Sigma, lo que algunos recientemente han denominado: **"Los Mitos de Seis Sigma"**.

A continuación se presentan algunos de los más conocidos y promovidos:

- Funciona sólo en Manufactura.
- Ignora a los clientes buscando sólo los resultados financieros (bottom line).
- Crea una Organización paralela.
- Requiere de esfuerzo adicional.
- Requiere de entrenamiento masivo.
- Requiere de largos plazos para lograr resultados.
- Crea burocracia.
- Es sólo otro programa más de Calidad.
- Requiere de estadística compleja y difícil.
- No es efectiva desde el punto de vista de los costos.
- Seis Sigma es lo mismo que TQM.
- Seis Sigma es demasiado estadística para procesos transaccionales, sólo se debe usar en Manufactura.
- Los proyectos de Seis Sigma toman demasiado tiempo.
- Seis Sigma es demasiado complicado para nuestro negocio.
- Seis Sigma no es adecuada para procesos batch (Por ej: farmacéuticos, alimentos, bebidas, etc.).

- Seis Sigma es sólo para producción, no para Ingeniería.
- Seis Sigma es para la mejora de la producción, no para el desarrollo de Procesos o Productos.
- Seis Sigma no es para Investigación y Desarrollo (R&D). Daña la creatividad.
- Un programa de Cero defectos es mejor que Seis Sigma porque no genera defectos mientras que Seis Sigma genera defectos de hasta 3,4 ppm.
- TQM es mejor que Seis Sigma porque TQM involucra esfuerzo total mientras que Seis Sigma sólo involucra esfuerzo parcial.

III.III Diferencias entre Seis Sigma y Calidad Tradicional

Qué hace diferente a Seis Sigma de la Calidad Tradicional ?. No están soportadas por prácticamente las mismas herramientas y métodos conocidos por los practicantes de la Calidad Total , TQM, etc. ?. Las diferencias quizá residen en la forma de aplicar estas herramientas y su integración con los propósitos y objetivos de la organización, como un todo. La integración y participación de todos los niveles y funciones dentro de la organización es factor clave, respaldado por un sólido compromiso por parte de la alta Gerencia y una actitud proactiva, organizada y sistemática en busca de la satisfacción tanto de las necesidades y objetivos de los clientes, como de las necesidades y objetivos de la propia organización.

En la siguiente tabla se resumen algunas de las diferencias más notables entre la forma tradicional de enfocar la Calidad en las organizaciones y la forma de enfocarla a través de la estrategia de Seis Sigma:

CALIDAD TRADICIONAL	SEIS SIGMA
Está centralizada. Su estructura es rígida y de enfoque reactivo.	Está descentralizada en una estructura constituida para la detección y solución de los problemas. Su enfoque es proactivo.
Generalmente no hay una aplicación estructurada de las herramientas de mejora.	Se hace uso estructurado de las herramientas de mejora y de las técnicas estadísticas para la solución de los problemas.
No se tiene soporte en la aplicación de las herramientas de mejora. Generalmente su uso es localizado y aislado.	Se provee toda una estructura de apoyo y capacitación al personal, para el empleo de las herramientas de mejora.
La toma de decisiones se efectúa sobre la base de presentimientos y datos vagos.	La toma de decisiones se basa en datos precisos y objetivos: "Sólo en Dios creo, los demás traigan datos".
Se aplican remedios provisionales o parches. Sólo se corrige en vez de prevenir.	Se vá a la causa raíz para implementar soluciones sólidas y efectivas y así prevenir la recurrencia de los problemas.
No se establecen planes estructurados de formación y capacitación para la aplicación de las técnicas estadísticas requeridas.	Se establecen planes de entrenamiento estructurados para la aplicación de las técnicas estadísticas requeridas.
Se enfoca solamente en la inspección para la detección de los defectos (variables clave de salida del proceso). Post-Mortem.	Se enfoca hacia el control de las variables clave de entrada al proceso, las cuales generan la salida o producto deseado del proceso.

III.IV Costos de calidad en Seis Sigma

¿Cuánto cuesta la calidad? Esta es una pregunta que muchas organizaciones aún no encuentran como responder. La mayoría piensa que muy poco y otros que demasiado, al punto de considerar como aceptables las siguientes expresiones: **"no podemos regalar calidad"** o **"mejorar nuestra calidad le costará demasiado al cliente"**. En muchas organizaciones promedio (tres sigma) el costo de entregar productos y servicios puede alcanzar hasta el **40,0 %** de las ventas.

En general y de manera ideal, el costo de la calidad puede ser definido en cuatro categorías: fallas internas, fallas externas, aseguramiento y prevención. Cada una de estas categorías puede incluir los siguientes elementos:

Fallas Internas:

Desperdicio (scrap), Retrabajo y el desperdicio y retrabajo de los suplidores. Aquí se puede apreciar su efecto en mayores niveles de inventario y largos tiempos de ciclo.

Fallas Externas:

Costo para el cliente (debido a los defectos), Costos de Garantía y Servicio, Ajustes por Reclamos y Material retornado o devuelto.

Aseguramiento:

Inspección, Pruebas y Ensayos, Auditorias de Calidad, Costo inicial y de Mantenimiento de los equipos de pruebas y ensayo.

Prevención:

Planeación de Calidad, Planeación de Procesos, Control de Procesos y Entrenamiento.

Adicionalmente, se deben considerar los costos asociados a los esfuerzos y programas para mejorar la calidad y especialmente los costos (de oportunidad) de producir más con los mismos activos y menos recursos (dedicados a corregir defectos y apagar incendios). Quizá el más difícil de estimar sería el costo de pérdida de la lealtad de los clientes y pérdida de ventas, por mala calidad.

Normalmente, las organizaciones sólo miden y toman en consideración para sus Costos de Calidad los siguientes elementos: Desperdicio (scrap), Gastos de Garantía, Costos de Inspección y Sobretiempo. Casi siempre quedan por fuera elementos importantes que no se toman en cuenta o que los sistemas contables tradicionales no son capaces de manejar, como los siguientes: Incremento en los Gastos de Mantenimiento, Pérdida de Ventas, Insatisfacción de los Clientes, Pérdida de Tiempo (Downtime), Errores en Ingeniería y Desarrollo de Productos, Errores en listas de Materiales y Materiales e Insumos Rechazados.

EL COSTO DE LA CALIDAD

Nivel Calidad	DPMO	Nivel Sigma	Costo Calidad
30,9 %	690.000	1,0	NA
69,2 %	308.000	2,0	NA
93,3 %	66.800	3,0	25-40 %
99,4 %	6.210	4,0	15-25 %
99,98 %	320	5,0	5-15 %
99,9997	3,4	6,0	< 1 %

Costo de Calidad, como porcentaje de las Ventas.

CAPITULO IV. COMO SE DETERMINA EL NIVEL DE SIGMA

En primer lugar debemos definir y aclarar términos y conceptos:

Sigma (σ) es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que cuanto menor sea sigma, menor será el número de defectos. Sigma cuantifica la dispersión de esos valores respecto al valor medio y, por tanto, fijados unos límites de especificación por el cliente, superior e inferior, respecto al valor central objetivo, cuanto menor sea sigma, menor será el número de valores fuera de especificaciones y, por tanto, el número de defectos.

De tal forma en la escala de calidad de Seis Sigma se mide el número de sigmas que caben dentro del intervalo definido por los límites de especificación, de modo que cuanto mayor sea el número de sigmas que caben dentro de los límites de especificación, menor será el valor de sigma y por tanto, menor el número de defectos. La diferencia entre la Tolerancia Superior (TS) y la Tolerancia Inferior (TI) dividido por el desvío estándar nos da la cantidad (o nivel) de sigmas (z).

La Capacidad del Proceso para un nivel 6 sigma es igual a 2, resultante dividir la diferencia entre las Tolerancias Superior e Inferior por seis sigma.

En un nivel 6 sigma entran en el espacio existente entre la Tolerancia Superior (TS) y la Tolerancia Inferior (TI) un total de 12 sigmas.

Siempre que la medición esté dentro del intervalo TS-TI diremos que el producto o servicio es conforme o de calidad. En este caso se siguen las ideas de Crosby, quien considera la calidad como sinónimo de cumplimiento de las especificaciones. Así pues cuando más cercanos estén los valores de las mediciones al Valor Central Optimo, más pequeño será el valor de sigma, y de tal forma mayor números de sigmas entrarán dentro de los límites de tolerancia.

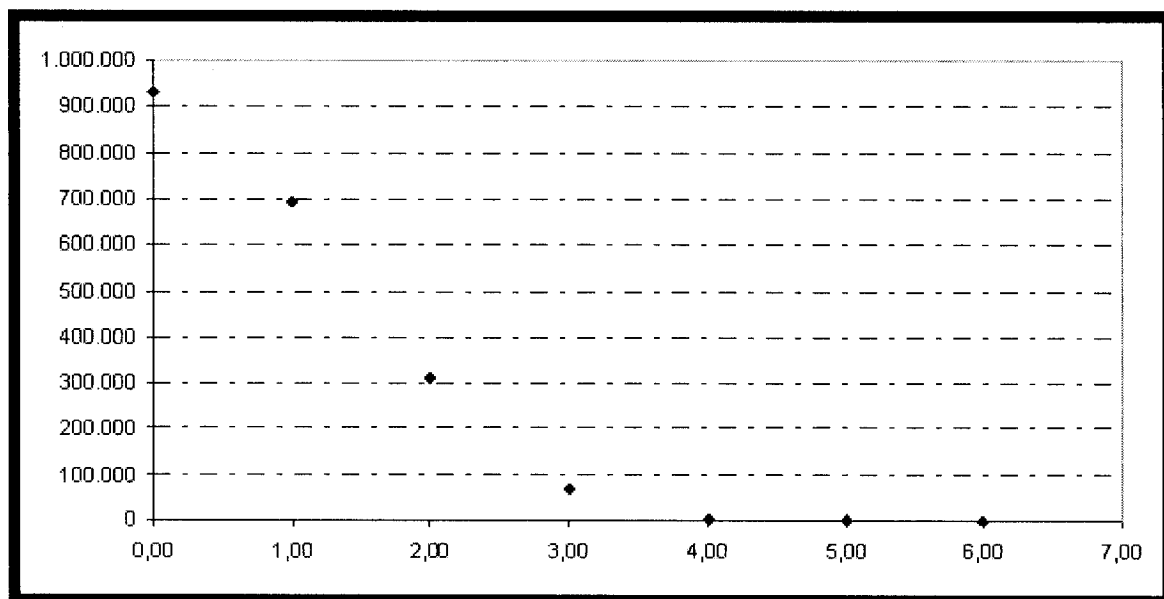
Así tenemos pues, partiendo de los ejes de coordenadas ubicadas en el ángulo superior izquierdo una curva con pendiente negativa, correspondiente a la relación existente entre el desvío estándar (sigma) y la cantidad de sigmas (z). Cuanto mayor sea el valor de sigma menor es el valor de z (cantidad de sigmas), y por el contrario el disminuir el valor de sigma la cantidad de sigmas que entran dentro de los límites de tolerancias aumentan.

En los ejes de coordenadas del ángulo superior derecho tenemos una curva de pendiente positiva, la cual indica que al aumentar el nivel de z se incrementa el rendimiento del proceso (%).

