

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y SOFTWARE



Docente: Rivas Peña, Marcos

Tema: Seis Sigma

Ciclo: IV

Horario: Martes 8:00am – 1pm

Integrantes: Tardeo Segovia Ronald Edison	18200227
Ticona Barrantes Fabio	18200200
Saldaña Garcia Cristhian Erick	18200189
Zedano Romani Alex Antony	18200210

Lima – Perú

2019

METODOLOGÍA DE LOS SEIS SIGMA

1. Los Seis Sigma

Seis Sigma es una metodología, que representa el número de desviaciones estándar obtenidas a la salida del proceso. Su objetivo principal es aumentar la capacidad de los procesos, de manera que estos produzcan los mínimos defectos por millón de unidades producidas. Estos defectos deben ser imperceptibles para el cliente.

Seis Sigma nace de una filosofía que apareció en los años ochenta creada por el ingeniero Mikel Harry, por medio de la evaluación y análisis de la variación de los procesos en la empresa Motorola. Quien fue la primera empresa en implantar esta metodología como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad. Debido a la globalización, las empresas del sector industrial y comercial empezaron a desarrollar técnicas para optimizar los procesos y mejorar su competitividad y productividad. Esta metodología también se enfoca en la mejora continua. Se compone de un diseño robusto además de establecer tolerancias para definir un estándar y saber que productos tienen o no la suficiente calidad para salir al mercado.

Actualmente muchas de las organizaciones cuentan con este sistema como estrategia de negocio para aumentar su rentabilidad y mejorar la calidad de sus productos y servicios.

1.2 MÉTRICA DE LOS SEIS SIGMA

El nivel sigma se utiliza generalmente como una medida dentro de las “Técnicas Seis Sigma”, además de cambios o movimientos “Típicos” de -1.5σ - $+1.5\sigma$ de la media. La relación de los diferentes niveles de calidad sigma a otro no es lineales, pues el paso de un nivel de calidad hacia otro, implica que el porcentaje a un nivel mayor sea mucho más grande. A continuación se presenta la siguiente tabla para entender este concepto.

Nivel actual	Cambio	Factor de mejora requerido
3 σ	4 σ	10x
4 σ	5 σ	30x
5 σ	6 σ	40x

Tabla N° 1. Factores de mejora de un nivel a otro.

Al realizar una comparación del nivel de calidad sigma de varias empresas se determinó el promedio general, presenta un nivel 4 σ aproximadamente. Las empresas que presentan 6 σ son denominadas de “Clase Mundial”. El objetivo de la implementación Seis Sigma es precisamente convertirse en una empresa de Clase Mundial. A continuación se presenta la métrica de Seis Sigma, en donde las partes deben de ser manufacturadas consistentemente y estar dentro del rango de especificaciones. En la figura se muestran los parámetros de los niveles 3 y 6 sigma.

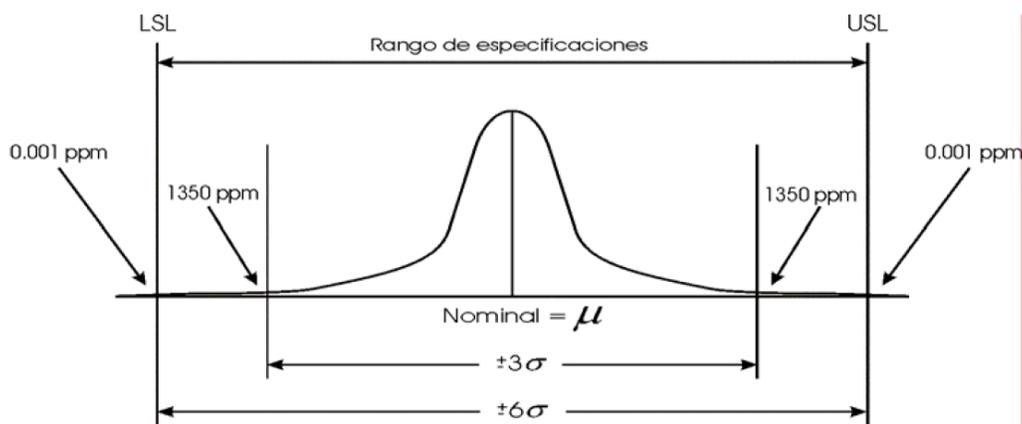
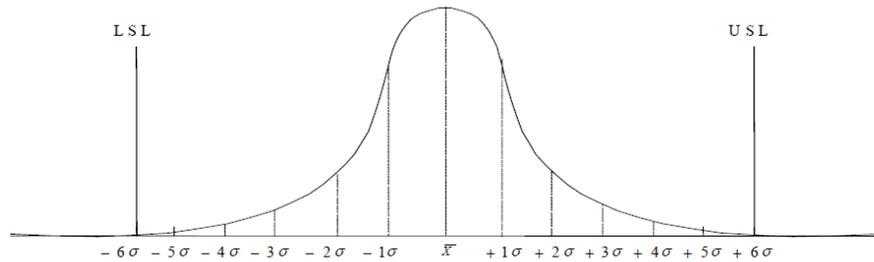


