



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Técnica Particular de Loja

ESCUELA DE CIENCIAS CONTABLES Y AUDITORÍA
MODALIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

**Propuesta para la implementación de la metodología Six Sigma a una
distribuidora del servicio de energía eléctrica**

Tesis de Grado previo la obtención
del título de Magíster en
**AUDITORÍA DE GESTIÓN DE LA
CALIDAD**

Autor: Jorge Fabián Yuccha Torres

Director: Msc. Pablo Arturo Martínez Vega

Centro universitario: Santo Domingo



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Técnica Particular de Loja

ESCUELA DE CIENCIAS CONTABLES Y AUDITORÍA
MODALIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

**Propuesta para la implementación de la metodología Six Sigma a una
distribuidora del servicio de energía eléctrica**

Tesis de Grado previo la obtención
del título de Magíster en

**AUDITORÍA DE GESTIÓN DE LA
CALIDAD**

Autor: Jorge Fabián Yuccha Torres

Director: Msc. Pablo Arturo Martínez Vega

Centro universitario: Santo Domingo

2011

Msc. Pablo Arturo Martínez Vega

DIRECTOR DE LA TESIS

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de investigación realizado por el estudiante: Jorge Fabián Yuccha Torres, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, ajustándose a las normas establecidas por la Escuela de Contabilidad y Auditoría, Modalidad Abierta y a Distancia de la Universidad Técnica Particular de Loja; por lo que autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Loja, 24 de junio de 2011

Msc. Pablo Arturo Martínez Vega

DIRECTOR DE LA TESIS

ACTA DE DECLARACIÓN Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Jorge Fabián Yuccha Torres, declaro conocer y aceptar la disposición del Art.67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Jorge Fabián Yuccha Torres
C.I: 1713457941

AUTORÍA

Las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Jorge Fabián Yuccha Torres
C.I: 1713457941

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi DIOS, por haberme brindado todo la sabiduría, esfuerzo, salud y fuerzas para cumplirlo y terminarlo.

A mi amada esposa, Janneth, por su todo su amor, apoyo incondicional y comprensión ante todo este trayecto, *gracias mi amor, te amo con todo mi corazón!*

A mis dos grandes alegrías, mis mellizos, que son mi razón de mi existencia, JORGE ANDRES y JORGE SEBASTIAN, *son la mayor bendición que DIOS me ha dado!*

A mis padres, Jorge Leonidas y Celia María, porque me han brindado todo de ellos, su amor y apoyo. Por sus consejos que me han influenciado a ser una persona sincera y honesta, *los llevo en mi corazón!*

Jorge Fabián Yuccha Torres

AGRADECIMIENTO

Después de este largo trayecto, me es muy satisfactorio estar escribiendo esta página. Desde aquí quiero expresar mis más sinceras gratitudes a quienes han hecho posible todo el desarrollo de esta tesis.

En primer lugar, doy gracias a mi DIOS, por haberme dado salud y ánimo para concluir este trabajo;

Agradecer a mi esposa e hijos, Janneth, Jorge Andrés y Jorge Sebastián, por haberme acompañado en todo este camino;

A mis padres y hermanos, por sus consejos de continuar superándome en mi carrera profesional;

También quiero agradecer a mis suegros, por su confianza y apoyo.

Un justo reconocimiento por escrito, a mi Director Pablo Martínez, por su labor de supervisión y comprensión al tiempo dedicado a la tesis en esta recta final. Desde aquí quiero agradecer su apoyo;

Le doy las gracias a la Universidad Técnica Particular de Loja, que me ha brindado la oportunidad de seguir creciendo en mi vida profesional.

Jorge Fabián Yuccha Torres

C.I: 1713457941

Si alguno de ustedes quiere construir una torre, ¿acaso no se sienta primero a calcular los gastos, para ver si tiene con qué terminarla?

San Lucas 14:28

INDICE DE CONTENIDOS

Hoja preliminar	I
Certificación del director	III
Cesión de los derechos	IV
Autoría	V
Dedicatoria	VI
Agradecimientos	VII
Resumen Ejecutivo	IX
Siglas y Abreviaturas	X
Glosario	XI
Introducción	XIII

CAPÍTULO I

SECTOR ELECTRICO NACIONAL DEL ECUADOR	1
1.1. Evolución del Sector Eléctrico en Ecuador.	2
1.2. Estructura del Sector Eléctrico en Ecuador	12
1.3. Problemas de las empresas eléctricas concesionarias de distribución y comercialización	16

CAPÍTULO II

ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1. Descripción de la metodología empleada en la investigación	21
2.2. Concepción de la idea de la investigación	22
2.3. Planteamiento del problema	24
2.4. Selección de las Variables	25
2.5. Objetivos de la investigación	26
2.6. Preguntas de la investigación	28
2.7. Definición de alcances de la investigación	28
2.8. Justificación de la investigación	29
2.9. Definición del tipo de la investigación	31
2.10. Relevancia de la investigación	32
2.11. Procedimientos de la investigación	33
2.12. Elaboración del marco teórico	36

CAPÍTULO III

Six Sigma	37
3.1. Historia de Six Sigma	38
3.2. Que es Six Sigma	41
3.3. Definiciones de Six Sigma	47
3.3.1. Facetas de Six Sigma	50

3.4.	Principios de Six Sigma	54
3.5.	Motivos para implementar Six Sigma	56
3.6.	Cuando se detecta la necesidad de Six Sigma	59
3.7.	Beneficios de Six Sigma	60
3.8.	Casos de Éxito de Six Sigma	63
3.8.1.	Motorola	64
3.8.2.	AlliedSignal	66
3.8.3.	General Electric	68
3.8.4.	Experiencias en ABB, Ford Motor, Toshiba, Du-Pont	71
3.9.	Mitos de Six Sigma	72
3.10.	Objetivos de Six Sigma	73
3.11.	Métricas y Estadísticas de Six Sigma	74
3.11.1.	Tipos de procesos	74
3.11.2.	Métricas e índices asociados	77
3.11.3.	Índices de capacidad de proceso	78
3.11.4.	Elementos defectuosos, defectos, errores o equívocos	80
3.11.5.	Análisis de potencial de proceso	81
3.11.6.	Índice de capacidad de proceso	82
3.11.7.	Partes por millón	83
3.12.	Metodologías de Six Sigma	88
3.12.1.	DFSS-Design for Six Sigma/Diseño para Six Sigma	89
3.12.2.	DMAIC/DMAMC Define/Definir, Measure/Medir, Analyze/Analizar, Improve/Mejorar, Control/Controlar	95
3.12.2.1.	Etapas de Definir	98
3.12.2.2.	Etapas de Medir	115
3.12.2.3.	Etapas de Analizar	120
3.12.2.4.	Etapas de Mejorar	124
3.12.2.5.	Etapas de Controlar	126
3.12.3.	Revisión de los proyectos Six Sigma	128
3.13.	Diferencia entre DFSS y DMAIC/DMAMC	132
3.14.	Six Sigma y otros marcos de Gestión	136
3.14.1.	Six Sigma y Total Quality Management/Gestión de calidad total	136
3.14.2.	Six Sigma e ISO 9000(Sistemas de Gestión de Calidad)	138
3.14.3.	Six Sigma y Reingeniería de procesos de Negocio(Business ProcessReengineering - BPR)	142
3.14.4.	Six Sigma y Lean Manufacturing	143
3.15.	Limitaciones de Six Sigma	147

CAPÍTULO IV

Estrategias para implementación de Six Sigma	151
4.1. Los caminos para alcanzar Six Sigma en los procesos técnicos y no-técnicos	152
4.1.1. Metodología para procesos no-técnicos	156
4.2. Modelo de implementación de la metodología Six Sigma en organizaciones de servicio	159
4.2.1. Estructura de implementación para Six Sigma	160

4.2.2. Factores Críticos de Éxito(FCE)/CriticalSucessFactors(CSFs)	161
4.2.3. Características de Calidad(CCC)/Critical-to-Quality(CTQ) characteristics	172
4.2.4. Indicadores Clave de Rendimiento(ICR)/Key Performance Indicators(KPIs)	175
4.2.5. Conjunto de Herramientas y Tecnicas / Set of tolos and techniques(STTs)	179
4.2.5.1. Esquemas de clasificación de herramientas y técnicas	180
4.2.5.1.1. Clasificación de ASQ	180
4.2.5.1.2. Matriz de Matrices	181
4.2.5.2. Interacción entre las herramientas y la estrategia Six Sigma	182
4.2.5.3. Herramientas para la fase DEFINICION	185
4.2.5.4. Herramientas para la fase MEDICION	190
4.2.5.5. Herramientas para la fase ANALISIS	208
4.2.5.6. Herramientas para la fase MEJORA	216
4.2.5.7. Herramientas para la fase CONTROL	217
4.3. Propuesta de factores necesarios para la implementación de Six Sigma	221

CAPÍTULO V

Propuesto de un modelo para la implementación de Six Sigma en una empresa de servicio 230

5.1. Misión, Objetivos y Valores	231
5.2. Conocimiento del negocio, cliente, competidores y el mercado	240
5.3. Estructura de la organización y procedimientos	244
5.3.1. Organización	247
5.3.2. Funciones y roles para Six Sigma	250
5.3.2.1. Coach (líder de implementación)	251
5.3.2.2. Champion (líder del proyecto)	252
5.3.2.3. Master Black Belt (Maestro Cinturón Negro)	254
5.3.2.4. Black Belt (Cinturón Negro)	256
5.3.2.5. Green Belt (Cinturón Verde)	258
5.3.2.6. YellowBelt (Cinturón Amarillo)	258
5.3.3. Diferencia entre Green Belt y los Círculos de Calidad	261
5.4. Percepción del concepto de calidad, indicadores y métricas	262
5.5. Compromiso con el cambio	263

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 274

6.1. Resumen de la revisión Bibliográfica	275
6.2. Resumen de los resultados	279
6.3. Análisis crítico del trabajo	282
6.3.1. Análisis crítico respecto al problema de investigación	282
6.3.2. Análisis crítico en cuanto a los objetivos	283
6.3.3. Análisis crítico en cuanto a las preguntas de la investigación	285

6.3.4. Dificultades	287
6.4. Limitaciones	287
6.5. Conclusiones	288
6.6. Recomendaciones	290
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA	292
ANEXOS	300
A – Mapa de procesos de empresa de servicios de distribución de energía eléctrica	301
B – Herramientas fundamentales para Six Sigma	316
C – Comparación de varios métodos de calidad	337

		PAGINA
1.	Figura Nro. 1.1; Estructura de operación de INECEL	4
2.	Figura Nro. 1.2; Evolución del Sector eléctrico Ecuatoriano	12
3.	Figura Nro. 1.3; Estructura Sector Eléctrico Ecuatoriano	14
4.	Figura Nro. 3.1; Resumen de la historia de Six Sigma	41
5.	Figura Nro. 3.2; Desempeño de Six Sigma	43
6.	Figura Nro. 3.3; Visión de Six sigma de Motorola	53
7.	Figura Nro. 3.4; Capacidad Six Sigma considerando el proceso estático	57
8.	Figura Nro. 3.5; Capacidad Six Sigma considerando el proceso dinámico	58
9.	Figura Nro. 3.6; Diagrama de flujo de un proceso	74
10.	Figura Nro. 3.7; Costos Visibles y costos ocultos	75
11.	Figura Nro. 3.8; Diferencia entre proceso admisible y proceso actual	82
12.	Figura Nro. 3.9; Campana probabilística de procesos estáticos	86
13.	Figura Nro. 3.10; Campana probabilística de procesos dinámicos	87
14.	Figura Nro. 3.11; Niveles de variabilidad para una misma especificación	89
15.	Figura Nro. 3.12; Metodología IDOV	91
16.	Figura Nro. 3.13; Comparación entre los ciclos DMAIC y PDCA	96
17.	Figura Nro. 3.14; Ciclo de DMAIC	97
18.	Figura Nro. 3.15; Proceso DMAMC	98
19.	Figura Nro. 3.16; Selección de los proyectos Six Sigma	100

20.	Figura Nro. 3.17; Relación $Y = f(x)$	111
21.	Figura Nro. 3.18; Modelo SIPOC	113
22.	Figura Nro. 3.19; Etapa de DEFINIR	115
23.	Figura Nro. 3.20; Medidas de un proceso	116
24.	Figura Nro. 3.21; Etapa de MEDIR	118
25.	Figura Nro. 3.22; Etapa de ANALIZAR	123
26.	Figura Nro. 3.23; Etapa de MEJORAR	126
27.	Figura Nro. 3.24; Etapa de CONTROLAR	128
28.	Figura Nro. 3.25; DFSS vs DMMC	133
29.	Figura Nro. 3.26; Gestión de Calidad Total	137
30.	Figura Nro. 3.27; Integración de Six Sigma y QMS	140
31.	Figura Nro. 4.1; Ejemplo de proceso técnico	153
32.	Figura Nro. 4.2; Ejemplo de proceso no-técnico	155
33.	Figura Nro. 4.3; Metodología para procesos no-técnicos	157
34.	Figura Nro. 4.4; Estructura conceptual para la implementación de Six sigma en organizaciones de servicio	161
35.	Figura Nro. 4.5; Conocimiento de CTQ`s	173
36.	Figura Nro. 4.6; Distintas alternativas de gráficos	185
37.	Figura Nro. 4.7; Diagrama de barras	186
38.	Figura Nro. 4.8; Diagrama de Pareto	187
39.	Figura Nro. 4.9; Diagrama de Benchmarking	187
40.	Figura Nro. 4.10; Matriz	188
41.	Figura Nro. 4.11; Diagrama de árbol	188
42.	Figura Nro. 4.12; Mapa conceptual de la lluvia de ideas	189
43.	Figura Nro. 4.13; Muestra y Universo	191
44.	Figura Nro. 4.14; Ploteo de datos	192
45.	Figura Nro. 4.15; Histograma	192
46.	Figura Nro. 4.16; Diagrama de proceso	195
47.	Figura Nro. 4.17; Hoja de chequeo	195