En el ángulo inferior derecho tenemos una curva con pendiente negativa, lo cual nos indica que al aumentar el rendimiento la cantidad de defectos por millón de oportunidades (DPMO) disminuye.

En el ángulo inferior izquierdo la curva es de pendiente positiva e indica que al aumentar la cantidad de DPMO el valor de sigma aumenta, en tanto que si el nivel de DPMO disminuye el valor de sigma también decrece.

DPMO



IV.I Nivel de Sigma

Calcular el nivel de sigmas para la mayoría de los procesos es bastante fácil. Dado un determinado producto o servicio, se determina los factores críticos de calidad (FCC), luego se multiplica estos por la cantidad de artículos producidos obteniéndose el total de defectos factibles (oportunidades de fallos). Si dividimos los fallos detectados (con los distintos sistemas de medición en función del tipo de bien o servicio) por el total de defectos factibles (TDF) y luego lo multiplicamos por un millón obtenemos los defectos por millón de oportunidades (DPMO). Luego revisando la tabla de sigma se tienen los niveles de sigma.

Los factores críticos de calidad pueden ser determinados tanto por los clientes internos como externos, y serán aplicados a las distintas etapas de los diversos procesos. En cuanto a la metodología de medición, ésta se efectuará por muestreo internos (mediciones) o mediante requisitoria (cuestionario) para la totalidad o parte de los consumidores.

Ejemplo:

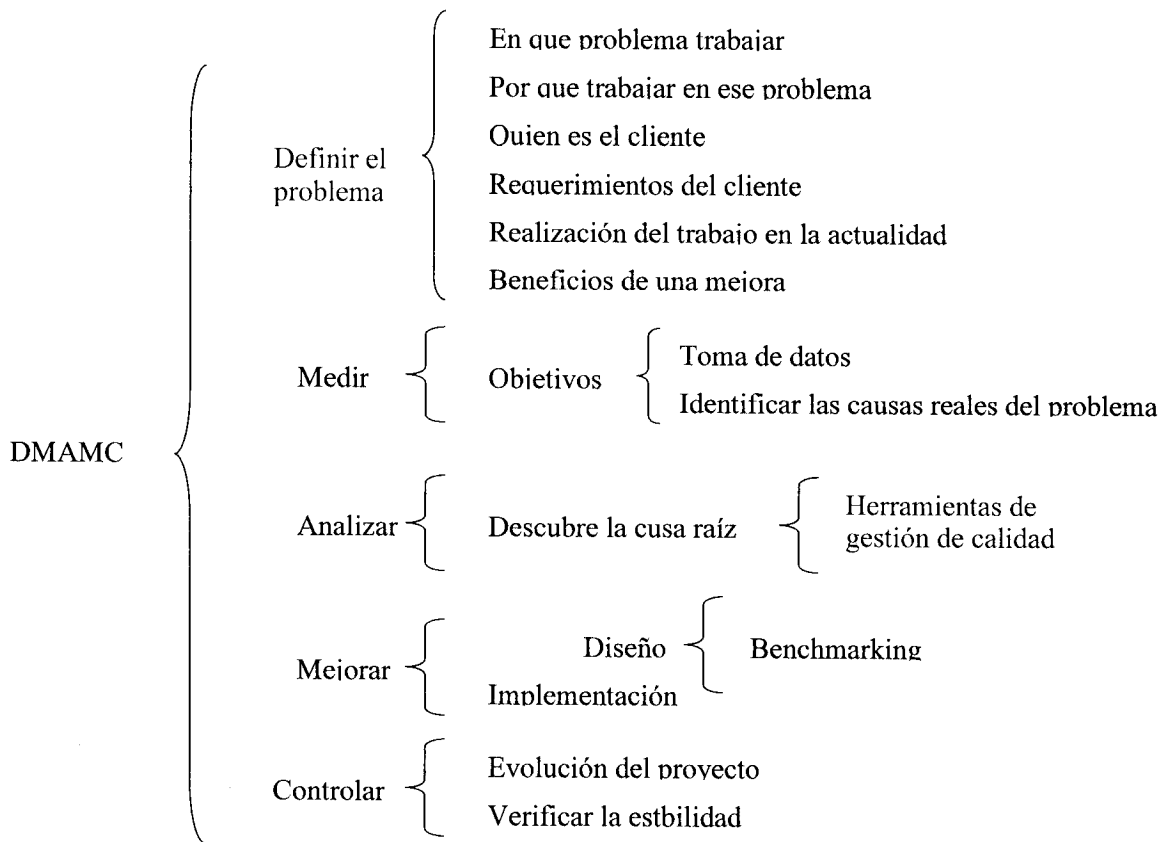
Así si para un producto se han determinado 12 factores críticos de calidad (FCC) y se han producido un total de 250.000 artículos, tomando una muestra de 1.500, el total de defectos factibles es de (1.500×12) 18.000. Si el total de errores o fallos detectados asciende a 278, ellos implica que tenemos 15.444,44 DPMO (resultante de dividir 278 por los 18.000 y multiplicarlos por 1.000.000). Para este nivel de DPMO la cantidad de sigmas es de 3,67 (lo cual implica un rendimiento entre el 99,80 y el 99,87 por ciento).

Tabla de conversión; Nivel de sigma a partir de los DPMO

6,68	0,00	933200	95,99	3,25	40100
8,455	0,13	915450	96,96	3,38	30400
10,56	0,25	894400	97,73	3,50	22700
13,03	0,38	869700	98,32	3,63	16800
15,87	0,50	841300	98,78	3,75	12200
19,08	0,63	809200	99,12	3,88	8800
22,66	0,75	773400	99,38	4,00	6200
26,595	0,88	734050	99,565	4,13	4350
30,85	1,00	691500	99,7	4,25	3000
35,435	1,13	645650	99,795	4,38	2050
40,13	1,25	598700	99,87	4,50	1300
45,025	1,38	549750	99,91	4,63	900
50	1,50	500000	99,94	4,75	600
54,975	1,63	450250	99,96	4,88	400
59,87	1,75	401300	99,977	5,00	230
64,565	1,88	354350	99,982	5,13	180
69,15	2,00	308500	99,987	5,25	130
73,405	2,13	265950	99,992	5,38	80
77,34	2,25	226600	99,997	5,50	30
80,92	2,38	190800	99,99767	5,63	23,35
84,13	2,50	158700	99,99833	5,75	16,7
86,97	2,63	130300	99,999	5,88	10,05
89,44	2,75	105600	99,99966	6,00	3,4
91,545	2,88	84550			
93,32	3,00	66800			
94,79	3,13	52100			

CAPITULO V. METODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Se ha desarrollado como sistema para la resolución de problemas el método DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar). A continuación se muestra un diagrama que muestra las fases que integran el método DMAMC.



Este método es llevado a la práctica por grupos especialmente formados a los efectos de dar solución a los diversos problemas u objetivos de la compañía.

Las claves del DMAMC se encuentran en:

1. Medir el problema. Siempre es menester tener una clara noción de los defectos que se están produciendo en cantidades y expresados también en valores monetarios.

2. Enfocarse en el cliente. Las necesidades y requerimientos del cliente son fundamentales, y ello debe tenerse siempre debidamente en consideración.
3. Verificar la causa raíz. Es menester llegar hasta la razón fundamental o raíz, evitando quedarse sólo en los síntomas.
4. Romper con los malos hábitos. Un cambio de verdad requiere soluciones creativas.
5. Gestionar los riesgos. El probar y perfeccionar las soluciones es una parte esencial de la disciplina Seis Sigma.
6. Medir los resultados. El seguimiento de cualquier solución es verificar su impacto real.
7. Sustener el cambio. La clave final es lograr que el cambio perdure.

Definir el problema

Debe definirse claramente en que problema se ha de trabajar?, porqué se trabaja en ese problema en particular?, quién es el cliente?, cuáles son los requerimientos del cliente?, cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad?, cuáles son los beneficios de realizar una mejora?.

Siempre debe tenerse en cuenta que definir correctamente un problema implica tener un 50% de su solución. Un problema mal definido llevará a desarrollar soluciones para falsos problemas.

Medir

El medir persigue dos objetivos fundamentales:

1. Tomar datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora.

2. Nos permiten y facilitan identificar las causas reales del problema.

El conocimiento de estadística se hace fundamental. "La calidad no se mejora, a no ser que se la mida".

Analizar

El análisis nos permite descubrir la causa raíz. Para ello se hará uso de las distintas herramientas de gestión de la calidad. Ellas son las siete herramientas estadísticas clásicas y las nuevas siete herramientas. Las herramientas de análisis deben emplearse para determinar dónde estamos, no para justificar los errores. Al respecto cabe acotar que el Diagrama de Pareto es a los efectos de darle prioridad a los factores que mayor importancia tienen en la generación de fallos o errores, pero no debe significar dejar de atender las demás causas. Al respecto Crosby señala que "a los numerosos pero triviales ni siguiera les hacen caso; les dejan que envenenen el producto o servicio para el consumidor. Consideran que no vale la pena dedicar tiempo a solucionarlos. En cambio para un auténtico enfoque de cero defectos, todos los elementos son importantes".

Mejorar

En esta etapa asume una preponderancia fundamental la participación de todos los participantes del proceso, como así también la capacidad creativa, entre los cuales se encuentran el uso de nuevas herramientas como el Pensamiento Lateral y la Programación Neuro-Lingüística (PNL).

La fase de mejora implica tanto el diseño como la implementación. En esta fase de diseño es muy importante la actividad de benchmarking a los efectos de detectar en otras

unidades de la misma empresa o en otras empresas (competidoras o no) formas más efectivas de llevar a cabo un proceso.

Controlar

Es necesario confirmar los resultados de las mejoras realizadas. Debe por tanto definirse claramente unos indicadores que permitan visualizar la evolución del proyecto. Los indicadores son necesarios pues no podemos basar nuestras decisiones en la simple intuición. Los indicadores nos mostrarán los puntos problemáticos de nuestro negocio y nos ayudarán a caracterizar, comprender y confirmar nuestros procesos. mediante el control de resultados lograremos saber si estamos cubriendo las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

Es además primordial verificar mediante el control la estabilidad de los procesos. Distintos indicadores vinculados a Seis Sigma pueden y deben ser articulados en los Tableros de Comandos o Cuadros de Mando Integral a los efectos de permitir un monitoreo constante en la evolución de los mismos por parte de los diferentes funcionarios y responsables de los procesos productivos y de mejoras.

Entre los indicadores a monitorear tenemos:

- Indicadores relacionados con el coste, el mismo incluye costes correspondientes a las operaciones, las materias primas, de despilfarro y reciclaje, de comercialización, de desarrollo de productos.
- Indicadores relacionados con el tiempo de: los ciclos (productivos, comerciales, de respuestas) y de cumplimiento de las etapas de los procesos de implementación de mejoras.

- Indicadores relacionados a las prestaciones, tales como cuota de mercado, cotización de las acciones, imagen de la empresa, niveles de satisfacción de los clientes y consumidores, y participación de los empleados (cantidades de sugerencias por período de tiempo y niveles de ahorros o beneficios subsecuentes).

A manera de resumen podemos decir que en primer lugar se define el problema, valorándose o midiéndose posteriormente el punto en el cual se encuentra la empresa. En tercer lugar se estudia la causa raíz del problema, procediéndose a diseñar y poner en práctica las respectivas mejoras. Procediéndose en última instancia a controlar los resultados obtenidos para verificar la efectividad y eficiencia de los cambios realizados.