Figura N° 1. Numero de partes por millón (ppm) que estarán que estarán fuera de los límites de especificación usando como limite el valor de cada desviación estándar.



Límite de especificación	Porcentaje	Defectos ppm
$\pm 1\sigma$	68.27	317,300
$\pm 2\sigma$	95.45	45,500
$\pm 3\sigma$	99.73	2,700
$\pm 4\sigma$	99.9937	63
$\pm 5\sigma$	99.999943	0.57
$\pm 6\sigma$	99.999998	0.002

Tabla N° 2. Distribución normal centrada.

En la figura 2, se muestra una distribución centrada de los límites de especificación, se tendrá solo una porción de 0.002 ppm.

La variación a lo largo del tiempo en el centrado del proceso provoca que la medida de la distribución tenga un desplazamiento -1.5σ - $+1.5\sigma$. Esto proporciona una idea real de la capacidad del proceso a través de varios ciclos de manufactura en el tiempo, el desplazamiento puede ser en dirección positiva o negativa, pero nunca se de manera simultánea.

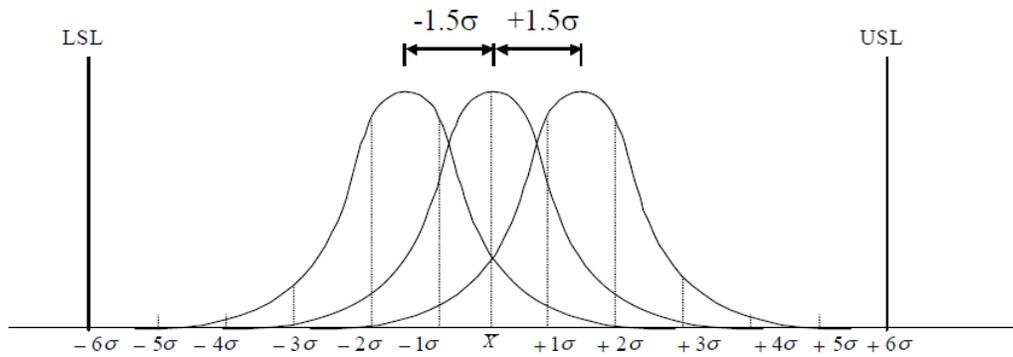


Figura N° 2. Distribución normal descentrada 1.5σ

Cuando se hizo la tabla N° 2, esta precisa la medida que describe el grado en el cual el proceso cumple los requerimientos de la **Capacidad del Proceso**, los índices que se utilizan son Cp y Cpk.

Un nivel Seis Sigma tiene la habilidad de lograr índices de 2.0 y 1.5 respectivamente. Para lograr esta capacidad la meta a alcanzar es, que se genere un 99.99966% de piezas o productos con calidad, no más de 3.4 defectos en un millón de piezas o productos producidos en el largo plazo.