48.	Figura Nro. 4.18; Ejemplo de diagrama de causa-efecto	196
49.	Figura Nro. 4.19; Diagrama de afinidad	197
50.	Figura Nro. 4.20; Distribución Normal	198
51.	Figura Nro. 4.21; Distribución Binomial	198
52.	Figura Nro. 4.22; Distribución de Poisson	199
53.	Figura Nro. 4.23; Diagrama de Benchmarking	201
54.	Figura Nro. 4.24; Capacidad del proceso	202
55.	Figura Nro. 4.25; Control estadístico de proceso	203
56.	Figura Nro. 4.26; Matriz causa-efecto	206
57.	Figura Nro. 4.27; Matriz de la función de calidad	207
58.	Figura Nro. 4.28; FMEA	208
59.	Figura Nro. 4.29; Caja de ploteo	209
60.	Figura Nro. 4.30; Ensayo de hipótesis	212
61.	Figura Nro. 4.31; Coeficiente de correlación	213
62.	Figura Nro. 4.32; Ploteo de regresión lineal	214
63.	Figura Nro. 4.33; Ejemplo de análisis de varianza	215
64.	Figura Nro. 4.34; Carta de control	218
65.	Figura Nro. 4.35; Carta EWMA	219
66.	Figura Nro. 4.36; Hoja de ruta de Six Sigma	224
67.	Figura Nro. 5.1; Alineamiento estratégico de los proyectos Six Sigma	233
68.	Figura Nro. 5.2; Declaración de la misión de CNEL-STD	235
69.	Figura Nro. 5.3; Cuadro de mando integral propuesto para CNEL-STD	236
70.	Figura Nro. 5.4; Jerarquía de los scorecards	237
71.	Figura Nro. 5.5; La integración de procesos entre el BSC y Six Sigma	239
72.	Figura Nro. 5.6; Integración entre Benchmarking y el análisis FODA	243
73.	Figura Nro. 5.7; Agentes de cambio dentro de la	248

	estructura Six Sigma	
74.	Figura Nro. 5.8; Organización para Six Sigma	249
75.	Figura Nro. 5.9; Estructura modelo para la implementación de Six Sigma	273

		PAGINA
1.	Tabla Nro. 3.1: Relaciones entre capacidad Sigma, Calidad y Nivel	44
2.	Tabla Nro. 3.2: Tabla de defectos para proceso estático	85
3.	Tabla Nro. 3.3: Tabla de defectos para proceso dinámico	87
4.	Tabla Nro. 3.4: Detalles sobre cada fase de DMAIC	97
5.	Tabla Nro. 3.5: Selección de proyectos Six Sigma	101
6.	Tabla Nro. 3.6: La Voz de Clientes traducida en requerimientos	105
7.	Tabla Nro. 3.7: Lo más importante para el Cliente	109
8.	Tabla Nro. 3.8: Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Definir	129
9.	Tabla Nro. 3.9: Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Medir	130
10.	Tabla Nro. 3.10: Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Analizar	130
11.	Tabla Nro. 3.11: Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Mejorar	130
12.	Tabla Nro. 3.12: Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Controlar	131
13.	Tabla Nro. 3.13: Six sigma vs. SGC	139
14.	Tabla Nro. 4.1: FCE para la implementación de Six Sigma	163

15.	Tabla Nro. 4.2: Factores “soft” y factores “hard”	172
16.	Tabla Nro. 4.3: Principales definiciones de los indicadores de rendimiento	175
17.	Tabla Nro. 4.4: Clasificación de herramientas y técnicas según ASQ	181
18.	Tabla Nro. 4.5: Matriz de herramientas según Tague (1995)	182
19.	Tabla Nro. 4.6: Actividades y fases según Mikel J. Harry	183
20.	Tabla Nro. 4.7: Herramientas recomendadas por Mikel J. Harry	184
21.	Tabla Nro. 4.8: Preguntas para la identificación de la necesidad de la implementación de Six Sigma (Pande 2001)	222
22.	Tabla Nro. 4.9: Factores necesarios para la implementación de Six Sigma en las organizaciones de servicio (Wessel y Burcher, 2004)	226
23.	Tabla Nro. 5.1: Matriz FODA (adaptado Oliveira, 1992)	241
24.	Tabla Nro. 5.2: Tipos de decisiones tomadas durante el proceso de organización y los principales puntos (Pinto, 2002)	246
25.	Tabla Nro. 5.3: Funciones y roles de Six Sigma	260
26.	Tabla Nro. 5.4: Programa de capacitación para Black Belt	267
27.	Tabla Nro. 5.5: Programa de capacitación para Black Belt (continuación)	268
28.	Tabla Nro. 5.6: Programa de capacitación para Green Belt	269
29.	Tabla Nro. 5.7: Programa de capacitación para Green Belt (continuación)	270

RESUMEN EJECUTIVO

En la investigación se abordó la necesidad que tienen las empresas de servicio, de forma especial en las organizaciones prestadoras del servicio de electricidad, de contar con una herramienta de mejora continua que le permita el cumplimiento con los estándares de calidad demandados cada día más por sus clientes y por la vigente normativa del Ente Regulador del sector.

En materia del proceso de mejora continua, existen gran variedad de herramientas de calidad que se encuentran certificadas para su empleo, por lo que para la realización de la investigación se acudió a las diferentes fuentes literarias para la obtención de la información.

Six Sigma se ha convertido en una necesidad estratégica para las organizaciones de servicios, varias herramientas y técnicas han sido sugeridas por académicos y profesionales para su implementación. Sin embargo, la implementación sistemática de Six Sigma en empresas de servicios es limitada.

Los resultados de la investigación permitieron conocer más acerca de la metodología Six Sigma; en su aplicación, finalidad, organización, beneficios que han obtenido quienes han implantado, así como las herramientas en que se apoyan su implementación.

Siglas y Abreviaturas

AMEF	Análisis de Modo y Efecto de la Falla
BB	Black Belt (Cinturon Negro)
CEP	Control Estadístico del Proceso
CTQ's	CriticaltoQuality (Características Críticas para la Calidad)
DPMO	Defectos Por Millón de Oportunidades
DMAMC	Definir Medir Analizar Mejorar Controlar
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
DoE	Diseño de Experimentos
DPU	Defectos Por Unidad
GB	Green Belt (Cinturon Verde)
ISO-9000	International Standarization Organization-9000
JIT	Just in Time (Justo a Tiempo)
KPI	Key Performance Indicator (Indicadores Claves de desempeño)
MSA	MeasureSystemAnalysis (Análisis del Sistema de Medición)
QFD	QualityFunctionDeployment (Despliegue de la Función de Calidad)
SIPOC	Supplier Input Process Output Customer (Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente)
STT	Set of Tools and Techniques (Conjunto de herramientas y técnicas)
TQM	Total Quality Management (Administración Total de la Calidad)
VoB	Voice of Business (Voz del Negocio)
VoC	Voice of Customer (Voz del Cliente)
YB	YellowBelt (Cinturon Amarillo)

Glosario

Calidad: La calidad no se inspecciona, sino que se produce; en este sentido, se debe entender como la consecuencia de hacer bien las cosas en el proceso y depende del ser humano y su capacidad para razonar y no reaccionar ante cualquier variación. Es evaluada por los clientes en términos tales como, bueno o malo, cumple o No cumple con la especificación o bien tiene o No tiene calidad (V. Carreola, 2004).

Cliente: Se considera así al usuario final de un producto o servicio. Los clientes puede ser interno o externo a la organización (ISO-9000:2000).

Desviación estándar: La desviación estándar de un conjunto de datos es una medida que muestra cuánto se desvían los datos con respecto a su media (Solis, 2003).

Capacidad del proceso (Cp): Entiéndase Cp, como el valor que ayuda a definir el comportamiento de un proceso con respecto a las especificaciones establecidas (Cedei, 1999).

Capacidad real del proceso (Cpk): El Cpk, se entiende como el valor que representa la posición real del proceso con respecto a las especificaciones establecidas (Cedei, 1999).

Organización: Es el conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones (ISO-9000:2000).

Proceso: Es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultados de otros procesos (ISO-9000:2000).

Repetibilidad: Entiéndase como la variación de las mediciones obtenidas con un instrumento cuando lo usa varias veces un mismo operador, para medir la misma característica y con las mismas muestras.

Reproducibilidad: Entiéndase como la variación en el promedio de las mediciones efectuadas por operadores diferentes, usando el mismo instrumento para medir la misma característica, con las mismas muestras.

Six Sigma: Es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, con un fuerte enfoque al cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodología que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón.

Sigma: Letra del alfabeto griego que se usa para cuantificar la dispersión respecto a la media o promedio de cualquier proceso (Solis, 2003).

Sistema: Es un conjunto de procesos interrelacionados entre sí para lograr los objetivos de la Organización (ISO-9000:2000).

Variables: Son las características de calidad que pueden medirse en un determinado artículo, aquellas cuyo valor proviene de una medición, se llaman continuas, y aquellas cuyo valor proviene de un atributo (sí - no, tiene - No tiene) se llaman discretas.

Variabilidad: La variabilidad o dispersión es la variación o diferencia entre los valores de una variable.

INTRODUCCIÓN

Al observar que el aumento del grado de satisfacción del cliente, mejoran la ventas, rentabilidades y el valor de la empresa; ha permitido concluir que la **calidad** constituye uno de los principales ejes para el desarrollo de cualquier tipo de organización y/o empresas (de industria o servicio); sin embargo, para llegar a la calidad, va más allá de la simple aplicación de herramientas como inspecciones, incluso de la implementación de certificación de sistema de gestión de la calidad, sino se requiere de la convicción, visión, liderazgo y pasión por lo que se hace.

Para lograr la calidad en las empresas de servicio, se requiere concebir a la mejora continua como un proceso con identidad propia. Más que una técnica o herramienta de gestión, la mejora continua se debe entender como un proceso organizado donde los elementos de entrada son transformados en salidas que son valiosas, y que cuentan con etapas y elementos permanentes, repetibles y continuos.

La Gestión de calidad ha sido establecida como una estrategia importante para lograr una ventaja competitiva. El objetivo de la empresa pueden diferir, pero la importancia de los clientes es una cuestión de interés común. La capacidad de las organizaciones para adaptarse a las necesidades del cliente en un mercado globalizado es de vital importancia para el éxito a largo plazo. Iniciativas tradicionales de calidad como el control estadístico de calidad, cero defectos, y de gestión de calidad total, han sido las principales iniciativas desde hace muchos años. En las dos últimas décadas, Six Sigma se desarrolló como una iniciativa de gestión de calidad nueva, y ahora organizaciones están trabajando para su implementación.

Six Sigma es un enfoque disciplinado para la mejora de los procesos de fabricación o de servicios, basado en métricas definidas. La fuerza de Six Sigma radica en su marco bien definido la participación metodología de

aplicación de las herramientas y técnicas diferentes. Mas su expansión, sin embargo, es limitado en las industrias de servicios. Un argumento clave aquí es que muchos de los procesos de servicio son invisibles, intangibles, y sin medida. Este pensamiento ha resultado ser bastante presuntuoso por lo menos para la salud, la banca y los servicios de centro de llamadas que han sido capaces de aplicar Six Sigma. Otros servicios como la educación y la hospitalidad también están comenzando a implementar Six Sigma.

El presente trabajo "*Propuesta para la implementación de la metodología SIX SIGMA a una Distribuidora del servicio de energía eléctrica*", presenta a la metodología como la herramienta estratégica empresarial, enfocada a la satisfacción de los clientes, calidad de productos y servicios, y el cambio organizacional. Para el efecto, la investigación se ha estructurado en seis capítulos que desarrolla los principales temas de la materia.

El primer capítulo presenta la evolución del sector eléctrico, estructura del sector, y la semblanza de la problemática de las distribuidoras de energía eléctrica.

En el segundo capítulo, se describen los aspectos metodológicos que rigen la investigación considerando los elementos que permiten el desarrollo de la misma, entre los que destacan la descripción de la situación problemática, el planteamiento del problema, el supuesto, el establecimiento de los objetivos y las preguntas de la investigación que marcan la pauta para la elaboración del marco teórico.

En el Capítulo tres; Se muestran los aspectos más relevantes de la metodología Seis Sigma, ¿Qué es Seis Sigma?, se presenta a Seis Sigma como una medida estadística, y como una estrategia de negocio, la historia de esta metodología, casos de éxito en su implementación, los mitos que se han creado en torno a esta herramienta y la variación en los procesos. Asimismo,

se describen las metodologías de Six, Six Sigma y otros conceptos gestión de la calidad y limitaciones de Six Sigma.

En el cuarto capítulo se presenta las estrategias, técnicas y herramientas para la implementación de Six Sigma; además se discute sobre los Factores Claves de Éxito, Características críticas de la calidad e indicadores claves de rendimiento

En el quinto capítulo; Se presenta la propuesta del modelo para la implementación de la metodología Six Sigma (6σ) para una distribuidora de energía eléctrica, abarcando técnicas, métodos, conceptos y estructuras, con la realidad del sector, y se espera que el modelo constituya una propuesta que permita a éstas organizaciones de servicio en general cumplir con los requerimientos y expectativas de sus clientes.

El sexto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones finales de la investigación. Limitaciones y recomendaciones para trabajos futuros.

Si bien se puede leer cada capítulo en forma individual, se sugiere leer en forma ordenada para obtener un mejor entendimiento.

Deseando que le presente trabajo sea de agrado y utilidad a los lectores y sirva de base para posterior investigaciones y desarrollos.

CAPÍTULO 1:

SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL DEL ECUADOR

El propósito de este capítulo es presentar la evolución y evaluación del sector eléctrico en Ecuador, en su estructura, legislación y las nuevas políticas gubernamentales que rigen en la actualidad y futuras.

1.1. Evolución del Sector Eléctrico en Ecuador.

Al inicio de la década del 60, el Ecuador alcanzó un grado de desarrollo tal, que los criterios y sistemas empleados para planear y realizar obras de electrificación, ya no eran suficientes para enfrentar los problemas de la época y para combatir los requerimientos futuros.

Los Municipios proporcionaban el servicio eléctrico, con muchas limitaciones económicas y que con grandes sacrificios solamente podían implementar sistemas eléctricos locales, totalmente antieconómicos e insuficientes en la mayor parte de casos.

Con el objetivo promover el progreso industrial y económico del Ecuador, y de desarrollar una infraestructura para enfrentar la demanda de aquel entonces, el Doctor José María Velasco Ibarra, Presidente Constitucional de la República del Ecuador, en uso de la facultad que le concedía el Artículo 80 de la Constitución Política del año 1946, solicita el dictamen correspondiente sobre el Proyecto de Decreto Ley de Emergencia, para la expedición de la Ley Básica de Electrificación; y, con fecha el 23 de mayo de 1961, el señor Presidente de la República, dictó el Decreto Ley de Emergencia No. 24, mediante el cual se

expidió la Ley Básica de Electrificación, publicada en el Registro Oficial No. 227, de 31 de mayo de 1961.

Esta Ley fue expedida en base a que el Ecuador en esos momentos, atravesaba un grave déficit de energía eléctrica, además de mantener una escasez de combustibles líquidos y sólidos, que le impedían su desarrollo económico. Ello promovió para que el Estado aproveche coordinada y racionalmente sus recursos naturales, lo que conducía al aprovechamiento además de sus recursos hidráulicos para la producción de energía eléctrica, entre otras fuentes.

En la Ley se establecía que era responsabilidad del Gobierno de la República, la planificación, ejecución y control de la electrificación del país. De igual forma, en ésta Ley se crea el Instituto Ecuatoriano de Electrificación, como una persona jurídica de derecho privado, con finalidad social y pública, con patrimonio propio y domiciliado en la Capital de la República, con el objeto principal de realizar obras de electrificación. El Instituto estaba gobernado por un Directorio, una Comisión Ejecutiva, un Gerente General, quien era el representante legal, y por los demás funcionarios determinados por los Estatutos y Reglamentos.