CAPITULO VI. HERRAMIENTAS DE MEJORA DE PROCESOS DE SEIS SIGMA

El sistema Seis Sigma es mucho más que un trabajo en equipo, implica la utilización de refinados sistemas de análisis relativos al diseño, la producción y el aprovisionamiento.

VI.I Herramientas utilizadas en diseño.

En materia de Diseño se utilizan herramientas tales como: Diseño de Experimentos (DDE), Diseño Robusto y Análisis del Modo de Fallos y Efectos (AMFE). Las herramientas mencionadas en este apartado se explicaran a continuación.

Diseño de experimentos (DDE): Diseñar un experimento significa *planear* un experimento de modo que reúna la información pertinente al problema bajo investigación.

El diseño de un experimento es la secuencia completa de pasos tomados de antemano para asegurar que los datos apropiados se obtendrán de modo de modo que permitan un análisis objetivo que conduzca a deducciones válidas con respecto al problema establecido.

La necesidad de un diseño de experimento surge de la necesidad de responder a preguntas como:

- ¿Cómo se va a medir el efecto? ó ¿Cuáles son las características a analizar?
- ¿Qué factores afectan las características que se van a analizar?
- ¿Cuáles son los factores que se estudiarán en esta investigación?

- ¿Cuántas veces deberá ejecutarse el experimento?
- ¿Cuál será la forma de análisis?
- ¿A partir de que valores se considera importante el efecto?

Objetivos de un diseño de experimentos

- Proporcionar la máxima cantidad de información pertinente al problema bajo investigación.
- El diseño, plan o programa debe ser tan simple como sea posible.
- La investigación debe efectuarse lo más eficientemente posible; ahorrar tiempo, dinero, personal y material experimental. "Proporcionar la máxima cantidad de información al mínimo costo"

Y el concepto de diseño de experimentos enfocado a una planta productiva se desarrolla en las siguientes líneas. Una planta productiva no solamente nos entrega productos sino también información. Y en las etapas de puesta en marcha de dicha planta, así como cuando cambia la materia prima, su proveedor, la secuencia anterior de equipos o el tipo de proceso, la información es la salida principal. "Diseñar experimentos industriales" es entonces buscar cuál es la forma más prolija y efectiva de acondicionar la información de salida, de manera de interpretarla agudamente.

Diseño Robusto: Genichi Taguchi es el creador del "diseño robusto", el cual basa su estrategia para lograr la satisfacción del cliente, en exceder sus expectativas de calidad y de la función de pérdida.

Diseño robusto implica diseñar un producto que sobrepase las expectativas del cliente en sus características mas importantes y ahorrar dinero en las que al cliente no le

interesan. Implica diseñar un proceso de producción capaz de fabricar el producto en todos su rangos de variación normal, dentro de las especificaciones del proceso.

Taguchi establece que es mas barato trabajar en el rediseño de los productos y sus procesos de fabricación, que en el control de calidad de los mismos, porque las acciones de mejora de calidad son mas económicas, en cuanto mas cercanas estén a la etapa de diseño.

Es más económico un diseño robusto del producto en las características importantes para el cliente, que pagar los costos del control de procesos y las reclamaciones por fallas.

En el diseño robusto de un producto se minimiza su posibilidad de falla, buscando que tenga mínima variación en las características de calidad importantes para el cliente y en consecuencia se minimiza el costo de calidad.

Para Taguchi la calidad significa: "La mínima perdida ocasionada a la sociedad, desde el envío del producto al cliente hasta su uso total".

Estas perdidas incluyen no solo los costos de calidad de la compañía que inciden en elevar su precio, sino también los costos ocasionados a cualquier persona que se ve afectada por la calidad del producto.

Análisis del Modo de Fallos y Efectos (AMFE): Es una técnica que ayuda a prevenir los fallos, averías, defectos, errores, accidentes que potencialmente se pudiesen presentar. Puede ser muy útil para cualquier tipo de sector, especialmente para el desarrollo de estrategias de mantenimiento en sistemas.

Es un método estructurado y orientado a grupos que permite cuantificar los efectos de posibles fallas, permitiendo así fijar prioridades de acción. Esta herramienta ha probado ser útil y poderosa en la evaluación de fallas potenciales y en prevenirlas para evitar que ocurran.

El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una metodología de trabajo en grupo muy estricta para evaluar un sistema, un diseño, un proceso y/o un servicio en cuanto a las formas en las que ocurren los fallos. Para cada fallo, se hace una estimación de su efecto sobre todo el sistema y su seriedad. Además, se hace una revisión de las medidas planificadas con el fin de minimizar la probabilidad de fallo, o minimizar su repercusión.

Puede ser muy técnico (cuantitativo) o no (cualitativo), y utiliza tres factores principales para la identificación de un determinado fallo. Éstos son:

- Ocurrencia: frecuencia con la que aparece el fallo
- Severidad: la seriedad del fallo producido
- Detectabilidad: si es fácil o difícil detectar el fallo.

La complicación del análisis dependerá de la complejidad del problema analizado, la que, a su vez, dependerá de la seguridad (si existe peligro para la seguridad de las personas), los efectos de la parada (coste que supone la parada para la empresa), del acceso (si la reparación no está impedida por problemas de acceso) y de la planificación de reparaciones (si existe una planificación de reparaciones de maquinaria).

Con el fin de llegar a conclusiones válidas, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- No todos los problemas son importantes. Precisamente el AMFE nos permite categorizar estos fallos, pero antes tendremos que hacer una preselección.
- Necesitamos conocer el cliente, en su más amplio sentido, con el fin de determinar las consecuencias del fallo.
- Necesitamos conocer la función. Es necesario conocer la función a la que se destina el elemento que puede fallar y que estamos analizando, con el fin de llegar a un análisis en profundidad.
- Debemos tener una orientación a la prevención. La razón principal del AMFE es detectar las posibles causas de fallo antes de que ocurran.

La razón del AMFE

La necesidad de los directivos de minimizar el riesgo de un diseño o proceso les ha forzado a desarrollar toda una nueva ciencia, la fiabilidad. Dado que se trata de una disciplina con elevado contenido matemático, es difícil de utilizar por los no iniciados. Para paliar este problema surge el AMFE. Se puede decir que el AMFE permite realizar aportaciones a la fiabilidad y seguridad de un diseño o proceso a todo el mundo, no sólo a los especialistas.

Por supuesto, esta necesidad de aumentar de forma constante la fiabilidad y seguridad de nuestros productos surge de las exigencias de los clientes.

Algunos beneficios extras de aplicar el AMFE pueden ser:

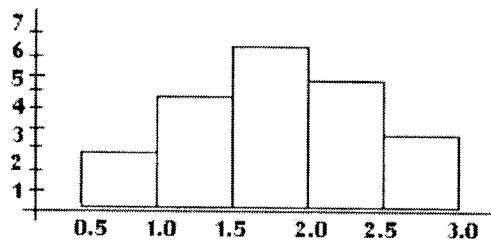
- Mejorar la calidad, fiabilidad y seguridad de nuestros productos.
- Mejorar la imagen de la empresa.
- Aumentar la satisfacción de nuestros clientes.
- Ayudar a seleccionar el diseño óptimo.

- Establecer prioridades a la hora de la mejora.

VI.II Herramientas utilizadas en producción.

En cuanto a Producción se utilizan las herramientas básicas del control de calidad entre los cuales se encuentran: los histogramas, el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa, SPC (Control Estadístico de Procesos). Al igual que las herramientas utilizadas en el diseño, también se desarrollaran de manera breve las herramientas que se aplican a producción.

Histogramas: El Histograma, es una herramienta estadística que se utiliza para representar la distribución de variables. En este gráfico las bases de cada barra indican los intervalos de valores de la variable que se estudia. La altura de cada barra es la frecuencia de ocurrencia de intervalo de valores de dicha variable.



Utilidad del Histograma de frecuencia.

La observación de la realidad muestra que todo acontecimiento, que puede ser un fenómeno natural o un resultado de las actividades del hombre, que puede ser un fenómeno natural o un resultado de las actividades del hombre, se presenta en forma diferente cada vez que ocurre. Por ejemplos: las calificaciones de los estudiantes de un cierto año, las estructuras de un grupo de personas, el tiempo para el pago de facturas de

los proveedores; el diámetro de los tornillos fabricados por una máquina; el nivel de satisfacción de un grupo de personas; el tiempo invertido en el desarrollo y producción de material didáctico; etc.

Las variaciones observadas en los resultados de un proceso de trabajo influyen en la calidad del producto o en el servicio que se presta, variaciones que a su vez son determinantes en el nivel de satisfacción del cliente.

Diagrama de Pareto: Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera.

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano VILFREDO PARETO (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.

Procedimientos para elaborar el diagrama de Pareto:

1. Decidir el problema a analizar.
2. Diseñar una tabla para conteo o verificación de datos, en el que se registren los totales.
3. Recoger los datos y efectuar el cálculo de totales.

4. Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
5. Jerarquizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.
6. Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.
7. Construya un gráfico de barras en base a las cantidades y porcentajes de cada ítem.
8. Dibuje la curva acumulada. Para lo cual se marcan los valores acumulados en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y finalmente una los puntos con una línea continua.
9. Escribir cualquier información necesaria sobre el diagrama.

Para determinar las causas de mayor incidencia en un problema se traza una línea horizontal a partir del eje vertical derecho, desde el punto donde se indica el 80% hasta su intersección con la curva acumulada. De ese punto trazar una línea vertical hacia el eje horizontal. Los ítems comprendidos entre esta línea vertical y el eje izquierdo constituyen las causas cuya eliminación resuelve el 80 % del problema.

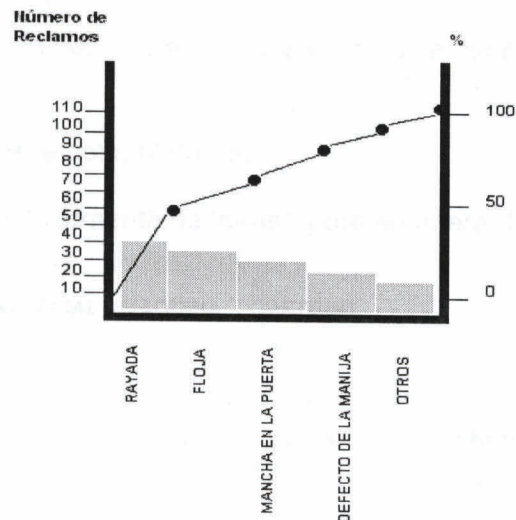


Diagrama de Ishikawa: El diagrama de causa-efecto o Gráfico de Ishikawa, también llamado comúnmente "espina de pescado", tiene como propósito representar gráficamente las relaciones entre un "efecto" (problema), y todas las posibles "causas" (factores) que la producen. Se elabora para elevar el nivel comprensión de un problema u oportunidad.

El diagrama de Causa-Efecto, proporciona una descripción de las causas probables de un problema, lo cual facilita su análisis y discusión. También puede utilizarse como herramienta para representar propuestas de resolución de problemas.