Límite de especificación	Porcentaje	Defectos ppm
-1σ - +1σ	30.23	697,700
-2σ - +2σ	69.13	308,700
-3σ - +3σ	93.32	66,810
-4σ - +4σ	99.379	6,210
-5σ - +5σ	99.9767	2,33
-6σ - +6σ	99.99966	3,4

2. Mediciones para Seis Sigma

Para representar la distribución o dispersión alrededor de la media de cualquier proceso se usa la letra del alfabeto griego Sigma (σ). Seis Sigma es una filosofía de administración, con el fin de mejorar procesos, manteniendo el valor objetivo y reduciendo la variación.

Es muy importante la medición de los procesos en términos cuantificables y monitorear las mejoras a través del tiempo

Una Buena utilización de las métricas pueden afectar positivamente a los resultados de un negocio, disminuyendo la probabilidad de encontrar defectos.

2.1 Definiciones Básicas

1. **Unidad (U):** Es un artículo producido o procesado disponible para evaluación contra un criterio o estándar predeterminado
2. **Defecto (D):** Cualquier defecto que no cumpla la especificación de un CTQ o cuando una característica no cumple con el estándar
3. **Falla:** Resulta cuando una característica no tiene el desempeño estándar.
4. **Error:** Resulta cuando una acción no cumple con el estándar
5. **Defectuoso:** Unidad que tiene uno o más defectos
6. **Defectos por unidad (DPU):** Es la cantidad de defectos en un producto

$$DPU = \frac{D}{U}$$

7. **Defectos por oportunidad (DPO):**

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

8. **Rendimiento total de producción o rendimiento estándar (Yrt):** Es el rendimiento real a través de todos los procesos productivos sin reproceso o reparación. Probabilidad de que una unidad pase por todos los pasos con 0 defectos.

$$Yrt = Y_1 \times Y_2 \times Y_3 \times \dots \times Y_n$$

$$Yrt = e^{-DPU}$$

9. Oportunidad de defectos (O): Cualquier característica que pueda medirse y de una oportunidad de no satisfacer un requisito del cliente.

- Características Críticas para la Satisfacción (CTS), se refiere a las necesidades vitales del cliente.
- Estas se traducen a Características Críticas para la Calidad, Entrega y Costo (CTQS, CTDs y CTSs) las cuales tienen un impacto en las CTSs.
- Las Características Críticas para el Proceso (CTPs), tienen impacto en las anteriores características y son Oportunidades para control.

10. Defectos por millón de oportunidades (DPMO): Es el número de defectos encontrados en cada millón de unidades

11. Rendimiento estándar o de primera pasada (YFT): Es el porcentaje de producto sin defectos antes de realizar una revisión del trabajo efectuado

12. Rendimiento al final o de línea final (YLT): Es el porcentaje de producto sin defectos después de realizar la revisión del trabajo, solo observa la calidad del producto terminado. Siempre será mayor al YRT.

3. Cálculo de los Sigmas del Proceso

3.1 Tabla de conversiones de sigma

Tabla de conversión: nivel en sigma a partir de los DPMO
(A largo Plazo)

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

99,999966 6,00 3,4

3.2 DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES (DPMO)

Ejemplo 1

Un proceso de manufactura de mesas para teléfono tiene cuatro subprocesos: fabricación de patas, bastidor, cubierta y pintura. Se toman los datos de 1510 mesas fabricadas y se observa la siguiente información. Calcule el Sigma del proceso.

Subproceso	Defectos	Oportunidades/ Unidad
Patas	512	20
Bastidor	312	8
Cubierta	96	10
Pintura	14	2
Totales:	934	40

Número de unidades procesadas = 1510

Número total de defectos = 934

Defectos por oportunidad (DPO) = $\frac{DEFECTUOSO}{NUMERO DE UNIDADES * OPORTUNIDADES}$

DPMO = DPO*10⁶ = 0.015463* 1, 000,000 = 15,463

De la tabla de conversión de sigma (al final del artículo) determinamos el valor que más se acerca a 15,463 siendo este: sigma = 3.63

3.3 (YIELD) Rendimiento de primera pasada (Y_{FP}) y ultima pasada (Y_{LP})

El número de defectos puede medirse antes o después de que se detecten o corrijan estos.

Los resultados se expresan en porcentaje (%) y el número de (DPO) o (DPMO).