En la Administración del General de Brigada, Guillermo Rodríguez Lara, Presidente de la República del Ecuador, se publicó la Ley Básica de Electrificación, en virtud de las modificaciones y reformas que se introdujeron a

la Ley Básica de Electrificación, dictada por Decreto Ley de Emergencia No. 24, de 23 de mayo de 1961. Con la expedición de ésta Ley, se buscaba complementar y actualizar la anterior, dotándole de un ordenamiento estructural lógico y ágil, que permitiera al Gobierno poner en ejecución el Plan Nacional de Electrificación, parte del Plan Integral de Transformación y Desarrollo del Ecuador de ese entonces.

De conformidad con lo establecido en ésta Ley, el suministro de energía eléctrica era un servicio de utilidad pública de interés nacional, que debía ser brindado por el Estado, quien tenía la atribución privativa, a través del Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL, de generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía eléctrica, como se indica en la figura No 1.

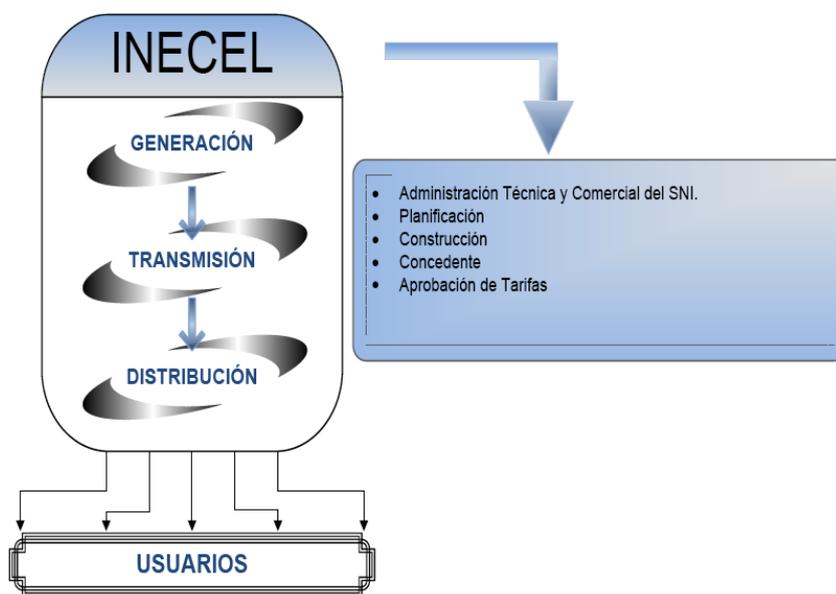


Figura No 1. Estructura de operación de INECEL
Fuente: CONELEC

Un aspecto importante es el hecho de que tanto en el Instituto Ecuatoriano de Electrificación concebido en la Ley Básica de Electrificación del año 1961, como en el Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL, creado en la Ley Básica de Electrificación del año 1973, se encontraba como una de sus facultades básicas y primordiales, la de contribuir a la formación de especialistas en materia eléctrica; para lo cual, y acatando esta disposición legal, un sin número de profesionales del INECEL y de la ingeniería eléctrica, principalmente, se capacitaron tanto nacional como internacionalmente en temas inherentes al sector eléctrico, y muchos de ellos participaron como contrapartida de profesionales internacionales que vinieron a la construcción de los grandes proyectos eléctricos realizados en el Ecuador, lo que ha contribuido a que el país cuente con personal y profesionales altamente calificados en materia eléctrica.

Con la nueva Constitución Política del Ecuador del 27 de marzo de 1979, así como con la Codificación de la Constitución Política de la República del Ecuador, del 12 de junio de 1984, en sus Artículos 46, respectivamente, ; establecían cuatro sectores básicos de la economía:

- 1.** El sector público, compuesto por las empresas de propiedad exclusiva del Estado, a las cuales les estaba reservadas la explotación de los recursos naturales no renovables, productos del subsuelo minerales; los servicios de agua potable, fuerza eléctrica y telecomunicaciones; así como empresas estratégicas definidas por la ley;

2. El sector de la economía mixta, conformado por empresas de propiedad de particulares como de entidades del sector público;
3. El sector comunitario o de autogestión, integrado por empresas cooperativas, comunales o similares; y,
4. El sector privado, conformado por personas naturales o jurídicas privadas.

De lo que se desprende de las normas antes indicadas, al sector público le estaba reservada la explotación de los recursos naturales no renovables, los productos del subsuelo y minerales, así como la prestación de los servicios públicos y entre ellos el de fuerza eléctrica, hecho que se desarrollo en el país, a través del Instituto Nacional de Electrificación, INECEL.

Con la expedición de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 43 de 10 de octubre de 1996, se modifica totalmente la estructura del Sector Eléctrico Ecuatoriano, con un criterio eminentemente privatizador, de manera que las actividades que antes eran realizadas por el INECEL, como son; , la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, pasaron a realizarse a través de compañías mercantiles de derecho privado; sociedades anónimas, que se formaron para el efecto.

En el Artículo 11 de dicha Ley, se establece la actual estructura del sector eléctrico ecuatoriano, y lo determina de la manera siguiente:

- a. El Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC
- b. El Centro Nacional de Control de la Energía, CENACE
- c. Las empresas eléctricas concesionarias de generación
- d. La empresa eléctrica concesionaria de transmisión; y
- e. Las empresas eléctricas concesionarias de distribución y comercialización.

En el Artículo 26 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, se establece el régimen para que las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, sean realizadas por compañías de derecho privado autorizadas y establecidas en el país, de conformidad con la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y la Ley de Compañías. Además se establece que dichas compañías, independientemente de su estructura accionaria, se someterán para todos los efectos, incluyendo el tributario y el laboral, al régimen legal aplicable para las personas jurídicas de derecho privado.

Con la publicación de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el 10 de octubre de 1996, y una vez que la Disposición Transitoria Primera, Proceso de Transición, declaró en proceso de liquidación al Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL, y dispuso que conservará su personería jurídica hasta el 31 de marzo de 1999, improrrogablemente, manteniendo su autonomía

operativa, administrativa, económica y financiera; se constituyeron a partir de ese momento las empresas de generación y transmisión de energía eléctrica, entre las cuales tenemos las siguientes:

TERMOESMERALDAS, TERMOPICHINCHA, ELECTROGUAYAS,
HIDROPAUTE, HIDROPISAYAMBO, HIDROAGOYAN, TRANSELECTRIC.

Con la promulgación de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico en el año 1996, en sustitución de Ley Básica de Electrificación que venía rigiendo desde 1973, se buscaba eliminar el monopolio del Estado ejercido en todas las actividades del Sector Eléctrico a través del ex – INECEL, se quería segmentar las actividades de generación, transmisión y distribución, impulsar la competitividad y la eficiencia técnica y económica de las empresas eléctricas y proporcionar, al usuario y al inversionista, tarifas justas. De igual forma, de conformidad con las normas legales, las acciones que poseía el INECEL en las empresas eléctricas constituidas, se transfirieron al Fondo de Solidaridad como consecuencia de la terminación de la vida jurídica del INECEL. Es así como el Fondo de Solidaridad, se transformó en accionistas mayoritario o único de las empresas del Sector, asumiendo el reto de supervisar su administración con todas las consecuencias que una participación de esa naturaleza tiene dentro del desarrollo del país.

Para la fecha de constitución de las empresas eléctricas (1999), ya se encontraba vigente desde el 11 de agosto de 1998, la Constitución Política de

la República, la misma que con la disposición de su Artículo 249, modificaba principalmente el Artículo 46 de la Constitución Política, del 12 de junio de 1984, donde se establecía los cuatro sectores de la economía del país. La citada norma constitucional mencionaba lo siguiente: *“Art. 249.- Será responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, fuerza eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, facilidades portuarias y otros de naturaleza similar. Podrá prestarlos directamente o por delegación a empresas mixtas o privadas, mediante concesión, asociación, capitalización, traspaso de la propiedad accionaria o cualquier otra forma contractual, de acuerdo con la ley. Las condiciones contractuales acordadas no podrán modificarse unilateralmente por leyes u otras disposiciones. El Estado garantizará que los servicios públicos, prestados bajo su control y regulación, respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, continuidad y calidad; y velará para que sus precios o tarifas sean equitativos”*.

Es menester reseñar que con Decreto Ejecutivo No. 475 de 9 de julio de 2007, se escinde el Ministerio de Energía y Minas y se crean los Ministerios de Minas y Petróleos; y, el de Electricidad y Energía Renovable, éste último, a partir de esta fecha, se encarga de impartir las políticas y directrices para el Sector Eléctrico Ecuatoriano.

Una vez que se dictó la Ley de Régimen del Sector Eléctrico en el año 1996, se promulgó la Constitución Política del año 1998, y que se crearon las empresas

eléctricas, éstas desarrollaron sus actividades de conformidad con lo establecido en la ley, ya que son empresas creadas al amparo del derecho privado. Es preciso mencionar que la voluntad privatizadora para este tipo de empresas fue cambiando con el pasar de los años, y con los cambios de Gobierno, muchos cuerpos legales normativos fueron modificados para incluir dentro de su ámbito de aplicación a las compañías mercantiles que tienen más del 50% de capital accionario de propiedad del Estado Ecuatoriano, en este sentido se reformaron leyes como: Ley Orgánica de la Procuraduría General del Estado, Ley Orgánica de la Contraloría General del Estado, Ley Orgánica de Servicio Civil y Carrera Administrativa.

Para el año 2008, la Asamblea Nacional Constituyente, en base a los criterios recopilados por los Asambleaístas, expidió varios Mandatos Constituyentes que eran obligatorios y vinculantes para estas empresas como los números 2, 8, 9, 15; a más de expedir en el mes de agosto del mismo año, la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, que regula los procedimientos de contratación para la adquisición o arrendamiento de bienes, ejecución de obras y prestación de servicios, incluidos los de consultoría, de las entidades del Sector Público y de las mencionadas compañías.

Una vez que la Asamblea Nacional Constituyente preparó y entregó el proyecto de Constitución Política, el mismo que fue aprobado por mayoría en Referéndum de 28 de septiembre de 2008, se publicó en el Registro Oficial No. 449 de 20 de Octubre de 2008; la nueva Constitución de la República del

Ecuador, contiene disposiciones especiales para la prestación de los servicios públicos y específicamente lo que es la energía; así tenemos que en el texto constitucional, se establece que la energía eléctrica en todas sus formas, se considera como sector estratégico; que el Estado será responsable de la **provisión de los servicios públicos**, entre ellos, los de agua potable y de riego, saneamiento, **energía eléctrica**, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley, garantizando que éstos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

Por otro lado, se prevé que el Estado constituirá empresas públicas para la gestión de los sectores estratégicos y la prestación de servicios públicos. El Estado podrá delegar la participación en los sectores estratégicos y servicios públicos a empresas mixtas en las cuales tenga mayoría accionaria; y excepcionalmente podrá delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de estas actividades.

En resumen, la figura No 2 presenta la evolución del sector eléctrico ecuatoriano.

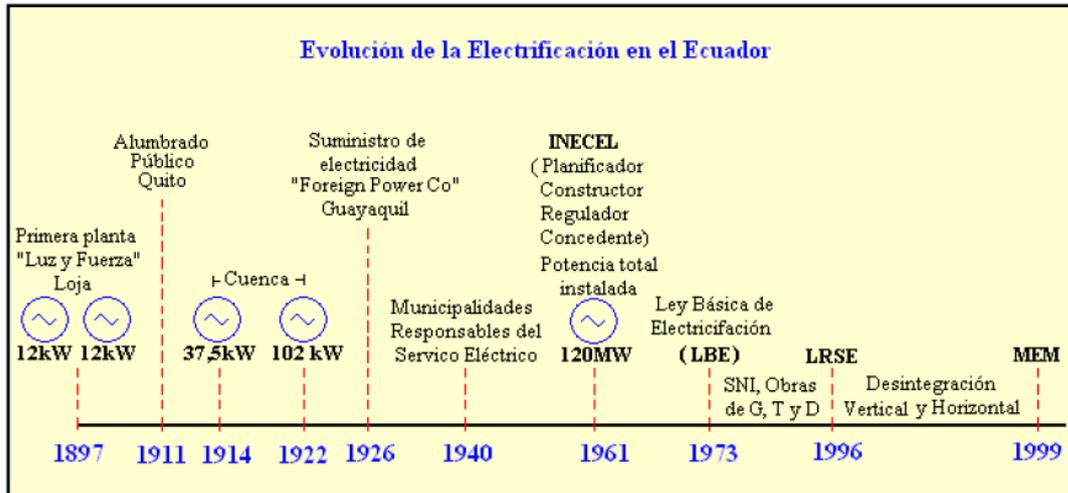


Figura No 2. Evolución del Sector Eléctrico Ecuatoriano
Fuente: CONELEC

1.2. Estructura del Sector Eléctrico en Ecuador.

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico segmentó el sistema eléctrico en entidades encargadas de una sola actividad, ya sea generación, transmisión o distribución, con la prohibición de ejercer dos actividades a la vez (para cumplir con esto, las empresas de distribución que poseyeran centrales de generación deberían escindirse en compañías de generación y de distribución).

Las actividades de producción de energía y de distribución fueron entregadas en concesión a diferentes empresas que nacieron de lo que fue el INECEL; la transmisión fue entregada a una sola empresa, TRANSELECTRIC S.A.

Además, la Ley de Régimen del Sector Eléctrico también creó la Corporación Centro Nacional de Control de Energía, CENACE, una Corporación Civil de derecho privado de carácter eminentemente técnico, sin fines de lucro, cuyos

miembros son todas las empresas de generación, transmisión, distribución y los grandes consumidores, que sería la responsable de las operaciones técnicas, comerciales y financieras del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), garantizando en todo momento una operación adecuada que redunde en beneficio del usuario final; como organismo regulador, creó el Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, una institución con personería jurídica de derecho público con patrimonio propio, autonomía administrativa, económica, financiera y operativa, que, en representación del Estado, asume las funciones de planificación, regulación, control y fijación de tarifas. Además el CONELEC se encarga de otorgar las concesiones, elaborar los planes para el desarrollo de la energía eléctrica en el país, y en general de supervisar y garantizar el funcionamiento del mercado eléctrico; destacando que por su papel protagónico en el Sector, está prohibido de ejercer actividades empresariales.

La propiedad de los activos del INECEL y de las acciones que este poseía en las empresas de distribución pasó al Fondo de Solidaridad. Este organismo, creado para ejecutar obras de interés social, utilizaría únicamente los rendimientos financieros que obtuviese del capital con el que fue creado y de las utilidades de sus empresas para financiar sus proyectos.