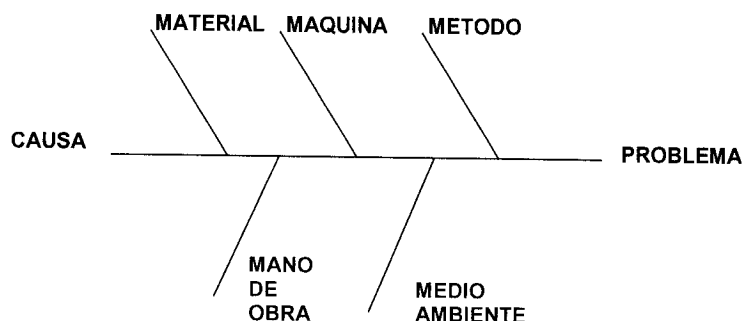
Para la elaboración del diagrama previamente se debe:

- Identificar el problema específico a ser resuelto.
- Desarrollar un claro entendimiento del proceso.
- Descomponer el problema en sus posibles partes.

Construcción del diagrama Causa- Efecto

Para la construcción del diagrama Causa-Efecto se debe:

1. Definir el problema (efecto) claramente.
2. Realizar sesión de "Tormenta de Ideas", para enumerar todas las posibles causas.



Una tormenta de ideas es una metodología para despertar iniciativa y originalidad en un grupo de trabajo generando una exhaustiva lista de ideas en un clima de confianza y apoyo.

SPC (Control Estadístico de Procesos): El control estadístico de procesos (SPC) es una técnica estadística, de uso muy extendido, para asegurar que los procesos cumplen con los estándares. Todos los procesos están sujetos a ciertos grados de variabilidad, por tal motivo es necesario distinguir entre las variaciones por causas *naturales* y por causas *imputables*, desarrollando una herramienta simple pero eficaz para separarlas: el gráfico de control.

Se utiliza el control estadístico de procesos para medir el funcionamiento de un proceso. Se dice que un proceso está funcionando bajo control estadístico cuando las únicas causas de variación son causas comunes (naturales). El proceso, en primer lugar, debe controlarse estadísticamente, detectando y eliminando las causas especiales (imputables) de variación. Posteriormente se puede predecir su funcionamiento y determinar su capacidad para satisfacer las expectativas de los consumidores. El objetivo de un sistema de control de procesos es el de proporcionar una señal estadística cuando aparezcan causas de variación imputables. Una señal de este tipo puede adelantar la toma de una medida adecuada para eliminar estas causas imputables.

Las variaciones naturales afectan a todos los procesos de producción, y siempre son de esperar. Las variaciones naturales son las diferentes fuentes de variación de un proceso que está bajo control estadístico. Se comportan como un sistema constante de causas aleatorias. Aunque sus valores individuales sean todos diferentes, como grupo

forman una muestra que puede describirse a través de una distribución. Cuando estas distribuciones son normales, se caracterizan por dos parámetros. Estos parámetros son:

- La media de la tendencia central
- La desviación estándar

Mientras la distribución (precisión del output) se mantenga dentro de los límites especificados, se dice que el proceso está “bajo control”, y se toleran pequeñas variaciones.

Las variaciones imputables de un proceso suelen deberse a causas específicas. Factores como el desgaste de la maquinaria, equipos mal ajustados, trabajadores fatigados o insuficientemente formados, así como nuevos lotes de materias primas, son fuentes potenciales de variaciones imputables.

Las variaciones naturales y las imputables plantean dos tareas distintas al director de operaciones. La primera es asegurar que el proceso tendrá solamente variaciones naturales, con lo cual funcionará bajo control. La segunda es, evidentemente, identificar y eliminar variaciones imputables para que el proceso pueda seguir bajo control.

El control estadístico de procesos es un medio por el cual un operario o directivo puede determinar si un proceso genera outputs que se ajustan a las especificaciones y si es probable que los siga generando. Consigue esto midiendo parámetros clave de una pequeña muestra de los outputs generadas a intervalos, mientras está en marcha el proceso.

Esta información se puede utilizar como base para realizar ajustes sobre los inputs al proceso o sobre el proceso mismo si es necesario, para evitar que se produzcan outputs que no se ajustan a las especificaciones.

La producción de artículos que se ajustan por poco a las especificaciones puede ser aceptable hoy día, pero toda variación del valor nominal que se tiene como objetivo puede provocar rechazos y reelaboraciones a lo largo de la cadena de trabajo. Las variaciones del valor nominal también pueden provocar problemas significativos a causa de la interdependencia de los componentes en los productos complejos. El CEP permite a las empresas mejorar de manera constante la actuación del proceso para reducir las variaciones en los outputs. Esta capacidad de reducir las variaciones con respecto al valor nominal puede aportar claras ventajas competitivas, y puede permitir cobrar precios más elevados por los productos.

A las actividades y procesos de aprovisionamiento le son aplicables el SPC y el DDE correspondientes a los proveedores.

CAPITULO VII. EQUIPO DE MEJORA SEIS SIGMA

El mismo atraviesa por seis fases, siendo éstas las siguientes:

1. Identificación y selección de proyectos. La dirección considera los diversos proyectos de mejora presentados, seleccionando los más prometedores en función de posibilidades de implementación y de los resultados obtenibles. El proyecto tiene que tener un beneficio tanto para el negocio, como para los clientes. El uso del Diagrama de Pareto es una herramienta beneficiosa para dicha selección.
2. Se procede a la formación de los equipos, entre los cuales se encuentra el Líder del grupo (Cinturón Negro), para lo cual se involucrarán a aquellos individuos que de acuerdo al Inventario Permanente de R.H. poseen las cualidades necesarias para integrarse al proyecto en cuestión.
3. Desarrollo del documento marco del proyecto. El documento marco es clave como elemento en torno al cual se suman las voluntades del grupo, sirviendo de guía para evitar desvíos y contradicciones. El mismo debe ser claro, fijar claramente los límites en recursos y plazos, y por sobre todas las cosas el objetivo supremo a lograr.
4. Capacitación de los miembros del equipo. Los mismos son capacitados, de no contar ya con conocimientos y/o experiencia en Seis Sigma en estadísticas y

probabilidades, herramientas de gestión, sistema de resolución de problemas y toma de decisiones, creatividad, pensamiento lateral, métodos de creatividad, PNL, planificación y análisis de procesos.

5. Ejecución del DMAMC e implementación de soluciones. Los equipos deben desarrollar los planes de proyectos, la capacitación a otros miembros del personal, los procedimientos para las soluciones y son responsables tanto de ponerlos en práctica como de asegurarse de que funcionan (midiendo y controlando los resultados) durante un tiempo significativo.

6. Traspaso de la solución. Luego de cumplido los objetivos para los cuales fueron creados los equipos se disuelven y sus miembros vuelven a sus trabajos regulares o pasan a integrar equipos correspondientes a otros proyectos.

CAPITULO VIII. CINTURONES Y LIDERES

Como una forma de identificar a determinados miembros del personal que cumplen funciones específicas en el proceso de Seis Sigma, e inspirados en las artes marciales como filosofía de mejora continua y elevada disciplina, se han conferido diversos niveles de cinturones para aquellos miembros de la organización que lideran y ayudan a liderar los proyectos de mejoras.

Así con el Cinturón Negro (Black Belt) tenemos a aquellas personas que se dedican a tiempo completo a detectar oportunidades de cambios críticas y a conseguir que logren resultados. El Cinturón negro es responsable de liderar, inspirar, dirigir, delegar, entrenar y cuidar de los miembros de su equipo. Debe poseer firmes conocimientos tanto en materia de calidad, como en temas relativos a estadística, resolución de problemas y toma de decisiones.

15 características básicas de un black belt:

1. En general, un black belt en seis sigma debe ser orientada cuantitativo.
2. Con la dirección mínima, un black belt en seis sigma debe poder utilizar datos para convertir amplias generalizaciones en metas específicas.
3. Un black belt en seis sigma debe poder dirigir del negocio para procurar lograr estas metas.
4. Un black belt en seis sigma debe poder desarrollar los planes detallados para alcanzar estas metas específicas.
5. Un black belt en seis sigma debe poder medir progreso hacia las metas en los términos significativos a los clientes y a los líderes.

6. Un black belt en seis sigma debe saber establecer los sistemas de control para mantener los aumentos alcanzados con el seis sigma.
7. Un black belt en seis sigma debe entender y poder comunicar el análisis razonado para la mejora continua, incluso después se hayan logrado las metas iniciales.
8. Un black belt en seis sigma debe estar familiarizado con la investigación que cuantifica las ventajas que la organización ha obtenido a partir del seis sigma.
9. Un black belt en seis sigma debe entender el papeles de la gente implicada en el cambio (green belt, líder de equipo, facilitator)
10. Un black belt en seis sigma debe poder diseñar, probar, y analizar encuestas sobre cliente.
11. Un black belt en seis sigma debe saber analizar datos cuantitativos de encuestas sobre el empleado y cliente. Esto incluye encuestas sobre confiabilidad la encuesta sobre la evaluación y validez, así como las diferencias entre estas.
12. Un black belt en seis sigma debe poder cuantificar el valor de la retención del cliente.
13. Un black belt en seis sigma debe estar familiarizado con los principios base de benchmarking .
14. Un black belt en seis sigma debe reconocer las limitaciones del benchmarking .
15. Un black belt en seis sigma debe poder identificar proyectos con una probabilidad baja del éxito, cuando se presentan ante el una lista de posibles proyectos así como los responsables de los mismos.

El Cinturón Verde (Green Belt) está formado en la metodología Seis Sigma, sirviendo como miembro de equipo, sirviendo de apoyo a las tareas del Cinturón Negro.

Sus funciones fundamentales consisten en aplicar los nuevos conceptos y herramientas de Seis Sigma a las actividades del día a día de la organización.

El Primer Dan (Máster Black Belt o Maestro Cinturón Negro) sirve de entrenador, mentor y consultor para los Cinturones Negros que trabajan en los diversos proyectos. Debe poseer mucha experiencia en el campo de acción tanto en Seis Sigma como en las operatorias fabriles, administrativas y de servicios.

Espónsor (Champion) es un ejecutivo o directivo que inicia y patrocina a un Black Belt o a un equipo de proyecto. Una especie de mecenas. El mismo forma parte del Comité de Liderazgo, siendo sus responsabilidades: garantizar que los proyectos están alineados con los objetivos generales del negocio y proveer dirección cuando eso no ocurra, mantener informados a los otros miembros del Comité de Liderazgo sobre el progreso del proyecto, proveer o persuadir a terceros para aportar al equipo los recursos necesarios, tales como tiempo, dinero, y la ayuda de otros. Conducir reuniones de revisión periódicas y negociar conflictos y efectuar enlaces con otros proyectos Seis Sigma.

Líder de Implementación

Generalmente a cargo del CEO u otra figura máxima y cercana a ese nivel máximo es responsable de la puesta en práctica del sistema Seis Sigma y de los resultados que este arroje para la organización, siendo el estratega fundamental del sistema.

A continuación se presenta un cuadro con los miembros que integran el equipo de implementación de Seis Sigma, así como su rol, posición, características y la cantidad de elementos sugerida para su mejor funcionamiento.