Ejemplo 2

Una planta de productos alimenticios empaca cierto tipo de quesos en una de sus líneas. La producción en un turno es de 5,000 unidades.

Existen 3 oportunidades de defecto en cada unidad:

- Mal sellado del empaque
- Producto maltratado
- Empaque roto

Se encontraron 70 defectos, de los cuales 20 se encontraron antes de ser enviados a la línea de empaque final, después de esto 50 defectos todavía subsisten. Se pide calcular YFP y YLP.

a. Rendimiento de Primera pasada Y_{FP}

$$DPMO = 0.0046 \times 1,000,000 = 4,666.66$$

$$Y_{FP} = 1 - DPO = 1 - 0.0046 = 0.9953 = 99.53\%$$

b. Rendimiento de Línea final Y_{LP}

$$Y_{LP} = 1 - 0.0033 = 0.9967 = 99.67\%$$

Observamos que el rendimiento de línea final es mayor que el rendimiento de primera pasada.

3.3.1 Rendimiento real o estándar (Y_{RT})

Mide la probabilidad de pasar por todos los subprocesos sin un defecto

Y_{RT} = El producto del resultado de cada paso

Rendimiento sensible a pasos y defectos en los pasos.

Ejemplo 3

Un proceso con cinco subprocesos tienen los rendimientos siguientes de throughput: 0.97, 0.92, 0.99, 0.98 y 0.96.

El Rendimiento Estándar $Y_{RT} = 0.97 \times 0.93 \times 0.99 \times 0.98 \times 0.96 = 0.8311$

⇒ 83.1%, es la probabilidad de que el producto pase sin error.

3.3.2 Rendimiento Normal (Y_N)

Debido a que cada paso de un proceso tendrá su propio nivel sigma, ¿cómo podemos encontrar un “promedio” de nivel sigma de todo el proceso? Este “promedio” de nivel sigma podría ser práctico. Para comparar procesos de diferentes complejidades.

El rendimiento normal mide el promedio de rendimientos por los pasos del proceso.

Es el promedio exponencial basado en el número de pasos del proceso, no es un promedio aritmético.

$$Y_N = \sqrt[n]{Y_{RT}}$$

, donde n es igual al número de pasos en el proceso y Y_{RT} es el rendimiento de producción estándar.

Ejemplo 4

En un proceso con 3 pasos tenemos los siguientes Y_{FT} :

Paso 1: 78%, Paso 2: 85%, Paso 3: 97%

Calcular Y_N

Primero calculamos $Y_{RT} = 0.64311$

$$Y_N = \sqrt[3]{0.64311} = 0.86316 = 86.3\%$$

Nota: El rendimiento Normal es el promedio del rendimiento del proceso. Sigma es calculado a partir de un rendimiento Normalizado.

3.3 Variación a largo plazo vs. corto plazo (Z-Value)

a. Nivel Z a corto plazo (Nivel ZCP)

El Nivel Z a corto plazo se calcula utilizando la desviación estándar a corto plazo del proceso. Es una medida de cómo funcionaría el proceso actual si usted pudiera mantener constante la variación a corto plazo, que es lo ideal, o la acreditación del proceso.

b. Nivel Z a largo plazo (Nivel ZLP)

El nivel Z a largo plazo se calcula utilizando la desviación estándar general del proceso. Es una mejor medida de la realidad, porque por lo general no podemos mantener la variación a corto plazo en el tiempo. Representa la calidad que el cliente recibe realmente.

Los estadísticos de nivel Z pueden indicar la capacidad a corto plazo (potencial) o la capacidad a largo plazo (real) del proceso, dependiendo de si se calculan usando la desviación estándar a corto plazo o la general.

Normalmente, los profesionales presuponen un desplazamiento de 1.5σ , debido a que la media sufre un desplazamiento debido al cambio natural en los procesos.

$$Z_{ST} = Z_{LT} + 1.5$$

$$Z_{\text{Benchmark}} = Z_{YN} + 1.5$$

Donde:

Z_{ST} = Z a corto plazo.

Z_{LT} = Z a largo plazo.