La figura No 3. Grafica la estructura del sector eléctrico ecuatoriano según la Ley de Régimen del Sector Eléctrico

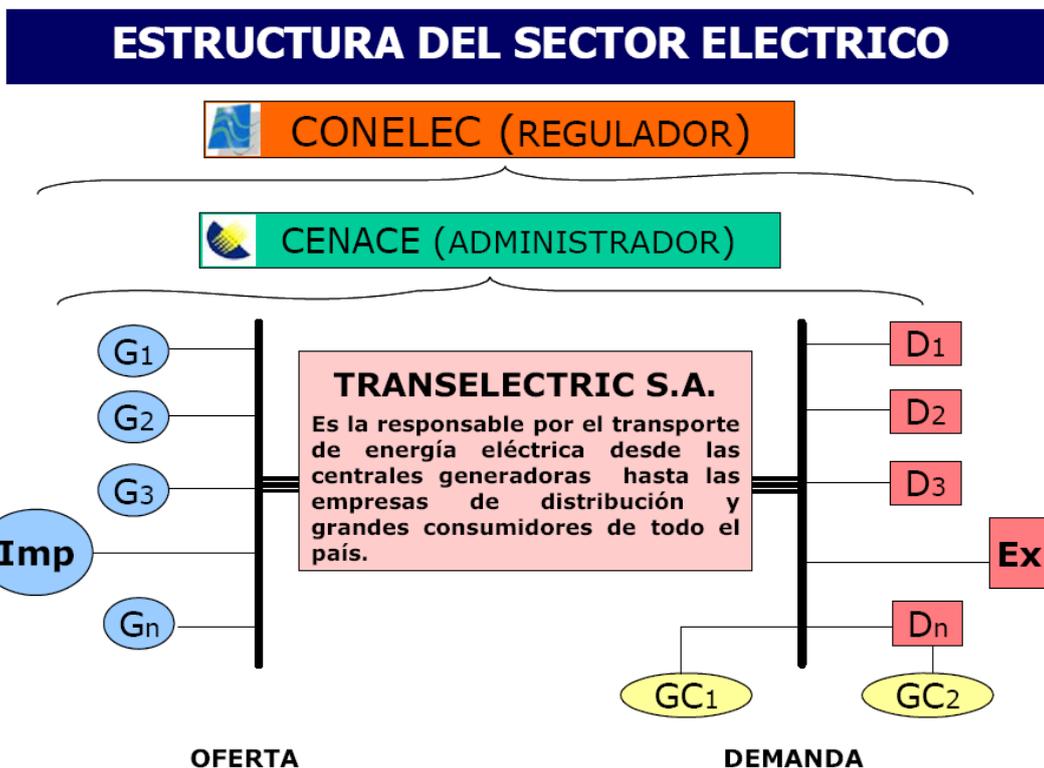


Figura No 3. Estructura Sector Eléctrico Ecuatoriano
Fuente: CONELEC

Con la publicación de la nueva Constitución Política del Ecuador, y amparados en el Mandato Constituyente No. 15, a más de acatar las políticas para el sector, impartidas por el Gobierno, a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, varias empresas del sector eléctrico se fusionaron para formar dos grandes corporaciones: CNEL Corporación Nacional de Electricidad S.A. y la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A.

La CNEL Corporación Nacional de Electricidad S.A. se conformó con la suscripción de la escritura pública de fusión, celebrada el 15 de diciembre de 2008, ante el Dr. Humberto Moya Flores, Notario Trigésimo Octavo del cantón Guayaquil, en la cual se disolvieron anticipadamente y fusionaron las Empresas

de Distribución Bolívar S.A., Regional El Oro S.A., Regional Esmeraldas S.A., Regional Guayas-Los Ríos S.A., Manabí S.A., Milagro C.A., Los Ríos S.A., Santo Domingo S.A., Península de Santa Elena S.A. y Regional Sucumbíos S.A. La CNEL S.A. tiene como objeto la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica y fue inscrita en el Registro Mercantil del cantón Guayaquil el 16 de enero del 2009.

La Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A. se conformó con la suscripción de la escritura pública de fusión, celebrada el 13 de enero de 2009, ante el Dr. Remigio Poveda Vargas, Notario Décimo Séptimo del cantón Quito, en la cual se disolvieron anticipadamente y fusionaron las Compañías de Generación Hidroeléctrica Paute Hidropaute S.A., Hidroeléctrica Aگویán Hidroagoyán S.A., Termoeléctrica Esmeraldas Termoesmeraldas S.A., Termoeléctrica Guayas Electroguayas S.A., Termoeléctrica Pichincha Termopichincha S.A., y de la Compañía Nacional de Transmisión Eléctrica Transelectric S.A.; CELEC S.A. tiene como objeto social la generación y transmisión de energía eléctrica dentro del territorio nacional y fue inscrita en el Registro Mercantil del cantón Quito el 26 de febrero del 2009.

En la actualidad y con la Norma Suprema en plena vigencia, le corresponde a la Comisión Legislativa y de Fiscalización o a la Asamblea Nacional, tramitar y expedir una reforma a la Ley vigente del Sector o una nueva Ley incluyendo nuevos aspectos de la energía, para poder reestructurar y fortalecer el Sector

de acuerdo con los principios y criterios que se encuentran plasmados en la Constitución Política.

1.3. Problemas de las empresas eléctricas concesionarias de distribución y comercialización.

Los diferentes organismos componentes del sector eléctrico tienen una serie de problemas que requieren urgentes soluciones; sin embargo, se describe las causales más importantes en el actor de la distribución y comercialización de la energía eléctrica.

1. **Las pérdidas técnicas y no técnicas**: las empresas deben emprender en un proceso de análisis de la carga de sus transformadores y de la corriente que circula en sus alimentadores para utilizar mejor sus instalaciones; reubicar los transformadores para que funcionen muy cerca de su capacidad nominal ayudará a disminuir el nivel de pérdidas técnicas. Respecto a las pérdidas no técnicas, se debe emprender en un programa de mejora de la medición, de cortes de energía a los clientes morosos, de negociación de valores de pago pendientes de los clientes, de educación del cliente para que se convierta en asociado y no en enemigo, de educación o cambio de funcionarios encargados del control de instalaciones clandestinas y de los cortes.
2. **Tiempo y porcentaje de recuperación del dinero por venta de energía** : en muchos casos el tiempo de recuperación es de hasta 60

días, esto le resta liquidez a las empresa. Se tiene que emprender en un plan como el de la EEQ que ha llegado a tiempos menos de 10 días desde que emite la factura hasta que recauda el dinero y que tiene un porcentaje del 98% de recuperación.

3. **Procesos de facturación**: la precisión en la medición y el reflejo de ésta en la factura son elementos que crean la confianza del cliente. Es indispensable que se refinen los procesos de lectura; se adquieran medidores confiables que se instalen en cubículos que no permitan su manipulación ni alteración, que sean calibrados con aparatos certificados por personal idóneo en todo sentido; que el procesamiento de las lecturas y el cálculo de los valores a pagarse sea hecho con programas probados y cuyos resultados hayan sido debidamente validados.
4. **Compras**: este proceso es uno de los más proclives a incorrecciones. Se requiere una reingeniería profunda para que sea ágil y transparente.
5. **Personal calificado**: es imperativo que las distribuidoras emprendan en un plan intensivo de capacitación de su personal, no solo en lo administrativo sino principalmente en lo técnico. Todas las empresas deberían contar con personal calificado para todos y cada uno de los procesos; esto no quiere decir que sean autosuficientes en todas las labores, significa que requieren de personal capaz de especificar y controlar todo tipo de labores cuya ejecución bien puede ser contratada.
6. **Centros de control**: ninguna empresa saben el estado de la totalidad de su sistema en tiempo real, es una necesidad de nuestros tiempos que

cuenten con un centro de control que les permita monitorear el estado de las subestaciones, centrales y principales alimentadores para identificar rápidamente los problemas y mantener la continuidad de servicio.

7. **Información**: ninguna empresa dependiente del Fondo de Solidaridad dispone de información confiable de sus instalaciones. Es indispensable que se cree en cada empresa una sección dedicada solamente a cuidar, actualizar, recabar, almacenar y poner a disposición de los usuarios internos y externos la información de todas las instalaciones.
8. **Organización laboral**: las organizaciones de trabajadores muchas veces han priorizado sus aspiraciones en detrimento de las soluciones a los problemas de las empresas, se requiere que los sindicatos trabajen tomando en cuenta no solo el beneficio de los trabajadores sino el progreso de las empresas. Se debe buscar siempre el justo medio.
9. **Fideicomisos**: los fideicomisos se han convertido en un sistema más o menos efectivo para asegurar el pago parcial de las distribuidoras a los generadores y al transmisor, sobre todo en épocas en que el déficit tarifario era importante; sin embargo, es peligroso asumir como correcto el criterio de que la empresa de distribución cumple su compromiso de pago al depositar lo que el contrato de fideicomiso le asigna. Las empresas de distribución están obligadas a facturar y recaudar por toda la energía que entregan a los usuarios en su área de concesión y a cancelar lo que corresponde a los generadores y transmisor.

10. **Procesos**: no hay uniformidad en los procesos que siguen las empresas para efectuar las mismas tareas, esto dificulta enormemente las labores de control.

CAPÍTULO 2:

ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

En cualquier proceso de investigación es de vital importancia el establecer una metodología que permita definir el problema que se va a estudiar y cómo éste se abordará, con base en esta premisa, el propósito de este capítulo es presentar los procedimientos metodológicos utilizados para la determinación y consecución de los objetivos, y resolución del problema de investigación.

2.1 Descripción de la metodología empleada en la investigación

De manera general para el desarrollo de la presente investigación se tomaron como referencia los pasos del método científico, que define un procedimiento de manera lógica para la obtención, organización y expresión de los conocimientos¹, es importante seguir un camino y no un conjunto de certezas, pero ningún método es un camino infalible; y más aún, es necesario cambiar de método para el progreso científico. Considerando las características de la situación que se pretende estudiar en la presente investigación se aplica una metodología específica que contiene²:

1. Concepción de la idea de la investigación
2. Planteamiento del problema
3. Selección de las variables
4. Objetivos de la investigación
5. Preguntas de la investigación
6. Definición de Alcance de la investigación

¹ Ezequiel, AE. (1987). Técnicas de investigación. México: Ateneo

² Méndez, C. (1995). Metodología Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas. México: McGraw Hill.

7. Justificación de la investigación y su viabilidad
8. Definición del tipo de investigación
9. Relevancia de la investigación
10. Procedimientos de la investigación
11. Elaboración del marco teórico
 - a. Desarrollo de la propuesta de la investigación
 - b. Conclusiones
 - c. Recomendaciones

2.2. Concepción de la idea de la investigación

Las investigaciones se originan en ideas. Para iniciar una investigación siempre se necesita una idea. Las ideas constituyen el primer acercamiento a la realidad que habrá de investigarse.

Existe una gran variedad de fuentes que pueden generar ideas de investigación entre las cuales se puede mencionar las experiencias individuales, materiales escritos (libros, revistas, periódicos y paper), teorías, descubrimientos producto de investigaciones, conversaciones personales, observaciones de hechos, creencias e incluso presentimientos³. Sin embargo, la idea de la presente investigación radica en la transformación que ha sufrido el sector eléctrico del Ecuador.

³ Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1998). ¿Cómo se originan las investigaciones?. En Metodología de la investigación (2ª. ed.), McGraw Hill.

Con el fin del monopolio estatal, en 1996, mediante la creada Ley de Régimen del Sector Eléctrico, la industria nacional de electricidad ha experimentado profundos cambios en la organización. Sobre la base de que el Estado era incapaz de contener la gran demanda del servicio, y también que él no podía hacer frente solo con las inversiones necesarias para su expansión y distribución, el gobierno ecuatoriano optó por la apertura de mercados para empresas privadas.

La apertura del mercado, inicialmente a través de un sistema de concesiones, permisos y autorizaciones, estaba destinada a aumentar la expansión (generación, transmisión y distribución) y mejorar la prestación del servicio eléctrico, en especial la prestación del servicio de distribución de energía, considera esencial y estratégica. Otro de los objetivos era reducir los costos del servicio, como resultado de la introducción de tecnologías modernas.

Controladas por el Estado por medio del Consejo Nacional de Electricidad- CONELEC (Ente regulador y controlador), las compañías ganadoras de las concesiones para los servicios, comenzaron la obra de ampliación y modernización de las redes. Las muy altas inversiones se justificaban por la creencia en un mercado históricamente reprimido.

A finales de los años 90, el mercado eléctrico comenzó a mostrar los primeros signos de crisis. El plan demasiado optimista y la falta de generación de energía eléctrica eficientes (costos de producción muy altos) fueron los

principales factores de endeudamiento de las empresas de distribución en el mercado.

La consecuencia directa de esta situación fue la reestructuración organizativa de las empresas con el fin de maximizar el retorno sobre las inversiones realizadas. Esta reestructuración se ha traducido principalmente en comenzar a trabajar con eficiencias muy bajas, impactando directamente en la calidad del servicio prestado e incrementando sus pérdidas.

La idea de la presente investigación surgió a raíz de la experiencia del investigador en el área de Centro de Control, específicamente en el análisis de calidad del servicio eléctrico, donde el denominador común de la empresa del servicio eléctrico es la satisfacción del cliente, la reducción de la variabilidad de los procesos, así como la mejora de la calidad del producto y servicio. La idea se consolidó posteriormente con la revisión de numerosa bibliografía relacionada con la metodología Six Sigma (libros, revistas, paper, artículos de internet).

2.3. Planteamiento del problema

En este escenario, las empresas prestadoras de servicio eléctrico se vieron obligados a reevaluar sus estrategias de mercado y redefinir sus metas de rentabilidad, servicio al cliente y la calidad de los servicios.

De acuerdo con Marques (1999), la necesidad de adoptar métodos y técnicas para mejorar el desempeño está estrechamente vinculada a las exigencias de un mercado de consumo.

El entendimiento de Six Sigma como una metodología que posibilita la comprensión detallada de los procesos y procedimientos, lo que permite desencadenar cambios estratégicos con la seguridad y la simplicidad (Harry y Schroeder, 2000), se pretende aplicar esta filosofía conceptual, respondiendo a las siguientes preguntas: ¿Por qué ayudar a las empresas distribución eléctrica a implementar Six Sigma como una cultura guía de sus procesos?, ¿Cómo Six Sigma puede ayudar a las empresas distribución eléctrica a lograr un excelente nivel de calidad y que le permita competir con sus rivales en el sector?

2.4. Selección de las Variables

Considerando el levantamiento bibliográfico realizado y el conocimiento de las dificultades y restricciones contenidas en las empresas eléctricas, las siguientes variables fueron seleccionadas para estudiar la viabilidad de la implementación:

- a. La confianza en la eficacia del programa;
- b. Costos;
- c. Los recursos necesarios;
- d. El tiempo de entrega;

e. Repercusiones en las ganancias.