NOMBRE	ROL CLAVE	POSICION	CARACTERISTICAS	CANTIDAD
LIDER	Desarrollar, encausar y pernear la filosofía.	El ejecutivo de mas alto rango.	Visión, liderazgo, autoridad.	1
PADRINO O CHAMPION	Iniciar y coordinar Seis Sigma para un área grande o función.	Vicepresidentes, gerentes de área.	Dedicación, entusiasmo, fe en sus proyectos, administrar varios	2 o mas.
MASTER BLACK BELT	Brindar soporte técnico, experto en metodologías, entrenamiento.	Tiempo completo como asesor de toda la empresa.	Habilidades y conocimientos técnicos, estadísticos, liderazgo de proyecto.	1 por cada 1000 empleados en empresas grandes.
BLACK BELT	Experto en aplicación de metodologías, encausa y monitorea varios proyectos. Entrenamiento.	Tiempo completo como asesor y líder general de varios proyectos.	Comunicación. Reconocido por el personal por su experiencia y conocimientos técnicos.	10 por cada Master Black Belt.
GREEN BELT	Líder o coordinador de proyecto. Motivación y encauzamiento de participantes a la acción.	Tiempo parcial; tiene un trabajo o puesto formal en la empresa.	Trabajo en equipo, motivación, aplicación de métodos, computación, seguimiento.	2 o 3 por cada Black Belt.

CAPITULO IX. ESTABLECIMIENTO DE TECNICAS QUE EVITEN ERRORES

En muchas organizaciones, cometer errores y luego corregirlos es parte de sus operaciones diarias. Los empleados anotan información de forma errónea, usan mal las herramientas, proporcionan información equivocada, ignoran pasos de un proceso, cometen errores en mediciones y así sucesivamente. Los errores son una señal de que los procesos no están bien entendidos y que la información necesaria no está disponible para los empleados. Pueden y deben introducirse cambios que ayuden a los empleados a comprender que los errores no tienen que ser parte de las operaciones, utilizando para ello diversas técnicas entre las cuales podemos describir:

1. Recordatorios. Los recordatorios incluyen listas de verificación, manuales, gráficas, formas especiales –cualquier cosa que ayude a los empleados a recordar lo que deben hacer-. Los pilotos de aviación siempre usan una lista de verificación escrita de los pasos a seguir antes de despegar y aterrizar, sin importar cuántas veces lo hayan hecho. El usar recordatorios asegura que no se ignorará ningún paso de una actividad o proceso importante.
2. Eliminar similitudes que confunden. Cuando se presentan similitudes entre dos artículos –por ejemplo, formas, colores, ubicaciones o números de partes- existe la posibilidad de que los empleados cometan errores. Para evitar este tipo de equivocaciones, supervisores y empleados deben revisar, primero, el tipo de errores que se presentan; luego podrán hacer cambios en formas, colores, ubicaciones o cualquier característica que esté causando confusión. De esta manera, pueden reducirse considerablemente la posibilidad de errores por similitud. Pensemos al respecto en los errores que suelen tener lugar en los

- hospitales con los tubos de oxígeno o de otro tipo de insumos médicos. Colores que identifiquen claramente su contenido pueden evitar gravísimas consecuencias.
3. Establecer restricciones. Otra técnica para reducir la posibilidad de errores es el desarrollo de restricciones. Las restricciones son obstáculos físicos que impiden que las personas realicen mal una tarea. Por ejemplo, una restricción puede impedir que alguien siga los pasos de un proceso en el orden equivocado. Considere el uso de restricciones para impedir que los empleados hagan mal las cosas. Si las herramientas utilizadas en un quirófano ocupan un lugar claramente identificado, una vez utilizada la misma dicha herramienta debe ocupar ese lugar, de quedar vacío el mismo es porque puede estar en el interior del paciente. Piense cuantas agujas y otros elementos se olvidan en el interior por no tomar en cuenta ésta práctica.
 4. Usar la capacidad de realización. La capacidad de realización es un entorno o circunstancia que facilita hacer un trabajo como es debido. La capacidad de realización es el opuesto a las restricciones.
 5. Cuestionario o Matriz de Análisis Preventivo. Para cada operación o proceso los empleados de línea y los supervisores y demás personal jerárquico deben cuestionarse que puede salir mal (haciendo por ejemplo uso de la Tormenta de Ideas) y luego analizar la forma de evitar de que ello ocurra. Así si un corte de energía eléctrica puede hacer perder archivos, como así también dañar los sistemas de cómputos una medida preventiva es utilizar baterías que permitan cerrar los programas y apagar los equipos con suficiente tiempo e inclusive si la capacidad lo permite continuar realizando labores mientras falta la energía corriente.
 6. Puntas guía. Identificar perforaciones omitidas en las partes (si la pieza no entra en las puntas, no están allí todas las perforaciones).

7. Fococeldas. Para indicar la ubicación apropiada, la existencia de perforaciones y aditamentos y la presencia o ausencia de partes.
8. Interruptores de paro. Para detener el equipo cuando una máquina detecta una condición de error.
9. Contadores (monitores). Para garantizar que todas las partes han sido utilizadas o todas las acciones han sido completadas.

Estos dispositivos mecánicos y de memoria, y muchos más, ayudan a los empleados a impedir que ocurran errores al ejecutar los procesos.

CAPITULO X. ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN DE SEIS SIGMA

Un plan exitoso de Seis Sigma comprende cuatro etapas fundamentales, cada una de las cuales esta constituidas por sub-etapas (las cuales pueden desarrollarse en forma paralela)

1º Decisión del Cambio**2º Despliegue de Objetivos****3º Desarrollo del Proyecto****4º Evaluación de Beneficios****Decisión del cambio**

Es necesario y primordial convencer y demostrar a los directivos de la empresa acerca de la imperiosa necesidad del cambio, ello se logrará mejor si se muestra la evolución de los mercados en general y de la industria especifica en especial, tanto a nivel mundial como nacional y regional. En segundo lugar debe mostrarse claramente lo que acontece con la empresa, describiendo su evolución y comparándola con la de los actuales y futuros competidores. Debe dejarse en claro donde estará la empresa dentro de cinco o diez años de no efectuar cambios y donde estarán las empresas que si realicen tales cambios.

Demostrada la necesidad de instaurar un proceso de mejora continua, y de reingeniería si es necesario para cubrir rápidamente brechas de performances, el paso siguiente es demostrar las características y cualidades de Seis Sigma, mostrando además las diferencias de este en relación a otros sistemas de calidad y mejora continua. De estar aplicando ya la empresa algún otro sistema o método de mejora continua se hace menester evaluar los resultados que los mismos están brindando, para lo cual un

buen método es evaluar el nivel de sigma que tienen sus procesos actualmente y compararlos (benchmarking) con los competidores globales.

La etapa siguiente consiste en el cambio de paradigmas de los directivos y personal superior de la empresa. Es necesario que eliminen de sus mentes que los errores son algo admisible y propios de la producción.

Se planifica estratégicamente definiendo claramente cuales son los valores, misión y visión de la empresa, para fijar con posterioridad objetivos a lograr para hacer factible los objetivos de más largo plazo. En función de ello se debe lograr una visión compartida con la cual se alcance la energía suficiente para lograr un trabajo en equipo que permita lograr óptimos resultados en la puesta en marcha de Seis Sigma. En función de los planes se asignan partidas presupuestarias a los efectos de su puesta en marcha y funcionamiento.

Se seleccionan los Líderes y Cinturones, en función de sus conocimientos, capacidades y puestos que actualmente ocupan.

Se debe proceder a la capacitación y entrenamiento de los diversos niveles de cinturones y liderazgos, como así también al resto del personal. Esta capacitación incluirá diferentes aspectos dependiendo ello de las funciones y niveles que cubra dicho personal. Se incluirán aspectos vinculados con el significado y funcionamiento de Seis Sigma, los métodos de resolución de problemas y toma de decisiones, trabajo en equipo, liderazgo y motivación, creatividad, control estadístico de procesos, diseño de experimentos, herramientas de gestión, AMFE, estadística y probabilidades, muestreo, satisfacción del consumidor, calidad y productividad, costo de calidad, sistemas de información, utilización de software estadístico, supervisión y diseño de proyectos, entre otros.

Despliegue de objetivos

Se establecen los sistemas de información, capacitación y supervisión apropiados al nuevo sistema de mejora.

Se incluyen en los sistemas de información y control (Cuadros de Mando Integral los objetivos, indicadores e inductores relativos a Seis Sigma). De no existir un Cuadro de Mando Integral se procede a elaborar un Cuadro de Indicadores de Seis Sigma. Se forman los primeros grupos de trabajo en función de los proyectos seleccionados. Los proyectos son seleccionados en función de los beneficios tanto para la empresa, pero fundamentalmente para el incremento en la satisfacción de los clientes y consumidores. Es conveniente comenzar con proyectos pilotos para poner a prueba las técnicas y conocimientos aprendidos, y demostrar además al resto de la organización acerca de los logros en la implementación del sistema.

Desarrollo del proyecto

Es primordial antes que nada definir los requerimientos de los clientes externos e internos, y la forma en que se medirán el logro de dichas especificaciones.

Los círculos de calidad o equipos de trabajo Seis Sigma (ETSS) proceden a aplicar la metodología DMAMC (Definir-Medir-Analizar- Mejorar- Controlar).

Se mantiene informado a los directivos acerca de la marcha de los diferentes proyectos.

Evaluación de beneficios

Se determinan las mejoras producidas luego de la implementación de los cambios resultantes del desarrollo de los diversos proyectos. Ello se manifiesta tanto en niveles de rendimientos, como en niveles de sigma, DPMO y ahorros obtenidos.

Es conveniente hacer un seguimiento constante de los niveles de satisfacción tanto de los clientes internos como externos.

CONCLUSIÓN

El enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la Calidad, ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección. Pero ¿qué es exactamente Seis Sigma?

Dicho en pocas palabras, es un método, basado en datos, para llevar la Calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas. Literalmente cualquier compañía puede beneficiarse del proceso Seis Sigma. Diseño, comunicación, formación, producción, administración, pérdidas, etc. Todo entra dentro del campo de Seis Sigma.

Pero el camino no es fácil. Las posibilidades de mejora y de ahorro de costes son enormes, pero el proceso Seis Sigma requiere el compromiso de tiempo, talento, dedicación, persistencia y, por supuesto, inversión económica. Un típico coste de no Calidad -errores, defectos y pérdidas en los procesos- puede suponer el 20 ó 30 por 100 de las ventas. El campo es amplio, incluso sin llegar al nivel Seis Sigma (3,4 errores o defectos por millón de oportunidades), las posibilidades de mejorar significativamente los resultados son ilimitadas. Solamente será necesario que la organización ponga a disposición sus capacidades y proceda de manera consistente con sus recursos.

Es esencial que el compromiso con el enfoque Seis Sigma comience y permanezca en la alta dirección de la compañía. La experiencia demuestra que cuando la

dirección no expresa su visión de la compañía, no transmite firmeza y entusiasmo, no evalúa los resultados y no reconoce los esfuerzos, los programas de mejora se transforman en una pérdida de recursos válidos.

El proceso Seis Sigma comienza con la sensibilización de los ejecutivos para llegar a un entendimiento común del enfoque Seis Sigma y para comprender los métodos que permitirán a la compañía alcanzar niveles de Calidad hasta entonces insospechados.