Y_N = Rendimiento Normal

Ejemplo 5

Un proceso tiene un $Y_{RT} = 0.38057$ con 10 operaciones. Determine Y_N y $Z_{\text{Benchmark}}$

$$Z_{\text{Benchmark}} = 0.9079 + 1.5 = 2.4079$$

Mientras más grande sea el desplazamiento Z , más oportunidades tendrá de mejorar si puede controlar mejor el proceso y eliminar o reducir las causas especiales que crean la variación entre los subgrupos.

3.4 Cálculo de sigma en Excel

La sigma del proceso que es la sigma a corto plazo Z_{ST} se determina como sigue:

- 1. El rendimiento es igual a $Y_{RT} = 1 - DPU$ o $Y_{RT} = 1 - D / DPO$
- 2. La Z sigma a largo plazo $Z_{LT} = \text{distr.norm.estand.inv}(Y_{RT})$
- 3. La Z sigma a corto plazo o Sigma del proceso = $Z_{ST} = Z_{LT} + 1.5$

4. Diez pasos de Motorola para la mejora de procesos

Motorola sugiere una serie de pasos para mejorar el desempeño de los procesos usando la metodología Seis Sigma, como se muestra:

1. **Priorizar oportunidades de mejora:** Conocer y especificar los problemas haciendo las siguientes preguntas: cómo, cuándo, donde, por qué y quién. Indicar cuál es el impacto al cliente, confiabilidad, calidad del producto, costos de calidad.
2. **Seleccionar el equipo de trabajo adecuado:** Seleccionar un pequeño grupo de gente que conozca el producto / proceso, con la experiencia, disciplina y conocimiento en el área. Establecer el rol de cada miembro, Seleccionar un *Champion* que será el encargado de proporcionar los recursos, conducir y asesorar al grupo.
3. **Describir el proceso totalmente:** Mediante el uso de diagramas de flujo mostrar las variaciones del proceso. Incluyendo a la gente, los métodos, herramientas, instrumentos de medición y equipos.

4. **Análisis del desempeño de los sistemas de medición:** Evaluar: exactitud, repetitividad y reproducibilidad, linealidad y estabilidad del instrumento o indicador usado, para asegurar que la capacidad del mismo sea la adecuada, más del 10% de variación no se permite para características críticas o 30% máximo para características no críticas. La resolución del instrumento sea al menos 20 veces mayor que la magnitud que se va a comparar. Por ejemplo si la tolerancia es de 10 mm. el medidor debe tener una resolución o distancia entre marcas de al menos 0.5 mm.

5. **Identificar y describir los procesos y productos potencialmente críticos:** Enumerar todos los procesos críticos potenciales, mediante el uso de tormentas de ideas, datos históricos, reportes de rendimiento, análisis de falla etc.

6. **Aislar y verificar los procesos críticos:** Reducir la lista enfocándonos en los pocos vitales, identificar las relaciones de entrada y salida que provocan problemas específicos. Verificar las causas potenciales de variación en los procesos, usando diseño de experimentos, diagramas de dispersión, y diagramas multivariados.

7. **Estudio del desempeño del proceso y medición de la capacidad:** Identificar y definir las limitaciones de los procesos. Asegurar que los procesos sean capaces de alcanzar su máximo potencial. Determinar las especificaciones “reales”. Se considera que un proceso es capaz cuando $C_p \geq 1.6$, si el proceso es capaz se continúa con el paso 8. , de lo contrario se requiere tomar acciones de rediseño del proceso o del producto.

8. **Implementación de condiciones de operación y control óptimas:** Llevar a cabo un plan permanente de acciones correctivas para prevenir causas especiales de variación. Es necesario tener un proceso estable y predecible, por lo cual se deberá tener continuamente controles de proceso.

9. **Monitoreo de procesos a través de la mejora continua:** Los sistemas, métodos,

procedimientos deberán de ser modificados cuando sea necesario para evitar las causas especiales de variación. También será necesario identificar las acciones futuras requeridas para mejorar el proceso.

- 10. Reducir causas comunes de variación para alcanzar *Seis Sigma*:** Se deben reconocer las limitantes del proceso. Solamente a través de la reducción o eliminación de las causas comunes de variación, será posible alcanzar el nivel *Seis Sigma*.