Estas variables serán tratadas más adelante en la fase de ejecución del trabajo, y será de fundamental importancia para evaluar su impacto en los resultados de la investigación.

2.5. Objetivos de la investigación

El establecimiento de objetivos es parte fundamental en cualquier estudio, ya que son los puntos de referencia que guían el desarrollo de una investigación y cuyo logro se dirigen todos los esfuerzos.

Para plantear los objetivos es indispensable conocer a detalle qué se pretende lograr a través de la investigación, esto permitirá fijar los objetivos debidamente fundamentados y susceptibles de alcanzarse. En la realización de la presente investigación se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Esta investigación tiene como objetivo proponer un modelo de estructuración de los procesos basados en la filosofía de Six Sigma a una empresa distribuidora del mercado eléctrico. El modelo es estrictamente teórico, basada en los conocimientos acumulados en relación a la estrategia empresarial, el

sector eléctrico y la realidad de las empresas distribución de energía eléctrica en Ecuador.

Objetivos específicos:

- i. Identificación de los macro-procesos que caracterizan a la empresa.
- ii. Desarrollar un plan de trabajo para la implementación de los procesos de mejora de la calidad y la posterior adaptación de la metodología Six Sigma.
- iii. Propuesta de las técnicas y herramientas para la mejora de la calidad y la adaptación a las características para las empresas del sector.
- iv. Identificar la estructura organizacional para realizar proyectos Six Sigma para las empresas de servicio del sector.
- v. Definir las funciones y roles de los miembros de la estructura organizacional
- vi. Identificar los conocimientos y capacitación requerida para los miembros de los equipos de trabajo de Six Sigma
- vii. Realizar una propuesta de los elementos que debe contener el Modelo propuesto para la implementación de Six Sigma

El presente trabajo se limita a proponer este modelo, lo que ilustra las técnicas de recopilación de datos y el uso de herramientas de planificación y control de calidad. Por lo tanto, está fuera del alcance de la aplicación efectiva de la

metodología Six Sigma, sino más bien informar a la empresa del "cómo" y "qué" hacer para adoptar y desarrollar un programa de Six Sigma.

2.6. Preguntas de la investigación

De acuerdo con lo expresado en el problema de investigación, considerado para este trabajo comprende de una empresa de servicios, que opera en el mercado eléctrico. Y teniendo en cuenta los objetivos específicos descritos anteriormente, preguntase:

1. ¿Los métodos, herramientas y modelos propuestos pueden ser implementados en las empresas del sector eléctrico?
2. ¿Los métodos, herramientas y modelos propuestos pueden ser implementados en empresas de otros sectores, con excepción del sector eléctrico?
3. ¿Los métodos, herramientas y modelos propuestos se pueden aplicar en las empresas de fabricación?

2.7. Definición de Alcance de la investigación

Este estudio tiene como objetivo investigar la viabilidad de la implementación de Six Sigma en una empresa del servicio de distribución de energía eléctrica.

Parte del alcance de este trabajo es la investigación de las técnicas y métodos que comprende el programa Six Sigma, y para las empresas del sector eléctrico aceptar o no las recomendaciones. No forma parte del ámbito de aplicación efectiva del programa y el análisis de los resultados y beneficios derivados de la misma.

2.8. Justificación de la investigación y su viabilidad

Para poder justificar una investigación se pueden establecer una serie de criterios para evaluar la utilidad de un estudio propuesto, por lo que a continuación se mencionan los criterios que permiten justificar la presente investigación.

Conforme al problema expuesto anteriormente, y este contexto, la metodología Six Sigma se presenta como la pieza importante para los aspectos considerados, ya que su visión holístico y la relación de los procesos, con enfoque al cliente, permite la alineación de estos aspectos para lograr un objetivo común: comprender las necesidades de los clientes y superarlas.

Para Pande (2001), en la estrategia Six Sigma el cliente no sólo es importante, es esencial para medir la eficacia de los procesos de negocio. En Six Sigma la visión del cliente es buscada, estudiada y fuertemente considerada tanto para la evaluación de los procesos existentes, como en el rediseño de los nuevos procesos de trabajo. Esta característica se perpetúa a través de un sistema de

retroalimentación continua de sus necesidades y expectativas llamada "voz del cliente".

Otra directriz contenida en la filosofía de Six Sigma se refiere a la búsqueda de mejoras en los procesos teniendo en cuenta no sólo las actividades internas, sino también involucra la participación a los distribuidores, los proveedores, entre otros. De acuerdo con Wessel y Burcher (2004), el éxito de los programas de calidad en las grandes corporaciones, es por su estricta dependencia de la calidad de los productos y servicios de sus proveedores, que son en su mayoría pequeñas y medianas empresas.

No extender la cultura de la calidad a los empleados y personal de apoyo pueden llevar a la formación de cuellos de botella en los procesos y la frustración de todo el trabajo de la implementación de mejoras. En este sentido, este trabajo se justifica como una forma de ayuda a las empresas a obtener los niveles de calidad acorde con sus pares, quienes han adoptado Six Sigma en sus procedimientos.

Finalmente, podemos probar la falta de publicaciones nacionales en materia de la metodología Six Sigma en las organizaciones de servicio y especialmente en el sector eléctrico. De esta forma, este trabajo va a enriquecer el número de publicaciones sobre el tema, divulgando aún más de la metodología Six Sigma en el contexto nacional.

2.9. Definición del tipo de investigación

En esta etapa del proceso de investigación se debe definir el tipo de investigación a realizar. De acuerdo con los objetivos específicos que quiere lograr, se puede establecer el estudio como exploratorio-descriptivo.

Exploratorio porque la Metodología Six Sigma es un concepto relativamente nuevo en Ecuador y se tiene poca información relacionada con el tema y más aún con su implementación en empresas de servicios y en forma especial en el sector eléctrico; y, Descriptivo porque en ella se buscó identificar y describir cuáles son los elementos más importantes para la implementación de esta metodología.

Por lo tanto, no se encontraron los elementos suficientes para plantear una hipótesis de investigación, por lo que se tuvo que recurrir a una investigación del tipo documental, y de acuerdo con Rojas (2001), en esta investigación se toman en cuenta fuentes históricas, monografías, información estadística y a todos aquellos documentos que existen sobre el tema para efectuar el análisis del problema.

La Investigación Documental sin hipótesis, es una investigación donde se pretende llegar a describir un objeto de estudio basado exclusivamente en documentos; libros, revistas, periódicos, cintas, videos o páginas web. La validez y confiabilidad de la información que se maneja está basada

exclusivamente en la confiabilidad de las fuentes documentales que fueron seleccionadas para la investigación, también aquí se señala que en este tipo de investigación no se establecen hipótesis pues no se necesita poner a prueba nada (Reidar, 2001).

Considerando lo anterior, esta investigación es del tipo **Documental sin Hipótesis**.

2.10. Relevancia de la investigación

a) Relevancia teórica

Este trabajo tiene como objetivo contribuir a la investigación nacional como fuente de información sobre el uso de Six Sigma para las empresas de prestación de servicios en el sector eléctrico ecuatoriano. Además, permite una visión base de la aplicación de la metodología basada en la mejora de procesos en las pequeñas y medianas empresas de este segmento.

b) Relevancia práctica

Los conceptos teóricos expuestos forman la base para una reorganización de los procesos actuales de las compañías de servicio, reformulando la cultural de la calidad de sus servicios y mejora en la percepción al cliente respecto a los productos. Se pretende que los conceptos desarrollados pueden servir como

una guía para otras empresas en el universo considerado, que tienen que ver con la excelencia de sus operaciones.

2.11. Procedimientos de la investigación

El desarrollo del trabajo se inicia con la identificación de los factores necesarios para la implementación de Six Sigma en las empresas de servicio. En primer lugar, se formula preguntas claves repartidas en tres categorías: evaluación de las perspectivas, la evaluación del desempeño actual y la capacidad de absorber el cambio. Estas preguntas permiten a la empresa a una auto-evaluación, el análisis de si es adecuado la implementación de un programa integral de mejora o si esta iniciativa puede aumentar la carga a los procesos existentes.

Como complemento a las preguntas clave, se sugiere que otros tres aspectos para el cambio: la transformación del negocio, mejoras estratégicas y solución de problemas. Cada punto indica la profundidad de los cambios deseados.

Sobre la base de las preguntas claves para la implementación de Six Sigma, los aspectos de cambio, las características propias de las organizaciones de servicio y los factores críticos para el éxito de su implementación, se han propuesto cinco elementos básicos necesarios para la implementación Six Sigma. Siguiendo las recomendaciones para obtener los factores de éxito identificados, se inicia el estudio. Fue realizado el mapeo de los procesos clave

de la empresa, procurando conocer las principales entradas y salidas de cada proceso, los procedimientos de trabajo y los responsables de cada sector. Es importante destacar que la empresa pasó por un proceso de estructuración formal.

Gran parte del trabajo de recopilación de datos se realizó mediante la observación participante, ya que el autor lleva a cabo actividades en la empresa. En algunos casos, sin embargo, se hizo necesario el uso de entrevistas, por tratarse de información estratégica o la necesidad de profundizar en el conocimiento técnico sobre el tema.

Dos tipos de entrevista se utilizaron para recopilar información, una a nivel gerencial, y otra a nivel operativo.

Las preguntas de la entrevista para la información gerencial tenemos:

1. ¿Cuáles son los principales productos y servicios de la empresa?
2. ¿Quién es el principal cliente de la empresa?
3. ¿Cuántos empleados hay en la actualidad?
4. ¿Cuál es su posición en el mercado?
5. ¿Cuáles son los principales competidores?
6. ¿Cuál es la estructura funcional de la empresa?
7. ¿Qué iniciativas de calidad se han realizado?

La hoja de ruta de la entrevista para información operativa, a saber:

- 1) ¿Cuáles son las tareas necesarias para la producción de productos o servicios a ser entregados al cliente?
- 2) ¿Cuáles son los principales insumos para este proceso?
- 3) ¿Cuáles son los responsables de cada etapa del proceso?
- 4) ¿Cuáles son los resultados parciales del proceso?
- 5) ¿Cuáles son los clientes de cada paso del proceso?
- 6) ¿Cuáles son las áreas involucradas en el proceso?
- 7) ¿Cuáles son los puntos críticos del proceso que, si se abordan, podrían traer grandes beneficios para la organización?
- 8) ¿Cuál de los puntos críticos enumerados tiene la solución más compleja?
- 9) ¿Cuáles son los factores que más influyen en la aparición de puntos críticos?
- 10) ¿Cuáles son los criterios de selección de proyectos de mejorar que considera más importante? (Por ejemplo, los resultados financieros, la complejidad, costo, duración del proyecto, las necesidades del mercado, satisfacción del cliente, la modernización tecnológica, la adaptación a la legislación.)
- 11) ¿Cuál es la prioridad entre estos criterios y otros pueden ser considerados importantes para la empresa?

Después del mapeo de la empresa y recopilación de la información pertinente a los procesos, se ha propuesto un conjunto de acciones integrales sobre la base de los principios básicos de la metodología Six Sigma.

2.12. Elaboración del marco teórico

El marco teórico permite sustentar la teoría de la investigación y se integra con las teorías, enfoques teóricos, estudios y antecedentes en general que se refieran al problema que se pretende estudiar. El marco teórico permite orientar el rumbo de las etapas subsecuentes de la investigación, por lo que en el siguiente capítulo se presentan los elementos teóricos que han sido elegidos por el investigador para formar sólidamente el trabajo de la presente investigación.

CAPÍTULO 3:

SIX SIGMA

Este capítulo trata sobre la revisión de la literatura académica y profesional de los diversos aspectos de Six Sigma. Se inicia con los antecedentes de Six Sigma para explicar la evolución de Six Sigma. Continúa con las definiciones de Six Sigma y las razones de su éxito y popularidad. Además, son analizadas y comparadas las metodologías claves de Six Sigma. Por último, se ha discutido la comparación del concepto Six Sigma con otros métodos de mejora.

3.1. Historia de Six Sigma

La historia real de Six Sigma tiene varias versiones, lo cual no es tema de esta investigación, solo se limitará a describir algunas de ellas.

Los orígenes de Six Sigma tienen su nacimiento en Motorola en 1979, en artículos separados por dos veteranos de Motorola, Mikel J. Harry (1998) y Dennis Sester (2001), explican cómo la idea de Six Sigma se concibió por primera vez por expertos de Motorola.

El concepto Six Sigma se le atribuye al Ingeniero de Calidad de Motorola, Bill Smith, quien consideró que los problemas de calidad y el bajo desempeño en los procesos se deben a la variabilidad que estos presentan, una pieza defectuosa no es más que el fruto de la variación, luego entonces si se minimiza la variación se tienen mayores probabilidades de obtener productos y servicios libres de defectos.

En la década de los 80's, y a comienzos de la década del 90's, Motorola era una de las compañías que estaba siendo acosada por sus competidores Japoneses, no obstante poseer varios programas de calidad. En 1987 un nuevo enfoque denominado Six Sigma, es introducido en la compañía. Se trataba de un modelo consistente para comparar el desempeño con los requerimientos de los clientes (medición del nivel "Sigma") y un ambicioso objetivo de prácticamente calidad perfecta (meta "Six Sigma").

Los signos del éxito significativo en Motorola pronto se hicieron evidentes. De hecho, desde 1987 hasta 1997 Motorola logró un crecimiento de cinco veces en las ventas con ganancias de casi un 20 por ciento por año, un ahorro acumulado de \$ US14 millones de dólares y ganancias en el precio de las acciones a una tasa anual de 21,3 por ciento. Motorola también se citó como el primer ganador del Premio Nacional de Calidad de Estados Unidos "Malcolm Baldrige" en 1988.

Pronto otras empresas se vieron interesadas en el programa y más organizaciones fueron capaces de demostrar buenos resultados. Como ejemplos citamos, AlliedSignal alcanzado un ahorro de US \$ 2 mil millones de dólares durante un período de cinco años, mientras que General Electric ha ahorrado \$ US1.5 mil millones en una ventana de dos años. Desde entonces, Six Sigma ha sido elogiada en varios artículos por haber mejorado los procesos de innumerables negocio. Motorola, General Electric, Allied Signal [ahora Honeywell], Ford, Johnson Controls, TRW, Delphi, Raytheon, Lockheed Martin,

Texas Instruments, Sony, Bombardier, Polaroid, 3M y American Express son algunas de las organizaciones que han implementado Six Sigma (Hahn, 1999; Harry, 1998; Lanyon, 2003; Miller, 2001; Snee, 1999; Williams, 2003).