ANEXOS CASOS DE APLICACIÓN DE SEIS SIGMA

ANEXO I "SEIS SIGMA EN SUN MICROSYSTEMS. INC"

Scott McNealy, Presidente y director general de Sun Microsystems, Inc., cuenta una historia acerca de los primeros clientes de la empresa que casi siempre provoca algunas risas. "Nuestros primeros clientes eran el tipo de personas que pagaban dinero extra para que les entregaran bicicletas desarmadas", bromea. "Son las mismas personas que se pasaban toda la noche despiertos armando sistemas... y disfrutando la experiencia".

Bromas aparte, Sun comprendía bien quiénes eran sus primeros clientes y lo que había que hacer para mantenerlos contentos. Sin embargo, los clientes y sus necesidades no son algo estático. Cambian y se modifican con el tiempo, y sólo aquellas empresas que sigan el ritmo de las necesidades cambiantes pueden conservar la lealtad de sus clientes. Como dice Peter Pande en su libro, *The Six Sigma Way* (El camino seis sigma), estas cambiantes necesidades subyacen a la gran pregunta que enfrentan las empresas de hoy: No se trata de cómo ser exitosos, sino de cómo seguirlo siendo.

Ésa era la pregunta que Sun enfrentaba ante el cambio de milenio. El liderazgo de Sun comprendió claramente que ganarse y conservar la lealtad de sus clientes es fundamental para su éxito a largo plazo, y que el perfil de sus clientes estaba cambiando. Armados con esta comprensión y, por decirlo en palabras del antiguo Presidente y director de operaciones Ed Zander, los líderes de la empresa actuaron para "descomponer el mercado antes de que fuera necesario repararlo".

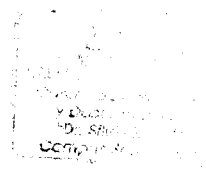
A mediados del año 2000, Sun se reorganizó y formó un nuevo grupo de negocios llamado Defensa del cliente, para enfocarse en las herramientas de desarrollo, las metodologías y las demás actividades centradas en los clientes que Sun necesitaba para responder a la creciente demanda de disponibilidad, tiempo en línea, menor costo total de la propiedad y otras necesidades cambiantes. Al mismo tiempo, Sun desarrolló Sun Sigma, un nuevo enfoque para llevar el negocio de la empresa que se orienta a satisfacer necesidades definidas y mensurables de los clientes.

¿Qué es Sun Sigma?

Sun Sigma es la adaptación que ha hecho la empresa de un fenómeno mundial de negocios llamado Seis Sigma, desarrollado por Motorola a fines de los 80 y popularizado por General Electric y Allied Signal/Honeywell durante la última década. Para comprender los fundamentos de Sun Sigma, es importante saber primero un poco acerca de Seis Sigma.

En *The Six Sigma Way*, el autor y consultor Peter Pande define Seis Sigma como "una forma de medir los procesos [estadísticamente, los procesos, productos y servicios Seis Sigma satisfacen necesidades definidas de los clientes un 99.9997% del tiempo]; un objetivo de perfección para todo efecto práctico; [y] un enfoque para cambiar la cultura de una organización. Sin embargo, de manera más precisa, Seis Sigma se define como un sistema amplio e integral para construir y mantener el desempeño, éxito y liderazgo en los negocios". Este sistema está marcado por seis temas importantes, de los cuales Sun Sigma adopta algunas adaptaciones.

1. Necesidades mensurables de los clientes en el centro



Las necesidades mensurables de los clientes están en el centro de todas las actividades de Sun Sigma. Este concepto es clave para entender qué hace distinto a Sun Sigma de las estrategias previas de mejora del negocio que han atraído la atención de la industria de alta tecnología. Aunque los anteriores sistemas de administración trataban de enfocarse en los clientes o decían hacerlo, carecían de especificidad por cuanto a la vinculación de la acción de la empresa a las necesidades de los clientes. Mediante una matriz de sistemas, herramientas y estrategias que representan "la voz del cliente", Sun Sigma enfrenta las deficiencias creando un vínculo medible entre las acciones de Sun y las necesidades de sus clientes.

2. Toma de decisiones respaldada en datos

Las decisiones se toman con base en hechos y datos medibles, y los negocios se administran de igual forma. Las "decisiones por corazonada" son comunes en el mundo de los negocios, especialmente en industrias de rápido ritmo como las de avanzada, donde las tecnologías se ven rápidamente convertidas en obsoletas y reemplazadas por otras. Aunque muchas grandes innovaciones han nacido de "decisiones por corazonada", éstas no llevan normalmente a tener un éxito sostenido. El enfoque de Sun Sigma sobre los datos y hechos le da a Sun una forma de medir qué tan bien se están desempeñando sus procesos de negocios, al tiempo que proporciona una perspectiva a fondo acerca de las oportunidades potenciales para la mejora y, especialmente, la innovación.

3. Fortalecer los cimientos de Sun

Sun Sigma genera el entorno y los cimientos necesarios para crear, mejorar, controlar y administrar los procesos importantes que definen la experiencia del cliente al

trabajar con Sun. Esa experiencia se ve afectada no sólo por la forma en que se fabrican y entregan los productos de Sun, sino por absolutamente toda la gama de interacciones, tanto directas como indirectas. Sun Sigma es un medio riguroso de identificar, examinar y medir qué tan bien los procesos existentes están satisfaciendo las necesidades de los clientes, y para mejorar los procesos. Además, Sun Sigma incluye herramientas para crear procesos nuevos a partir de cero. Mediante la atención a la experiencia de los clientes, los procesos se convierten en un motor para crear lealtad entre los clientes y sostener el crecimiento y éxito de Sun.

4. Desafiar el orden existente

El orden existente es uno de los blancos de Sun Sigma. Nada es tan sagrado que no pueda ser desafiado. Sun Sigma da poder a todos los empleados y los alienta para que prevean problemas y cambios conforme se relacionan con sus clientes directos e indirectos, y para que cuestionen los supuestos referidos a las metas y a cómo Sun hace las cosas. Aunque esto podría sonar como una especie de anarquía corporativa, no lo es. El cambio no se emprende por el cambio mismo, sino por razones que pueden medirse y con apoyo de hechos y datos, y que son exigidas por el cliente. Esto subraya un principio importante: cada uno de los empleados de Sun es responsable de Sun Sigma.

5. Extenderse a lo largo de las estructuras organizacionales

El enfoque de Sun Sigma en la mejora de la experiencia del cliente demuele las fronteras con frecuencia artificiales que existen en las estructuras organizacionales de una empresa. La forma en que el cliente percibe la experiencia se ve conducida generalmente por unos pocos macroprocesos que desbordan las fronteras tradicionales de una organización. Al enfocarse en estos procesos, Sun Sigma promueve la cooperación entre

los grupos internos y con los clientes, proveedores y asociados de la cadena de suministro, creando una corriente horizontal que derriba los silos organizacionales. Sun Sigma ya está rompiendo las barreras organizacionales artificiales y extendiéndose más allá de los muros de Sun.

6. Avance continuo

El tema clave de Sun Sigma es el avance hacia la perfección, no la perfección misma. Éste es un concepto esencial porque le da a la gente de Sun la libertad necesaria para probar nuevos enfoques incluso al tiempo que se administran los riesgos y se aprende de los errores. Al mismo tiempo, proporciona una plataforma para medir la cercanía a la perfección, de modo que siempre pueda realizarse un avance constante. Este tema subraya en parte una diferencia clave entre Sun Sigma y Seis Sigma. El desempeño a nivel de Seis Sigma es requerido en algunos casos, en otros es un exceso. Sun Sigma crea una mayor flexibilidad al alinear las necesidades del negocio con las del cliente.

Construir cada éxito sobre un éxito anterior

Juntos, los pequeños ejemplos de los proyectos Sun Sigma que ilustran los temas también subrayan otro punto. Sun Sigma es una aproximación iterativa que logra los avances paso a paso más que por medio de una marejada de cambios. En las sesiones de capacitación, con frecuencia escuchar a los instructores advertir a los estudiantes que no "hiervan todo el mar" al diseñar el ámbito de su proyecto de Sun Sigma. En vez de ello, se les enseña a concentrar los proyectos cuidadosamente, de modo que puedan terminarse en un plazo relativamente breve. Éste es un reconocimiento importante del

hecho de que las corporaciones no son monolitos, sino que más bien están compuestas de muchas piezas y procesos entrelazados.

El proceso de construir un éxito tras otro ha producido un profundo impacto en la capacidad que tiene Sun de satisfacer las necesidades de los clientes. Y eso es importante en un entorno de negocios con tantos desafíos como el actual. En Sun sabemos que nadie es perfecto. Pero nos daremos por satisfechos si llegamos a un 99.997% de la perfección.

ANEXO II “EL ÉXITO DE SEIS SIGMA EN EMPRESAS ESPAÑOLAS”

En 1995, Jack Welch, el mítico ex presidente de General Electric, cayó rendido ante el modelo de gestión Seis Sigma. Esta metodología, que por aquel entonces contaba con treinta años de historia, está orientada a conseguir la máxima calidad y reducir costes. Cuatro años después, los analistas de Wall Street reconocieron que había sido el programa más revolucionario en términos de resultados, permitiendo un ahorro anual de costes del 10%.

“Welch fue el trampolín que popularizó Seis Sigma. Se enamoró perdidamente de él, lo implantó en todas sus unidades de negocio y obligó a todos sus proveedores a adoptarlo”, señala Ignacio Babé, consejero director general del Instituto Juran. Este organismo, especializado en Seis Sigma, está ayudando a varias compañías españolas a implantar esta metodología. La aerolínea Iberia, la eléctrica asturiana Hidrocantábrico, la compañía de aguas Veolia Water Systems y la empresa del cobre Atlantic Copper, por ejemplo, han requerido su ayuda para seguir los pasos de Jack Welch.

Plan de carrera

“Cada vez más compañías españolas están apostando por esta metodología”, señala Babé, aunque advierte que requiere un gran esfuerzo de recursos de personal. “Las grandes multinacionales necesitan que el uno por ciento de su plantilla sea Black Belt (especialistas en Seis Sigma dedicados al desarrollo del programa y a formar al resto de empleados, y un cinco por ciento Green Belt (siguiente nivel de responsabilidad que sirven de respaldo a los Black Belt)”.

Seis Sigma cuenta con cuatro niveles de responsabilidad. La primera corresponde al consejero delegado, que es quien debe impulsar y dirigir todo el proyecto. Luego están los Máster, que son directivos de primer nivel responsables de los procesos a mejorar. Tras ellos aparecen los Black Belt, que en ocasiones se dedican en exclusiva a Seis Sigma, y los Green Belt. “Algunas compañías cuentan con otro nivel más que son los Yellow Belt”, añade Babé.

El nombre de los especialistas proviene del mundo del kárate, donde los deportistas son capaces de romper un bloque de ladrillos gracias a que concentran toda su fuerza en un punto. De igual modo, los especialistas en Seis Sigma son capaces de orientar todos sus esfuerzos a los puntos básicos de cada proceso para conseguir la máxima calidad y eliminar errores.

“Si la alta dirección no capitanea el proceso, el resto de la plantilla tampoco se lo creará. Hay que tener en cuenta que, durante un tiempo, habrá gente trabajando al 120%. Para que esto se sostenga, requiere un claro compromiso y comunicación desde la alta dirección y plan de incentivos para los participantes”, explica Javier Florez, director de calidad de Hidrocantábrico.