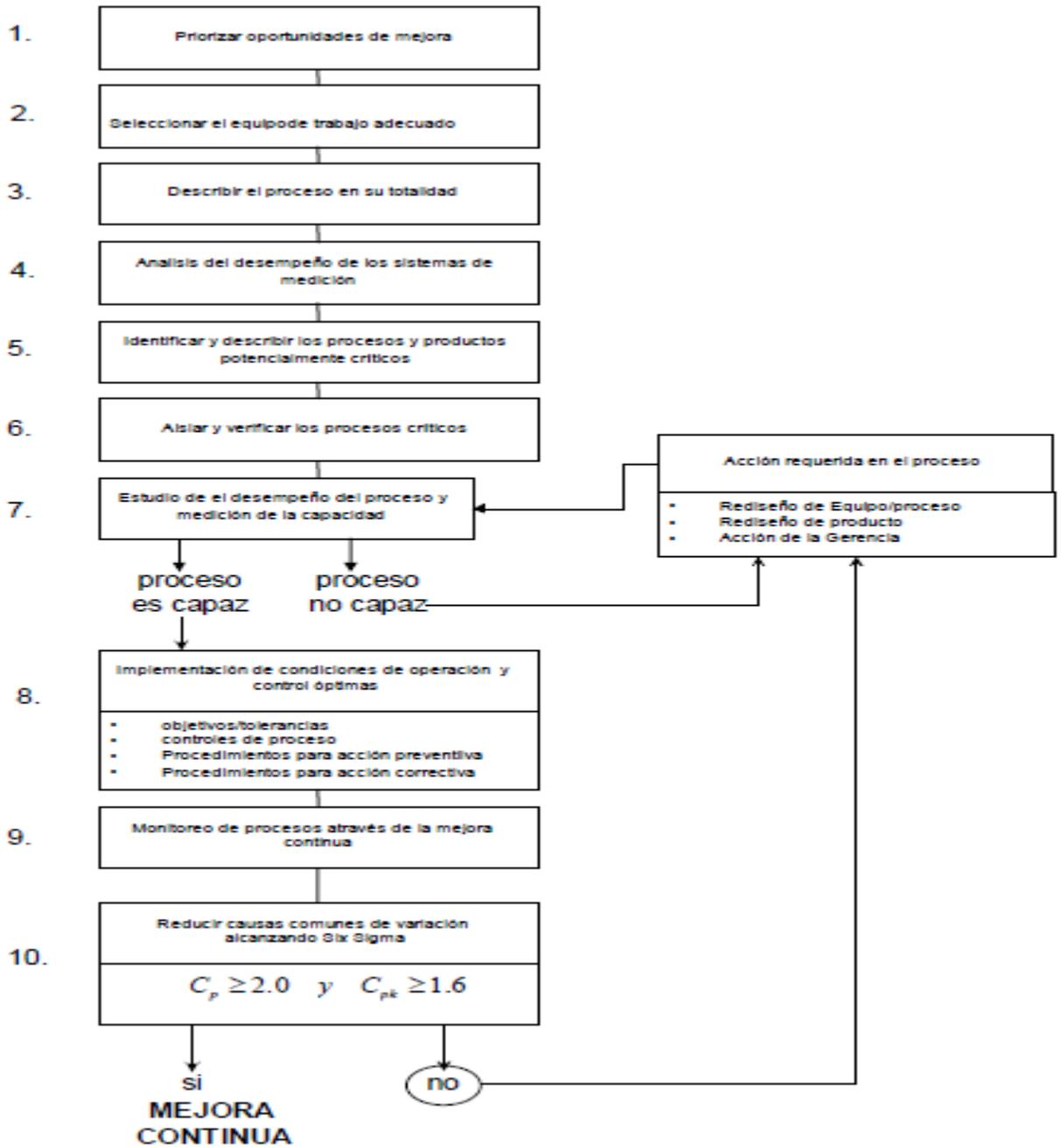


Figura N° 5. 10 pasos de Motorola para la mejora de procesos.