De acuerdo con Harry (1998), Asea Brown Boveri obtuvo ganancias de \$ 1.8 mil millones en dos años, y el 68% de reducción de defectos y la reducción de costos de aproximadamente el 30% debido al programa Six Sigma

Las actividades de Six Sigma y sus los logros, son cada vez más frecuente en las empresas pequeñas, en los procesos transaccionales de negocio (por ejemplo, recursos humanos y compras), y en el sector de los servicios (Harry, 1998). Las empresas más pequeñas han tenido un éxito financiero similar en comparación con las grandes empresas, pero en menor escala. Un ejemplo de aplicación de Six Sigma en las pequeñas y medianas empresas se puede encontrar en la fábrica de Solectron en Ostersund, Suecia. En esta empresa de aproximadamente 1.000 empleados, la implementación de Six Sigma le significó ahorros cerca de \$ US 0.5 millones de dólares durante los primeros diez meses del año 2000 - aproximadamente \$ 500 por empleado en la base de empleados, pero más cerca de \$ 10.000 por empleado entrenado en los métodos Six Sigma (Kelfsjo, 2001).

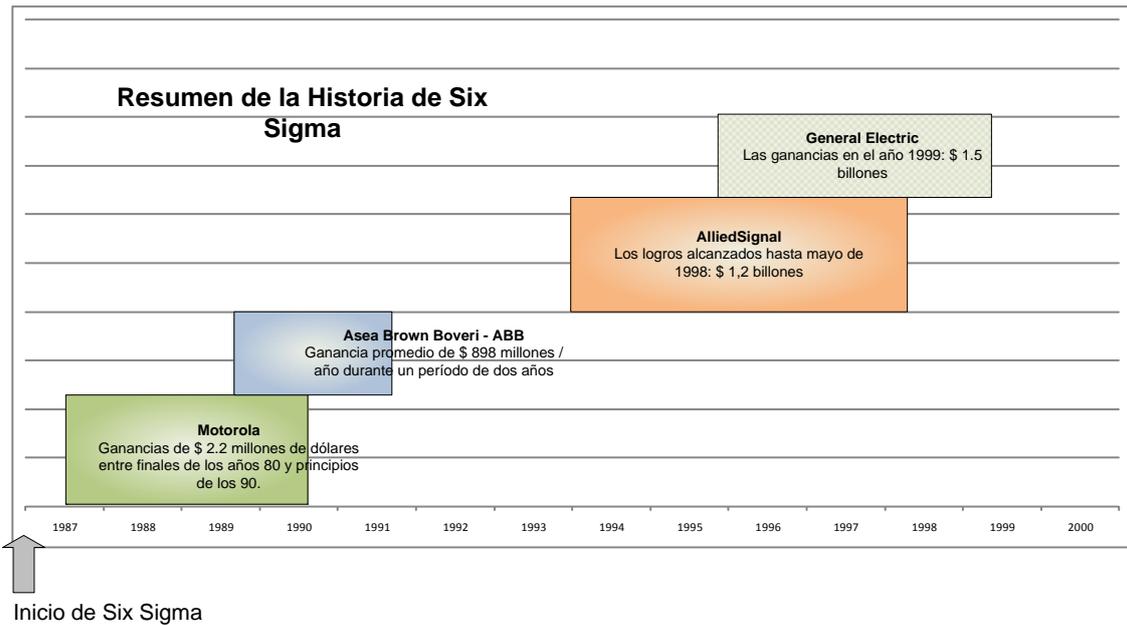


Figura N° 3.1. Resumen de la historia de Six Sigma

Por último, Six Sigma ha tenido un impacto considerable en numerosas organizaciones a través de una variedad de industrias.

3.2. Que es Six Sigma

Algunos académicos y profesionales han intentado describir Six Sigma en una o dos definiciones. Sin embargo, muchos han concluido que hay por lo menos tres definiciones (Pande y Holpp, 2002): Six Sigma puede ser visto como una métrica, un pensamiento, y una metodología.

La primera definición lógica y oído comúnmente para Six Sigma es que es una expresión estadística - una métrica (Breyfogle 2001). El símbolo en minúscula griega σ (Sigma) es la métrica o concepto estadístico que denota la desviación

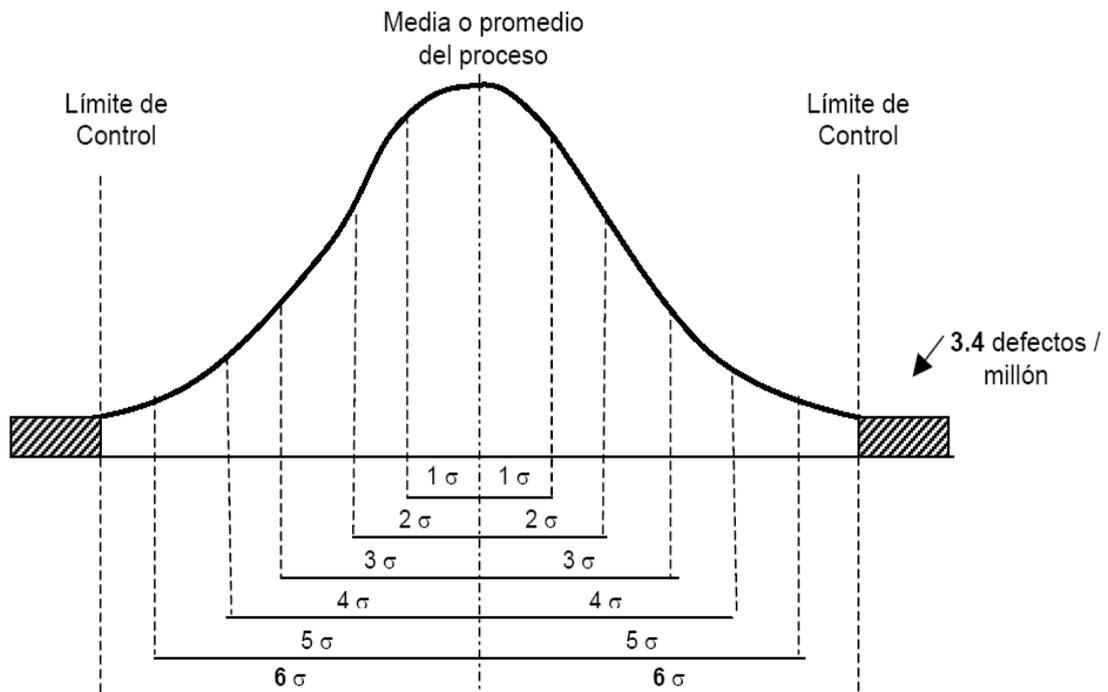
estándar y es una medida de la variación o dispersión respecto a la media. Mikel J. Harry (1998) y Forrest W. Breyfogle (2001), entre otros explican que Six Sigma puede ser definido en términos de desempeño del proceso que produce 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO).

La desviación estándar es una forma estadística de describir cuanta variación existe en un conjunto de datos, en un grupo de artículos o en un proceso, indica qué tan bien se está realizando el proceso, un número de Sigmas alto es mejor, siendo mayor la capacidad del proceso para realizar un trabajo libre de defectos que causan insatisfacción del cliente⁴. Con Six Sigma, el índice de medición común es “defectos por unidad”, en donde una unidad puede ser un producto, un servicio, un componente, un material, una forma administrativa, tiempo de duración o distancia. El valor Sigma indica que tan seguido pueden aparecer los defectos, entre más alto sea el número de Sigmas de un proceso, menores serán los defectos que se produzcan. Según se incremente el número de Sigmas, los costos se reducen, al reducir los re-procesos y re-trabajos, se acortan los tiempos de ciclo de producción y la satisfacción del cliente se incrementa.

Para un mejor entendimiento se inicia del hecho de que un proceso con capacidad Six Sigma significa tener un proceso con seis desviaciones estándar entre la media del proceso y cualquier límite de especificación marcado por el cliente, esto se traduce en tener un proceso con no más de 3.4 partes o

⁴ Pande, P Holpp, L. (2002). ¿What is Six Sigma?

defectos por cada millón de piezas fuera de esas especificaciones; gráficamente se representa en la Figura N°. 3.2 Desempeño de Six Sigma.



Sigma	Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO)	Rendimiento (%)
1σ	690 000	30,9
2σ	308 537	69,2
3σ	66 807	93,3
4σ	6 210	99,38
5σ	233	99,977
6σ	3,4	99,9997

Figura N°. 3.2 Desempeño de Six Sigma

Para la estimación y/o cómputo de Sigma, σ , de una muestra representativa de un determinado universo, es mediante la siguiente expresión matemática:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde tenemos:

\bar{x} = Valor promedio de las mediciones de la muestra;

x_i = Valor de cada medición de la muestra;

n = Numero de mediciones de la muestra

En la práctica empresarial se utiliza la métrica Sigma, σ , para medir el nivel de operatividad o capacidad de una empresa, como se muestra en el siguiente cuadro:

CAPACIDAD	CALIDAD	NIVEL
2σ	MALA	
3σ	REGULAR	ESTANDAR HISTORICO
4σ	PROMEDIO	ESTANDAR NORMAL
5σ	MUY FUERTE	
6σ	CLASE MUNDIAL	NUEVO ESTANDAR

Tabla Nº 3.1. Relaciones entre capacidad Sigma, Calidad y Nivel

En el mundo de los negocios del ayer, el desempeño de las empresas se posicionaba en un nivel promedio de 3 σ , denominado estándar histórico. En la actualidad, las empresas de Europa y U.S.A. se desempeñan en un valor promedio de 4 σ , denominado estándar normal, mientras que en Japón la mayoría de las empresas han alcanzado el desempeño de 6 σ , definido como nuevo estándar, que determina la calidad mundial.

En términos simples, Six Sigma es una medida que representa un proceso que está llevando a cabo prácticamente libre de defectos.

Como una segunda definición, Six Sigma es considerado como un pensamiento organizacional que tiene énfasis en el enfoque al cliente y la mejora de los procesos (Pande y Holpp, 2002). El Dr. Mikel J. Harry (1998) acertadamente afirmó,

“La filosofía de Six Sigma reconoce que existe una correlación directa entre el número de defectos en el producto, los costos de operación, y el nivel de satisfacción de los clientes” (p.60)

Con este pensamiento, los individuos de la organización están preparados para trabajar en equipo para alcanzar Six Sigma y su objetivo final el de reducir la variación del proceso a no más de 3,4 defectos por millón de oportunidades (Harry, 1998).

El Six Sigma no es sólo una iniciativa de calidad, sino que es una forma de gestión empresarial. Para conseguir el objetivo de Six Sigma se requiere mejoras muy importantes en cada una de las áreas operacionales.

El mensaje de Six Sigma va más allá de la estadística, se requiere de un compromiso total de la Dirección y una filosofía de excelencia, del enfoque hacia el cliente, de la mejora de procesos y de usar como regla las mediciones en lugar de las opiniones. Six Sigma trata de cómo hacer que cada área de la organización tenga la capacidad de satisfacer mejor las necesidades

cambiantes de los clientes, los mercados y las tecnologías, con beneficios para los empleados, los clientes y los accionistas. Six Sigma requiere de una transformación total de la organización en procesos y cultura, para lograr y mantener resultados efectivos. Asimismo requiere de cambios operativos en los procesos del negocio con herramientas y metodologías orientadas a la reducción de la variación y mejorar sustancialmente los procesos.

Six Sigma se aplica en toda la organización y tiene un gran impacto cuando es aplicada a través de sus procesos claves, en el entendido de que un proceso clave del negocio es un conjunto interrelacionado, interfuncional que tiene un profundo impacto positivo o negativo en la satisfacción del cliente. Es por ello que Six Sigma requiere de un Liderazgo comprometido desde el más alto nivel de Dirección de la organización, ya que el papel de Líder en la implementación de la metodología resulta primordial para:

- ✚ Establecer las prioridades y metas de mejora del negocio;
- ✚ Monitorear los factores internos y externos que afectan al negocio;
- ✚ Definir la estrategias del negocio;
- ✚ Proveer y alinear los recursos;
- ✚ Dirigir el cambio en la organización;
- ✚ Desarrollar a la gente;
- ✚ Definir las responsabilidades para la obtención de resultados;
- ✚ Cumplir con las expectativas de los Clientes;
- ✚ Establecer y comunicar un Plan para el éxito del negocio; y,

Administrar los procesos de Liderazgo

Como una tercera definición, Six Sigma es visto como una metodología de mejora estratégica denominada DMAIC/DMAMC (Pande y Holpp, 2002). DMAIC/DMAMC es una abreviatura de los cinco pasos sistemáticos de la metodología Six Sigma. Los pasos utilizados para las mejoras son: Define/Definir, Measure/Medir, Analyze/Analizar, Improve/Mejorar y Control/Controlar. Esta metodología se utiliza para llevar a cabo la filosofía estructurada de Six Sigma en lugares que incluyen a la fabricación, diseño, ingeniería, recursos humanos, compras y servicio al cliente.

3.3. Definiciones de Six Sigma

En la literatura actual existen diversas definiciones de Six Sigma. Todos ellos tienen puntos en común en su enfoque, al referirse a la visión estratégica, sistémica y estadística en el tratamiento de la calidad para iniciativa de Six Sigma.

De acuerdo con Carvalho (2005), Six Sigma es una estrategia empresarial disciplinada, que se caracteriza por un enfoque sistémico y el uso extensivo del pensamiento estadístico, que apunta a reducir drásticamente la variabilidad de los procesos críticos y aumentar la rentabilidad del negocio, mediante la optimización de productos y los procesos, buscando la satisfacción de los clientes y consumidores.

Para Rotondaro (2002), Six Sigma es una metodología estructurada que incrementa la calidad mediante la mejora continua de los procesos implicados en la producción de un bien o servicio, teniendo en cuenta todos los aspectos importantes de una empresa. El objetivo de Six Sigma es lograr la excelencia en la competitividad mediante la mejora continua de procesos.

Six Sigma se puede definir como una metodología rigurosa y disciplinada que utiliza datos y análisis estadístico para medir y dar a las empresas un desempeño operativo que le permite la identificación y eliminación de defectos en los procesos de fabricación y de servicios.

Pande (2000) define Six Sigma como:

“Un sistema comprensivo y flexible para lograr, mantener y maximizar el éxito del negocio. Six Sigma es únicamente impulsada por la estrecha comprensión de las necesidades del cliente, el uso disciplinado de hechos, datos y análisis estadístico, y una atención diligente a la gestión, mejora y rediseño de los procesos de negocio.”