La eléctrica, que comenzó a implantar Seis Sigma el pasado mes de enero, ha diseñado un plan de incentivos para los participantes en el proyecto. Por el momento, sus esfuerzos se están viendo recompensados.

“Los 16 proyectos con los que empezamos tenían previstos unos ahorros 1,7 millones de euros. Ya hemos terminado tres, el resto está previsto para septiembre, y vamos a doblar previsiones, con unos ahorros de 3,4 millones de euros, gracias a que uno

de los proyectos ha aportado unos beneficios de dos millones de euros, cuando habíamos estipulado 100.000 euros”, explica Florez.

El pasado 6 de julio, Hidrocantábrico inició otros 13 proyectos que prevén conseguir unos ahorros de 1,1 millones de euros. El pasado ejercicio, la compañía ganó 30,97 millones de euros.

Cuanto más, mejor

La aerolínea Iberia fue una de las pioneras en España en adoptar la metodología Seis Sigma. “Hace siete años empezamos a trabajar con General Electric en temas de mejora y adoptamos su idea de escalera hacia el cielo. Pero no fue hasta tres años después cuando empezamos a utilizar Seis Sigma, que es el máximo nivel de esa escalera”, recuerda Juan Carlos Navarro, director de calidad de la aerolínea.

Aunque en un principio le dio vértigo embarcarse en esta aventura, “porque es complicado de gestionar y requiere un gran esfuerzo”, ahora reconoce que ha merecido la pena. “General Electric nos formó gratis a los primeros seis Green Belt en su planta principal de motores aeronáuticos de Cincinnati (Ohio, Estados Unidos). Nos cedió un Black Belt para dirigir los cinco proyectos iniciales que realizamos en el área de mantenimiento de aviones y motores. Luego lo extendimos a otras áreas, pero siempre dentro del campo de la atención de clientes”.

Navarro defiende que para estos programas tengan éxito deben implantarse en actividades que se repitan mucho, como la salida de aviones, y que sean percibidas por los clientes.

“No interesa destinar recursos a proyectos que no ve nadie o que generan pocos beneficios, porque la gente pierde el interés. Además, es imprescindible que esas actividades se realicen continuamente porque así se consiguen muchas variables para medir errores”, explica.

Actualmente, Iberia cuenta con once Black Belt y 52 Green, que se estrenaron hace dos años tras terminar su colaboración con General Electric. En total, la aerolínea, que factura 4.402,4 millones de euros, ha puesto en marcha ochenta proyectos. Con una media de cuarenta proyectos activos, frente a los 10.000 de GE, los ahorros por oscilan entre 50.000 y 600.000 euros por proyecto. La nota negativa de la aerolínea es elevada tasa de mortandad, que alcanza al 15% de los proyectos. “La principal razón de que no lleguen a buen puerto es que no se ha hecho la selección correcta, y mueren en tres o cuatro meses”, destaca Navarro, que justifica estos datos negativos en el hecho de que “en servicios es más difícil aplicar Seis Sigma que en Industria, porque trabajamos con personas, no con máquinas”.

Detectar y corregir

“El corazón de Seis Sigma consiste mejorar la satisfacción de los clientes eliminando los defectos y, luego, diseñar nuevos productos y servicios sin defectos”. Para conseguirlo, cuenta con unas metodologías para detectar las variables de error y mejora”, apunta Babé.

El término Seis de este modelo hace referencia a los niveles de calidad, que van desde el 31%, o 690.000 defectos por millón, hasta llegar casi a la perfección: una calidad del 99,99966%, o poco más de tres errores por millón.

De media, la gran mayoría de las empresas se sitúan entre el niveles tres y el cuatro. Aunque existen gloriosas excepciones, como General Electric, que alcanza el 5,8. “El caso de General Electric es realmente impresionante, pero no se puede trasladar al resto de compañías, porque es un caso extremo. Lo bueno de Seis Sigma es que cada grupo puede adaptarlo a su propia naturaleza”, señala José Miguel Quintana, responsable de Seis Sigma en Atlantic Copper, que antes estuvo trabajando en esta misma área en GE.

El tamaño de la empresa es el primer signo de diferenciación a la hora de implantar este programa. “Nosotros contamos con 750 empleados y facturamos 800 millones. El presupuesto es tan ajustado que cualquier pequeños ahorro nos resulta fundamental, aunque sólo sean 10.000 euros”, dice Quintana.

Atlantic Copper se estrenó con Seis Sigma hace tres años y ya cuenta con 60 proyectos, 34 Black Belts y 50 Green Belts. Por el momento han terminado 25 proyectos con una media de ahorros que oscilan entre 75.000 y 100.000 euros de media. Sin embargo, su tasa de mortandad es una de las más altas, 25% de los proyectos. Además de los ahorros y la mejora de calidad, Quintana señala “la visibilidad que da Seis Sigma a la gente joven ante la alta dirección, que de otra manera no se habría dado cuenta del talento de estos profesionales”. General Electric ha ligado el plan de carrera a Seis Sigma, y todos sus directivos tienen que ser Green Belt. Veolia Water Systems todavía está dando sus primeros pasos, pero cuenta con la ventaja de la plena implicación del consejero delegado en España, José Ángel Legaz. “Empezamos en abril y estamos en la fase de diseño y construcción de once plantas piloto para el tratamiento de aguas –explica Legaz–. El 80% de los proyectos van orientados a mejorar la satisfacción de los clientes solucionando problemas crónicos,

como son los errores en las entregas, las facturas o el tiempo de espera. El otro 20% se dirige específicamente a reducir costes”.

La compañía, que factura 40 millones de euros, prevé ahorrar 400.000 euros con los pilotos, después de comprometerse con el proyecto de seis sigma.

ANEXO III "SEIS SIGMA EN MEXICO"**SEIS SIGMA EN MOTOROLA MEXICO**

En México la búsqueda de la calidad de Seis Sigmas es, asimismo, cada vez más constante. Según Carlos Rodríguez, gerente de sistemas de calidad de la planta de Motorola, en Guadalajara, todas las plantas tienen como tarea comunicar la filosofía Seis Sigmas a su personal a través de cursos que exhiben, principalmente, casos reales. Se plantean cuestiones tan sencillas como la generación de cheques de pago, y se evalúan en términos de Sigmas, es decir, midiendo la cantidad de defectos que contienen traduciéndolos con la tabla de valor Sigma, y comparando el resultado con la medida ideal de calidad de Seis Sigmas. Posteriormente se analizan con el grupo las fuentes de variación de donde suelen provenir los defectos y errores, y se buscan sistemas para reducir estos errores. Según Rodríguez, el método Seis Sigma guarda parecido con el Círculo de Deming en el cual se busca la calidad a través de establecer cuatro pasos: plan, ejecución, evaluación y nuevamente acción con los cambios necesarios. Sin embargo, Seis Sigmas mide y determina, estadísticamente, los errores en la ejecución, y posteriormente en la acción.

A pesar de los cambios propios que implica el crecimiento de esta planta, Motorola en México mantiene los niveles de calidad a través de la asesoría y supervisión de especialistas a quienes el sistema Seis Sigmas llama "Cintas negras": ingenieros de métodos estadísticos que conocen perfectamente la filosofía Seis Sigmas, así como los procesos de cada planta. Estos supervisores fungen en la empresa como asesores, ensañan a otros los métodos y controles y monitorean constantemente que en todas las áreas de la planta los procesos se mantengan en el menor número de errores posible, es decir, mantengan el nivel Seis Sigmas.

CFE Y SU COMPROMISO CON SEIS SIGMA

Julián Adame Miranda, subdirector técnico de la Comisión Federal de Electricidad, reconoce que el servicio eléctrico es un importante elemento de competitividad para cualquier país, porque las inversiones extranjeras requieren servicios de calidad. Destaca que la CFE suministra a sus clientes calidad en la energía eléctrica, aunque “la tarifa es una de las preocupaciones de los clientes, el tema es muy difícil, porque algunos dicen ‘me cobras caro’, pero uno no sabe si realmente es caro o se trata de un consumo irracional”.

Esa demanda del cliente la toma en cuenta la empresa, aunque “en este asunto de los costos de la energía también tiene que ver con Hacienda y otros elementos”. El considera que la globalización del mundo demanda competitividad de gobiernos, empresas y trabajadores para ofrecer servicios de calidad, por ello, la CFE da las herramientas a sus trabajadores que han permitido colocar a la empresa entre las más eficientes a nivel mundial.

De 80 mil trabajadores, 32 mil han recibido al menos un certificado en competencia laboral y “se han otorgado 65 mil certificados”, además, los estándares a nivel mundial contemplan 5 días de capacitación cada año por trabajador, en la CFE los empleados reciben 9 días.

Lo fundamental, ha sido la participación de nuestro sindicato, que ha impulsado la política de ganar-ganar en beneficio de empleados, CFE y el país. “ El sindicato de CFE es el único sindicato en el país que acepta el ascenso de los trabajadores por conocimiento no por antigüedad”.

En el proceso de capacitación, la ventaja para el trabajador es que pueden realizar estudios de ingenierías, maestrías o postgrados sin costos para ellos.

En cuanto a la empresa, destaca que la eficiencia y competitividad se ha logrado a través de los convenios de productividad firmados hace 10 años. “El director Elías Ayub asume este liderazgo de la empresa y ahora somos los mejores”. Menciona que las dependencias del gobierno federal tienen el compromiso con el presidente Fox de obtener la certificación ISO-9000, y establecer modelos de calidad a través del programa Intragob. “El grupo que coordina estos programas de competitividad es la CFE, que asesora a varias secretarías. Sólo les hemos transmitido nuestras experiencias de éxito”, manifiesta Adame Miranda. El siguiente paso, concluye, es comenzar a aplicar el programa Seis Sigma que es en la clasificación en la que se encuentran las empresas más competitivas a nivel mundial.

ANEXO IV “CALCULO DEL NIVEL DE SIGMA EN LA UVAQ, EN BASE A EL PORCENTAJE DE ASISTENCIA Y SU IMPLICACION ECONOMICA”

Como ultimo anexo y para concluir con esta tesina, se presenta el caso practico que se realizó en la Universidad Vasco de Quiroga, con el apoyo y colaboración de los directores de las carreras escolarizadas, carreras a las que se limito el caso. Como se menciona en el titulo del anexo, el caso se desarrolla en base al porcentaje de asistencias que maneja la Universidad en el caso de los profesores y alumnos, indicador a partir del cual se realiza el calculo del nivel de sigma con el que opera la Universidad y posteriormente se traducirá este nivel de sigma y porcentajes de aprovechamiento de las clases programadas a un indicador de carácter económico para que el resultado sea mas significativo, para este ultimo paso también se contó con el apoyo y colaboración del área de Recursos Humanos que facilito el tabulador de salarios, vigente a partir del primero de agosto del año en curso.

A) PANORAMA ACTUAL

Como primer paso se muestra la siguiente tabla que presenta las horas programadas de clase de manera semanal de cada carrera y el porcentaje de asistencia que se maneja por carrera; y posteriormente se muestra una proyección de las horas programadas de manera semestral tomando como base que el semestre consta de 17 semanas en todas las carreras con excepción de la carrera de Arquitectura que contempla un programa semestral de 16 semanas, situación considerada a la hora de realizar la proyección. También se tomaron en cuenta para la proyección semestral el número de grupos con los que cuentan las carreras en sus diferentes semestres.