5. Las Fases de la Metodología Dmaic de la Metodología Seis Sigma

La metodología Seis Sigma es un método disciplinado de mejora de los procesos conformado por las fases siguientes: Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control (DMAIC), como se explican a continuación:

5.1 D – Definir

El primer paso es **definir las oportunidades, el alcance, los objetivos y los participantes**. En general, en este paso se define lo que se hará y cuál es el resultado esperado al final de la ejecución del ciclo. Una sugerencia importante es: reflexionar sobre las mejoras que se pueden realizar y centrarse en las más relevantes y viables. Brainstorming es una técnica que puede ser muy útil para usted en ese paso.

5.2 M – Medir

El objetivo de este paso es **recolectar datos e informaciones para analizar y evaluar el escenario actual**, preferentemente de forma cuantitativa y estadística, para así establecer bases para las mejoras pretendidas y, al final del ciclo, usted pueda comparar el escenario actual con el resultado obtenido y así verificar si las mejoras implantadas fueron satisfactorias. Usted puede contar con el apoyo de herramientas como el Diagrama de Ishikawa, Pareto, Matriz GUT o Causa y Efecto.

5.3 A – Analizar

El foco aquí es **identificar la causa raíz del problema**. Generalmente al analizar un proceso varias posibles causas raíz se identifican, pero la clave para el éxito de este paso es priorizar y validar la causa raíz del problema a tratar. Como resultado de este paso, se espera que se establezcan oportunidades de mejora. Utilizar el 5 Porqués es un enfoque interesante para ayudarte en la identificación y validación de la causa raíz.

5.4 I – Mejorar

Es el momento de **tratar las oportunidades de mejoras identificadas en el paso anterior**. Primero debe identificar las posibles soluciones para corregir y evitar la causa raíz del problema, a continuación, se recomienda probar para averiguar si la solución propuesta es efectiva, si no es así, debe ser repensada y replanificada; si el resultado de la prueba es prometedor, se debe implementar la acción. Sin embargo, puede que en esta etapa encuentre varias soluciones, no necesariamente todas necesitan ser probadas e implementadas, muchas de ellas sólo pueden ser identificadas y registradas para ser utilizadas en el futuro. De forma resumida, este paso consiste en:

- Identifique / Cree soluciones
- Concentrarse en las soluciones más fáciles y sencillas de implementar
- Pruebe las soluciones
- Cree un plan de acción (se puede adoptar la herramienta 5W2H)
- Implemente / Implante las mejoras

5.5 C – Controlar

El foco de este paso es **controlar las acciones del plan de acción** para que no se pierda. Para ello, es fundamental que usted defina criterios de control como, por ejemplo, listas de comprobación, metas y estadísticas que sirvan como fuente de información para el monitoreo de la implementación de las acciones. Usted debe verificar el desempeño del plan de acción para asegurar que los resultados deseados se alcancen y consecuentemente, lograr responder al final de ese paso si las acciones de mejoras implementadas han sido o no eficaces. La idea a ser fomentada en ese final de ciclo es: ¡Busque la mejora continua!

RESUMEN:

ETAPAS	OBJETIVOS	HERRAMIENTAS
DEFINIR	Identificar aspectos claves de la organización, definir clientes, sus requisitos y los procesos claves que	Diagrama Pareto, diagrama de flujo de proceso, histograma, oz del cliente, lluvia de ideas,

	pueden afectar a los clientes, es decir identificar posibles proyectos de mejora.	árbol crítico de la calidad, entre otras.
MEDIR	Obtener los datos reales sobre la situación actual.	Diagrama entrada-proceso-salida, análisis de capacidad de proceso, gráfico Pareto, gráficos de control.
ANALIZAR	Analizar los datos (procesarlos) recogidos, para determinar cuáles son las causas del mal funcionamiento de los procesos.	Diagrama de causa efecto, matriz de relación, correlación y regresión, análisis de varianza, muestreo.
MEJORAR	Establecer un plan de controles que garanticen que la mejora alcanzará el nivel deseado.	Planes de control, gráficos de control, capacidad de proceso.
CONTROLAR	Asegurar que los beneficios conseguidos se mantengan en el tiempo.	Técnicas analíticas, pruebas piloto.