De acuerdo con Antonio y Bañuelas (2001), Six Sigma es:

“. . . una estrategia de mejora del negocio usada para mejorar la rentabilidad, para expulsar desperdicios, para reducir los costos de mala calidad y para mejorar la eficacia y la eficiencia de todas las operaciones a fin de satisfacer o incluso superar las necesidades y expectativas del cliente”

A continuación se presentan varias definiciones de otros autores:

- ❖ Six Sigma es una metodología formal para medir, analizar, mejorar, y controlar o bloquear los procesos. Este enfoque estadístico reduce la aparición de los defectos desde un nivel tres Sigma o 66 800 defectos por millón a un nivel Six Sigma o menos de cuatro defectos por millón (Bolze, 1998).
- ❖ Six Sigma es una metodología comprensiva, basada en la estadística que se propone alcanzar nada menos que la perfección en todos los procesos de la empresa y producto (Paul, 1999).
- ❖ Six Sigma es un método disciplinado de rigurosa recopilación de datos y un análisis sólido estadística para identificar las fuentes de error y la forma de eliminarlas (Harry y Schroeder, 1999).
- ❖ Six Sigma como una metodología basada en la información para reducir los desperdicios, aumentar la satisfacción del cliente, y mejora de procesos, con un enfoque en resultados económicamente cuantificables (definición de Minitab Goh, 2002).

El enfoque estadístico en las diversas definiciones de Six Sigma refleja su filosofía básica. Six Sigma es una filosofía de funcionamiento que pueden ser compartidos provechosamente por todos, incluyendo clientes, accionistas, empleados y proveedores. Fundamentalmente, es una metodología centrada en el cliente que elimina desperdicios, aumenta los niveles de calidad, y mejora

el rendimiento financiero de las organizaciones a niveles sin precedentes (Chua, 2001).

3.3.1. Facetas de Six Sigma

Six Sigma, la estrategia: Six Sigma es una estrategia para la optimización de procesos basadas en la satisfacción del cliente, la orientación en los resultados, el cambio cultural y la calidad de todo lo que la empresa produce. El objetivo es ajustar las variables críticas de los procesos operativos, administrativos o de negocio a valores de muy bajos defectos.

Six Sigma, el punto de referencia: Six Sigma se usa como punto de referencia para comparar el nivel de calidad de procesos, operaciones, productos, negocios, características, equipamiento, máquinas, divisiones, departamentos.

Six Sigma, la meta: Six Sigma es también una meta de calidad. La meta Six Sigma es estar muy próximo a cero defectos, equívocos o errores. Pero, no es necesariamente cero defectos; su métrica depende del tipo de proceso:

- Para un proceso estático, (la media del proceso está centrada entre los límites de tolerancia) es de 0,002 partes por millón de deficiencias.
- Para un proceso dinámico, que representa el caso real, (la media del proceso puede moverse +1,5 Sigma entre los límites de tolerancia sin que

sus efectos sean detectados por el cliente) es de 3,4 partes por millón de oportunidades.

Six Sigma, la métrica: Six Sigma es una métrica para un nivel particular de calidad, es una nueva manera de medir la bondad de un producto.

Cuando el número de Sigma es bajo, por ejemplo cuando nos referimos a un proceso dos Sigma ($\pm 2\sigma$), más o menos dos Sigma dentro de lo especificado, se considera que el nivel de calidad no es bueno. El número de defectos o deficiencias en este proceso es muy alto. Comparado con un proceso cuatro Sigma ($\pm 4\sigma$), más o menos cuatro Sigma dentro de lo especificado, el nivel de calidad es significativamente mejor. Cuando el nivel es Six Sigma se dice que la calidad es excelente y la probabilidad de producir un defecto es sumamente baja. Por tanto, el mayor número de Sigma dentro de lo especificado, nos determina un mejor nivel de calidad.

Six Sigma, la filosofía: Six Sigma es también una filosofía de mejora continua de los procesos (máquinas, fuerza de trabajo, métodos, metrologías, materiales, medio ambiente, negocios, etc.) y reducción de su variabilidad en la nunca finalizada búsqueda o persecución de cero defectos.

Six Sigma, la estadística: Six Sigma es una estadística calculada para cada característica crítica a la calidad.

Six Sigma, el valor: Six Sigma es un valor que se obtiene multiplicando por 12 un determinado valor de Sigma. Asumiendo en una distribución Normal, 6 veces el valor de Sigma dentro de los límites de las especificaciones a la izquierda de la media y a 6 veces el valor de Sigma dentro de los límites de la especificación a la derecha de la media.

$$\pm 6\sigma = 12 \times \sigma$$

Six Sigma, la visión: Six Sigma es la visión de conducir a una empresa a la posición de *Mejor en su Clase*. Es una intrépida cruzada a favor de la reducción de la variación, los defectos, los errores y los equívocos. Es una *calidad extendida*, teniendo en cuenta las expectativas de los clientes. Tiene en cuenta el siguiente lema: *“Suministrando más, los clientes desean comprar en el lugar de, teniendo personal de ventas tentando y persuadiendo a los clientes a comprar”*

Six Sigma – definición de Motorola: Motorola ha definido Six Sigma de la siguiente manera:

“Teniendo más o menos Six Sigma ($\pm 6\sigma$), en la medida de las desviaciones, dentro de los límites especificados. Para que el proceso Six Sigma sea extremadamente robusto debe tener el doble del ancho del proceso de fabricación, permitiendo un corrimiento máximo del mismo en $\pm 1,5\sigma$ sin que el cliente perciba una degradación de la calidad. Para estas condiciones de procesos dinámicos se establece una meta de calidad de 3,4 partes por millón oportunidades, un rendimiento del proceso de 99,999660% y los siguientes valores de índices asociados de potencial de proceso $C_p = 2$, y capacidad de proceso $C_{pk} = 1,5$ ”

Por lo tanto, en los procesos dinámicos y asumiendo un aproduccion de 1 000 000 de unidades, el cliente percibirá solo 3 productos defectivos

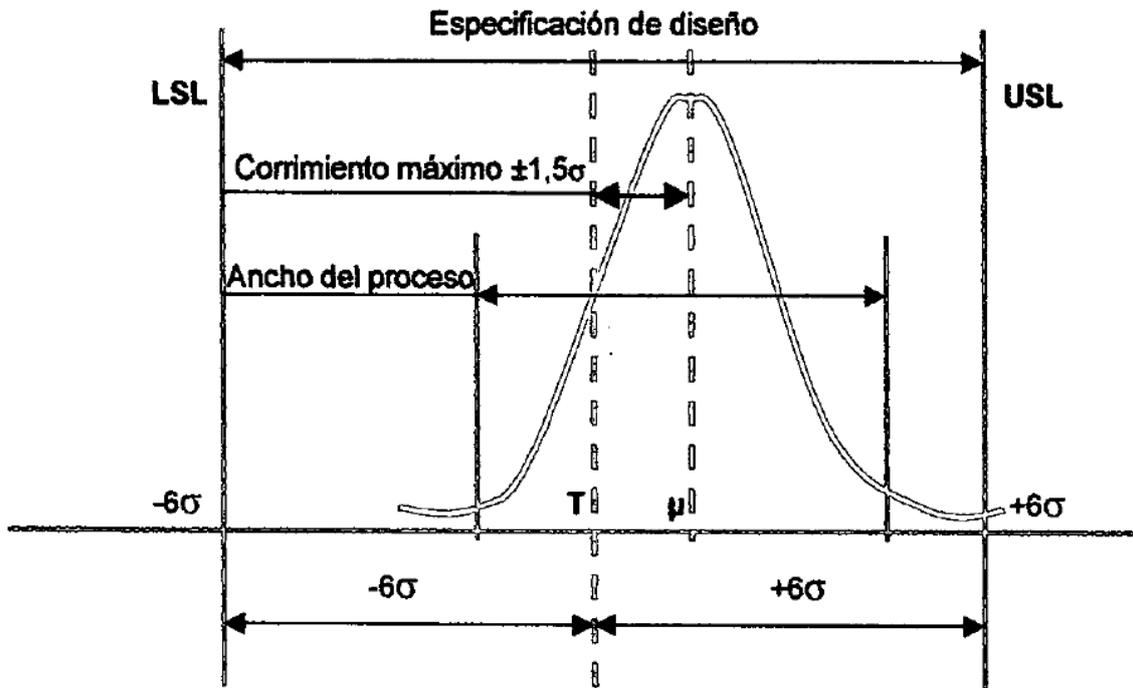


Figura N° 3.3. Visión de Six Sigma de Motorola

Dónde:

LSL: Límite inferior de la especificación

USL: Límite superior de la especificación

T: Media de la especificación

μ : Media del proceso

Six Sigma refleja una filosofía que pretende y persigue la perfección o la excelencia en todo lo que hace una organización. Six Sigma es probablemente

el más próspero programa diseñado para producir cambios en la organización y suministró a Motorola significativos beneficios financieros.

3.4. Principios de Six Sigma

Pande (2001), enumera seis principios que orienta el concepto del programa Six Sigma y que justifica su utilización:

Enfoque al cliente: Para la estrategia Six Sigma, el cliente no sólo es importante, es esencial para medir la eficacia de los procesos de negocio. En Six Sigma la visión del cliente ha buscado, estudiado, sistematizado y fuertemente considerada tanto en evaluación de los procesos existentes, como el rediseño de nuevos procesos de trabajo.

Esta característica se perpetúa a través de un sistema de captura constante de sus necesidades y expectativas denominada "voz del cliente".

Gestión, mejora y enfoque de procesos: Six Sigma se basa en la creación de un ciclo de acciones de tipo lazo cerrado, sensible a los cambios y mantiene el rendimiento de la empresa. Este método se pone en práctica a través de diferentes formas como la gestión, diseño y/o rediseño de procesos. Para el enfoque en basado en procesos, cuando un fallo es detectada buscase sus causas y no las personas, mas los métodos empleados. Este enfoque también crea un clima organizacional participativo, pues los empleados no se sienten

amenazados cuando se produzcan errores, al contrario procuran contribuir a su análisis y corrección lo más pronto posible.

Gestión de datos y hechos: lejos de las decisiones basadas en suposiciones y percepciones, Six Sigma anticipadamente planea las medidas que se aplicarán en la evaluación del desempeño, utiliza herramientas y técnicas estadísticas y no-estadísticas para el análisis de los hechos y datos y construye una comprensión clara y detallada de las variables claves del proceso. Por lo tanto, es posible identificar qué información se necesita y cómo se utiliza en la búsqueda de la optimización de resultados.

Búsqueda de la perfección con la tolerancia a fallos: aunque aparentemente contradictorias, estas dos ideas son complementarias. Cuando se busca una reducción de los defectos por millón de oportunidades en niveles cercanos a la perfección, uno debe estar preparado a tomar riesgos debidamente gerenciados y aceptar cualquier fallo; que se forman tanto como obstáculos a superar y como una oportunidad de aprendizaje.

Gestión proactiva: significa actuar antes de la ocurrencia de una no-conformidad y no responder a los eventos internos o externos. Con este fin, Six Sigma alienta el hábito de establecer objetivos ambiciosos, revisar periódicamente, determinar las prioridades, prevenir problemas y cuestionar las prácticas existentes, mismas que aparentemente estén presentando buenos resultados.

La colaboración sin fronteras: Six Sigma explora en profundidad el trabajo en equipo, y ver una amplia demanda de los procesos globales de la empresa. Además, Six Sigma puede crear un entorno y estructuras de gestión que apoyan al verdadero trabajo en equipo.

3.5. Motivos para implementar Six Sigma

Six Sigma es una medida de calidad y eficiencia enfocada en las necesidades de los clientes y la mejora de los procesos, pero además es una medida de excelencia. Para una empresa ingresar en un programa Six Sigma significa entregar una calidad superior de productos y/o servicios, y al mismo tiempo eliminar virtualmente todas las ineficiencias internas. Esto implica tener un enfoque común en la excelencia a través de toda la organización.

Impulsar en un programa Six Sigma no implica entregar productos y/o servicios libres de defectos después de una inspección; que puede ser fácilmente realizado, mientras al mismo tiempo se originen en los procesos altos niveles de defectos, re-trabajos, desperdicios y todo tipo de ineficiencias. Implica entregar productos y/o servicios de calidad superior enfocada en las necesidades de los clientes y al mismo tiempo, mantener el rendimiento de los procesos internos en un nivel de 99,9999998%, tasa de defectos por debajo de 0,002 partes por millón (proceso estático) o un nivel de 99,999660%; tasa de defectos por debajo de 3,4 partes por millón (proceso dinámico) y erradicar virtualmente los defectos, re-trabajos y desperdicios.

Otra de las características necesarias para sostener Six Sigma es mantener un control estadístico de los procesos, controlando las variables de entrada de los procesos (antes que las usuales variables de salida del producto y/o servicios), acortando tiempos de trabajo y optimizando el tiempo del ciclo de los procesos.

Valores de fallos o defectos en un proceso estático: En un proceso estático la Media, μ , del proceso está centrada entre los límites de las tolerancias LSL y USL

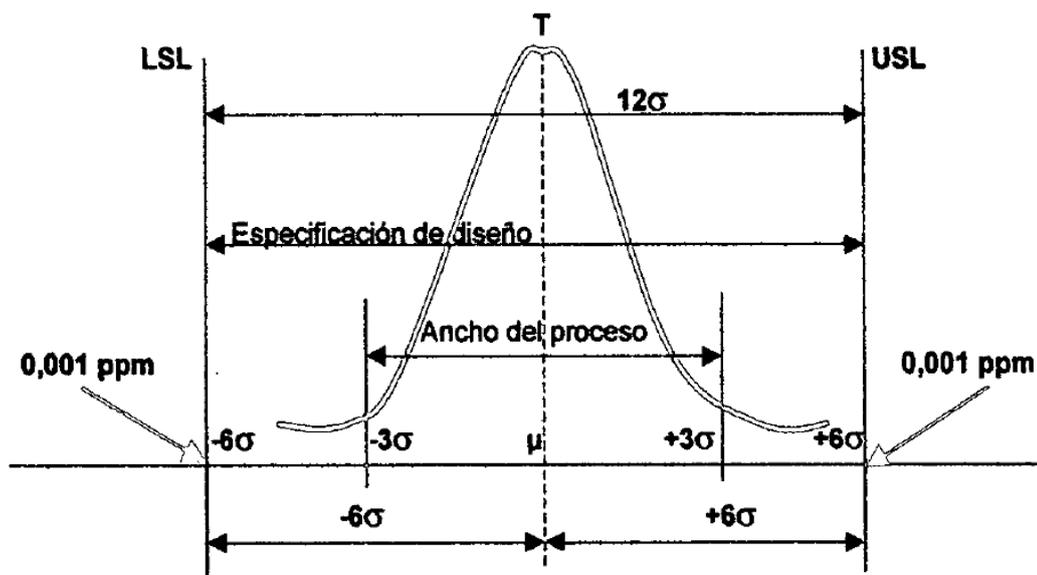


Figura N° 3.4. Capacidad Six Sigma considerando el proceso como estático

Valores de fallos o defectos en un proceso dinámico: en un proceso dinámico la Media, μ , del proceso puede moverse en $\pm 1,5\sigma$ entre los límites de la tolerancia LSL y USL, sin que sus efectos sean percibidos por el cliente.