PROGRAMACIÓN SEMANAL Y PORCENTAJES DE ASISTENCIA.

Carrera	Horas a la semana	Horas impartidas por profesores con licenciatura.	Horas impartidas por profesores con maestría.	Horas impartidas por profesores con doctorado.	% de asistencia	
					Alumnos	Profesores
Ingeniería Industrial	152	107	45		90	95
Arquitectura	326	224	90	12	86	92
Ciencias de la Comunicación	123	108	15		95	95
Admón. De Empresas	145	85	60		92	96
Contabilidad	144	88	56		94	97
Psicología	161	97	64		95	96
Ingeniería en Sistemas	135	102	32		87	95
Comercio Internacional	173	154	20		85	90
Derecho	135	128	7		87	91
Diseño	392	388	4		90	97
Nutrición	61	11	50		92	98
TOTAL	1947	1492	443	12	90.27%	94.72%

PROGRAMACIÓN SEMESTRAL DE CLASES Y EL PORCENTAJE QUE REPRESENTA.

	Total de horas programadas en el semestre	Horas impartidas por profesores con licenciatura.	Horas impartidas por profesores con maestría.	Horas impartidas por profesores con doctorado.
	32773	25140	7441	192
Porcentaje que representa	100%	76.71%	22.70%	0.59%



TABLA CON LA TABULACIÓN DE SALARIOS EN LA UVAQ VIGENTE A PARTIR
DEL PRIMERO DE AGOSTO

PAGO POR HORA A PROFESORES CON LICENCIATURA	PAGO POR HORA A PROFESORES CON MAESTRIA	PAGO POR HORA A PROFESORES CON DOCTORADO
\$84.00	\$90.00	\$104.00

TABLA CON LA PROYECCION SEMESTRAL DE PAGOS A PROFESORES

PAGO POR HORA A PROFESORES CON LICENCIATURA	PAGO POR HORA A PROFESORES CON MAESTRIA	PAGO POR HORA A PROFESORES CON DOCTORADO
\$2,111,760.00	\$ 669, 690.00	\$ 19.968.00
TOTAL		\$2,801,418.00

Ahora bien tomando en cuenta que el porcentaje de asistencias de los alumnos en el UVAQ del 90.27 %, tenemos un porcentaje de fallo de 9.73 %, considerando esto es posible calcular el nivel de sigma que tiene la UVAQ en lo referente al aprovechamiento de las clases programadas. Para simplificar el cálculo del nivel sigma se recomienda emplear la planilla de cálculo Excel con la siguiente formula:

$$=-\text{DISTR.NORM.ESTAND.INV}(\text{DPMO}/1000000)+1,5$$

Obteniendo como resultado un nivel de sigma en lo referente al porcentaje de los alumnos es de **2.8 SIGMA**, lo que representa un total de **97, 300 DPMO**. En lo que se refiere al sentido económico de estos cálculos, se interpreta que se aprovechan únicamente \$ 2,528,840.02 y se desaprovechan \$ 272,577.97.

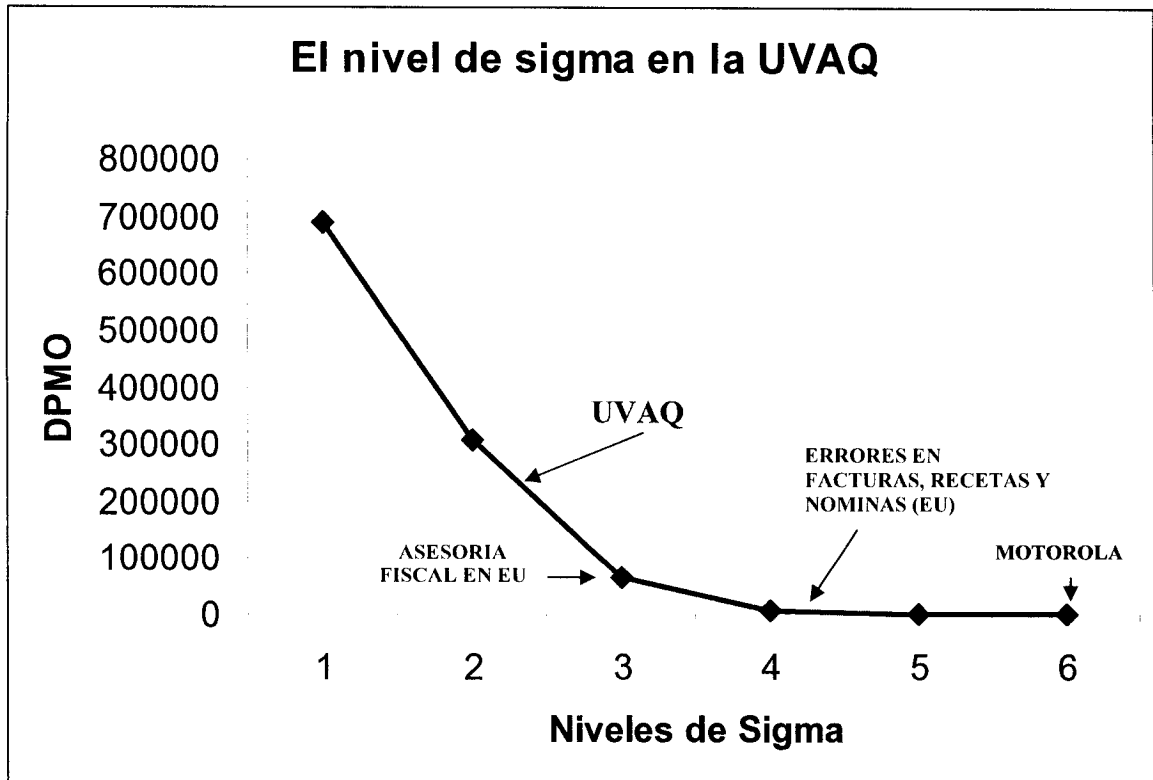
Ahora bien tomando en cuenta que el porcentaje de asistencias de los profesores en el UVAQ del 94.72 %, tenemos un porcentaje de fallo de 5.28 %, considerando esto es posible calcular el nivel de sigma que tiene la UVAQ en lo referente al aprovechamiento de las clases programadas. Para simplificar el cálculo del nivel sigma se recomienda emplear la planilla de cálculo Excel con la siguiente formula:

$$=-\text{DISTR.NORM.ESTAND.INV}(\text{DPMO}/1000000)+1,5$$

Obteniendo como resultado un nivel de sigma en lo referente al porcentaje de los profesores es de **3.1 SIGMA**, lo que representa un total de **52, 800 DPMO**. En lo que se refiere al sentido económico de estos cálculos, se interpreta que se aprovechan únicamente \$ **2,653,503.13** y se desaprovechan \$ **147,914.87**.

Retomando los niveles de sigma calculados tenemos que los alumnos se manejan en un nivel de **2.8 SIGMA** situación que se encuentra por debajo del nivel mínimo esperado en una organización que espera operar en niveles de calidad aceptable o buena que para hablar de esto necesitaríamos estar por encima de **3 SIGMA** situación que si se obtiene en los profesores con el **3.1 SIGMA**, aclarando que aunque se hable de que estar en un nivel de buena calidad estos niveles de sigma dista mucho de ser de clase mundial.

Ahora para tener una referencia grafica se presenta a la UVAQ comparada con algunas organizaciones que manejan políticas de calidad de Seis Sigma.



B) POLITICA UVAQ

Ahora bien tomando en cuenta que el porcentaje de asistencias para alumnos que por política maneja la UVAQ del 80 %, tenemos un porcentaje de fallo de 20 %, considerando esto es posible calcular el nivel de sigma que tendría la UVAQ si se aprovechara solo el mínimo porcentaje que se considera por política. Para simplificar el cálculo del nivel sigma se recomienda emplear la planilla de cálculo Excel con la siguiente formula:

$$=-\text{DISTR.NORM.ESTAND.INV}(\text{DPMO}/1000000)+1,5$$

Obteniendo como resultado un nivel de sigma en lo referente al porcentaje de los profesores es de **2.3 SIGMA**, lo que representa un total de **200, 000 DPMO**. En lo que se

refiere al sentido económico de estos cálculos, se interpreta que se aprovechan únicamente \$ 2,241,134.4 y se desaprovechan \$ 560,283.6.

Retomando los montos que son desaprovechados en los diferentes niveles de sigma considerados hasta el momento, tenemos lo siguiente:

NIVEL DE SIGMA	INVERSION NO APROVECHADA
2.8	\$272,577.90
3.1	\$147,914.87
2.3	\$560,283.60

Se puede observar que los montos económicos desaprovechados en un semestre resultan ser bastante significativos y podrían representar inversiones no realizadas en beneficio de alguna de las áreas o programas de la Universidad.

C) OPCION DE MEJORA

En este apartado es momento de pensar en que tan sustancioso resultaría una modificación en la política de la UVAQ en lo que se refiere al porcentaje de asistencias con que debe cumplir un alumno se podría aumentar de 80 % a 90 % como mínimo lo que permitiría de entrada estandarizar el porcentaje de asistencia que actualmente se maneja y permitiría además elevar como consecuencia el nivel de sigma y se podría pensar en tener niveles de asistencia que oscilen entre 93% y 95%, esto representaría un porcentaje de desaprovechamiento entre 7% y 5% considerando esto es posible proyectar el nivel de sigma que tiene la UVAQ en lo referente al aprovechamiento de las clases programadas. Para simplificar el cálculo del nivel sigma se recomienda emplear la planilla de cálculo Excel con la siguiente formula:

$$=-\text{DISTR.NORM.ESTAND.INV}(\text{DPMO}/1000000)+1,5$$

Esta propuesta permitiría a la UVAQ tener niveles de sigma entre **3 SIGMA y 3.1 SIGMA**. En lo que se refiere al sentido económico de estos cálculos, se interpreta que se desaprovecharían entre **\$ 196,099.26 y \$ 140,070.9**, esto representa una disminución en los montos económicos desaprovechados con relación a la situación actual, de entre el **69% y 50 %**.

Para concluir con este anexo creo que los resultados reflejados en el presente trabajo, muestran que al menos en el sentido del aprovechamiento de la inversión que se hace en la impartición de clases la Universidad Vasco de Quiroga no se tienen los niveles de calidad que quizás se desearía tener, y que tal vez un replanteamiento en la política de asistencia no solo deberá representar un beneficio de carácter económico si no que impactara también en el primer principio de Seis Sigma que es el enfoque genuino del cliente pues un mayor aprovechamiento de clases se dará como resultado una mejora en la preparación de los alumnos y por ende una mayor satisfacción con el servicio recibido.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES.

- ✚ Crosby, Philip B. – Hablemos de calidad – McGraw Hill.

- ✚ Chowdhury, Subir – El Poder de Seis Sigma – Prentice Hall.

- ✚ Castro, Cecilia de – Seis Sigma, el último grito de la calidad.

- ✚ Brue, Greg – Seis Sigma para Directivos – McGraw Hill.

- ✚ Mike George, Dave Rowlands - ¿Que es el Seis Sigma Esbelto? – Panorama Editorial.

- ✚ Gustavo Gutiérrez Garza – Aterrizando Seis Sigma, del concepto a la practica – Ediciones Castillo.

- ✚ Jay Arthur - Six Sigma Simplificado – Panorama Editorial.

- ✚ www.seissigma.com