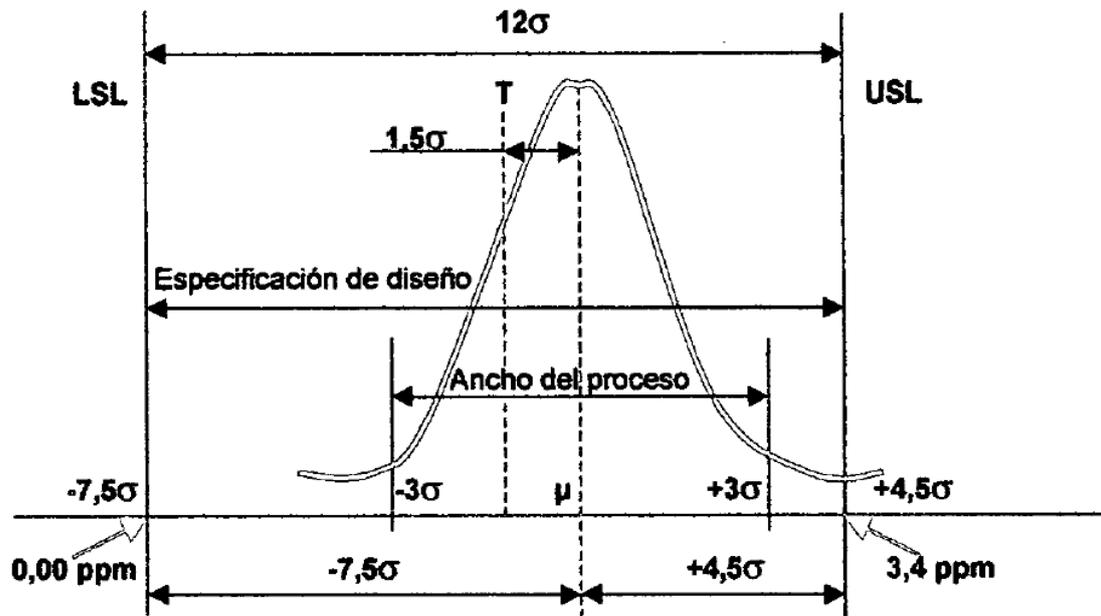


Figura N° 3.5. Capacidad Six Sigma considerando el proceso como dinámico

Algunas de las otras razones para la implementación de Six Sigma (Henderson y Evans, 2000) son los siguientes:

- ❖ **Para mejorar el rendimiento de productos y servicios** - la meta de Six Sigma es mejorar el rendimiento de productos y servicios mediante la reducción de los defectos inherentes a los procesos y materiales utilizados para su producción (GE Capital).
- ❖ **Para mejorar el rendimiento financiero y la rentabilidad de los negocios** - la mayoría de los fabricantes en los EE.UU. operan aproximadamente en tres Sigma, produciendo 66 000 piezas defectuosas por cada millón de producción. Estas compañías pierden hasta un 25 por ciento de sus ingresos totales debido a los defectos (Murphy. 1998).

❖ **Para ser considerado como proveedor de una empresa** - proveedores de electrónica, especialmente los fabricantes de semiconductores, suelen tener niveles de defectos de menos de 100 ppm (partes por millón) y algunos hasta llegar a la calidad del nivel Six Sigma. La construcción de una parte con un nivel inferior en la tasa de defectos por millón permite a los proveedores ser considerado para los negocios, pero se ha convertido en un diferenciador letal (Carbone, 1996).

3.6. Cuando se detecta la necesidad de Six Sigma

Las empresas a las que le va mal tienen por lo general dos síntomas comunes: la ineficiencia y las quejas o reclamos de los clientes. *La ineficiencia* se produce por la ejecución de pasos innecesarios en un determinado proceso, tomando demasiado tiempo e involucrando a muchos empleados que no perciben las consecuencias de sus acciones o la importancia de su función en el proceso.

Los servicios y/o procesos son ejecutados mediante procesos. Si la empresa y su personal no entienden la ciencia de estos procesos, no podrán controlar, modificar, optimizar y mucho menos mejorar. Es necesario primero conocer las variables que afectan y las variables que no afectan al proceso.

Una vez conocido el proceso, las variables que lo afectan pueden ser manejadas en forma controlada para obtener una mejora del mismo.

Si *los clientes se quejan* de la calidad y confiabilidad de los productos o de la calidad del servicio, entonces la empresa debe hacer un seguimiento completo de los siguientes síntomas:

- Costos excesivamente elevados;
- Una grave pérdida de dinero como resultado de la devolución por un cliente de un producto por garantía y posterior demanda;
- Facturas no cobradas a tiempo debido a las quejas de los clientes;
- Componentes de mala calidad suministrado por los proveedores;
- Errores en la información interna;
- Proyectos poco confiables;
- Presupuestos demasiado elevados;
- Problemas recurrentes;
- Diseño de productos y/o servicios extremadamente difíciles de fabricar o prestar;
- Niveles de desperdicios demasiado elevado e incontrolable;
- Se acepta el re-trabajo como una actividad de producción normal

3.7. Beneficios de Six Sigma

Muchas empresas exitosas tienen procesos con alrededor de 35 000 defectos por millón. A pesar de ello, son exitosas y obtienen muchos beneficios. Este nivel de desempeño está apenas en un valor de 2,1 Sigma. Pero es interesante evaluar cuanto más beneficios se puede obtener si el proceso se realiza con

pocos defectos por millón de operaciones u operando a un nivel de Six Sigma, cercano a cero defectos.

La mayoría de las empresas no conocen en qué nivel de defectos están trabajando o a que valor de Sigma están funcionando. Esta información aun no la tienen disponible y tampoco siquiera han pensado en tenerla. Estas empresas son muy ineficientes y gastan alrededor de un 30% de su tiempo en arreglar problemas recurrentes, corregir equívocos y errores cometidos anteriormente.

Muchas empresas viven con esta ineficiencia y aún más, este factor forma parte del negocio. Un programa Six Sigma crea una organización intolerante a los defectos, desperdicios, re-trabajos, equívocos y errores. Crea una organización obsesionada en hacer procesos robustos contra defectos y errores; alineándose con la eficiencia y la simplicidad, operando con ciclos de tiempo cortos y no dando oportunidad a los errores.

Al implementar Six Sigma en una empresa, se crea una cultura interna que involucra a todo el personal, educándolo en una metodología estándar con el objeto de caracterizar, optimizar y controlar los procesos. Las actividades repetitivas involucradas en proveer un servicio o producir un producto constituyen un proceso.

Los procesos son simplificados, reduciendo el número de pasos y haciéndolos más rápidos y más eficientes. Al mismo tiempo, estos procesos se optimizan no dando posibilidades a la ocurrencia de defectos, errores y equívocos. Estos hacen que los productos y servicios sean más caros y cuanto más caros son ellos, menos satisfechos están los clientes en comprarlos. Los defectos, errores y equívocos vuelven furiosos a los clientes y clientes insatisfechos devuelven el producto o no vuelven a comprar los servicios. Cuando aumenta el número de clientes insatisfecho con los productos o los servicios, se vislumbra una tendencia a la pérdida en la participación del mercado. Cuando los beneficios van decreciendo, la organización no puede sostener por mucho tiempo a sus empleados. Sin empleados ni beneficios, la organización no puede permanecer mucho tiempo en el negocio.

Los beneficios en embarcarse y alcanzar Six Sigma son múltiples, por ejemplo:

- Cambio cultural
- Establecimiento de un lenguaje y método comunes para las mejoras
- Simplificación de procesos
- Reducción de defectos
- Reducción de desperdicios
- Reducción de re-trabajos
- Reducción de errores
- Reducción de costos
- Mejora de tiempo de los ciclos

- Mejora en la participación del mercado
- Mejora los beneficios financieros
- Minimización de las actividades de sin valor agregado
- Incremento de la satisfacción del cliente
- Una mayor eficiencia en los empleados

3.8. Casos de Éxito de Six Sigma

La metodología Six Sigma se inicia en los años 80's como una estrategia de negocios y de mejoramiento de la calidad, introducida por Motorola, la cual ha sido ampliamente difundida y adoptada por otras empresas de clase mundial, tales como Texas Instruments en 1988, IBM en 1990, ABB en 1993, Kodak y Allied Signal en 1994, General Electric en 1995, Whirpool, Bombardier, Polaroid e International en 1997, Paccar Inc en 1998, Dupont y Ford en 2000 y Toshiba en 2001⁵.

Six Sigma permite producir resultados financieros superiores, usando estrategias de negocios que no solo reviven compañías, sino que también les permite ir a la cabeza de sus competidores en ganancias económicas, lo cual es expresado por los ejecutivos de las organizaciones con mayor éxito en la implementación de la metodología.

⁵Avila, G. M. (2002). Acerca de 6-sigma: Fundación Latinoamericana para la Calidad. Disponible en: http://www.calidad.org/public/arti2002/1031513018_gerard.htm

Se presenta a continuación algunos casos de implementación exitosa de Six Sigma por su carácter relevante, concepto de Six Sigma (caso de Motorola) o por su visibilidad y divulgación (los casos de AlliedSignal y General Electric).

3.8.1. Motorola

Six Sigma nació en Motorola en la década de 1980 a partir del interés de un ingeniero estadístico Mikel Harry, en los conceptos de Deming sobre la variación del proceso. Su objetivo era encontrar maneras de mejorar el rendimiento de su propia área, lo que llamó la atención del presidente de la compañía, Bob Galvin, para la utilización de este concepto en toda la organización (Eckes, 2001).

En 1987, Motorola estableció la siguiente visión de la empresa (Adams, 2003):

- Visión: la satisfacción total del cliente;
- Creencias: el respeto mutuo, integridad y confianza;
- Objetivos: Ser la mejor empresa en cada aspecto del negocio, incluyendo el desarrollo de productos, fabricación, comercialización y ventas;
- Las iniciativas clave: calidad de Six Sigma y la reducción de tiempos de ciclo.

Motorola ha desarrollado cuatro ciclos de formación, involucrando la participación de las áreas de administración y empleados, con el propósito de

difundir el concepto: Six Sigma, Diseño para Manufactura, gestión para los tiempos del ciclo y el mejoramiento del proceso de la calidad. Un elemento clave, sin embargo, fue el establecimiento de un esquema corporativo de mediciones fiables que permita el seguimiento de los avances del programa que se iniciaba (Adams, 2003).

Los resultados positivos llevaron a la empresa para recibir el Premio Malcolm Baldrige en 1988. La capacitación se extendió a los proveedores para su inclusión en el programa. Motorola ha lanzado una serie de productos innovadores gracias a la iniciativa de Six Sigma, incluyendo el teléfono celular MicroTAC (Adams, 2003). Entre los logros alcanzados por Motorola hasta 1992 son los siguientes:

- ✓ Ahorros en la área de fabricación acumulada por más de \$ 2 mil millones;
- ✓ Drástica reducción en los tiempos de respuesta;
- ✓ Rentabilidad multiplicada varias veces; y,
- ✓ Las ventas por empleado, casi se duplicó.

Según varios autores, con el rápido crecimiento de la empresa - fruto de los resultados de Six Sigma - la contratación de nuevos empleados, como nuevos gerentes, se dio a una velocidad mayor que su capacidad de comunicar el programa. Como resultado, los esfuerzos de Six Sigma se diluyeron. Sin embargo, Motorola ha establecido la meta de reducir el nivel de defectos en diez veces cada dos años a través de Six Sigma (Adams, 2003).

3.8.2. AlliedSignal

La adopción de Six Sigma en AlliedSignal se dio por la iniciativa de Lawrence Bossidy, ejecutivo que había salido de General Electric para ocupar el cargo de CEO en 2001. Él había escuchado los informes de éxito por Bob Galvin de Motorola (Eckes, 2001; Harry y Schroeder, 2000).

Tan pronto asumió AlliedSignal, Bossidy pone el plan en práctica, alentando a toda la compañía con objetivos agresivos. De acuerdo con Eckes (2001), las ventas se duplicaron en la década de 1990. Según Harry y Schroeder (2000) en el período 1991 a 1998, el valor de mercado de AlliedSignal aumentó de US \$ 4 mil millones a \$ 29 mil millones y el ahorro ascendió a \$ 2 billones, ambos con crédito al programa de Six Sigma.

De acuerdo con Bossidy, Six Sigma se ha convertido esencial para los planes de crecimiento de AlliedSignal, debido a: (1) Six Sigma ha permitido el aumento de la tasa de éxito en el desarrollo nuevos productos; (2) Six Sigma ha ayudado a la compañía a reducir el tiempo de ciclo e introducir nuevos productos al mercado más rápidamente; y, (3) la reducción de tiempos de ciclo disminuirá los gastos generales, transformando a AlliedSignal más productivo con menos recursos.

Harry y Schroeder (2000) nos relata un episodio representativo: en 1997 uno de los sistemas proporcionados a la empresa a Boeing provocó fallas en cuatro

aviones Boing 777, que tuvieron que hacer aterrizajes de emergencia. Las fallas se produjeron en un intervalo de seis semanas, afectando a cuatro compañías aéreas diferentes. La empresa estableció un equipo multifuncional que participaron más de 85 empleados, proveedores y clientes para diagnosticar el problema y desarrollar una solución en 90 días. Entre los resultados alcanzados, han impedido que las aerolíneas perdieran decenas de millones de dólares, reducción de los costos propios en reparaciones de emergencia y obtener la satisfacción completa del cliente, Boeing.

Harry y Schroeder (2000) presenta algunos problemas que surgieron en la implementación de Six Sigma en Allied Signal. Ellos son:

- a. Trabajar en demasiados proyectos a la vez;
- b. No existía un responsable por el problema;
- c. No tenía la estructura por procesos;
- d. La falta de profesionales con formación y experiencia;
- e. Los mandos intermedios con miedo a la incertidumbre y a papeles futuros;
- f. La falta de indicadores enfocados a los procesos que agregan valor a los clientes;
- g. La ausencia de sistemas integrados de medición financiera;
- h. un enfoque fragmentado.

Es interesante acotar que el primer problema descrito - trabajar con demasiados proyectos al mismo tiempo - parece estar en desacuerdo con la

recomendación de los autores cuando se sugieren una serie de proyectos más pequeños en lugar de un puñado de grandes proyectos. Factores tales como la capacitación, cantidad de tiempo que los miembros del equipo dedican a los proyectos y alineamiento de estos proyectos con la estrategia de negocio puede estar relacionados con este aparente conflicto. Una sugerencia para trabajos futuros es investigar la capacidad que tienen las empresas para impulsar proyectos de Six Sigma simultáneamente de forma satisfactoria.

3.8.3. General Electric

GE comenzó a interesarse en Six Sigma en 1995, cuando Jack Welch, CEO de GE pidió a Lawrence Bossidy relatar la experiencia de AlliedSignal. Pesar de su escepticismo sobre la eficacia de los programas de calidad, Jack Welch encontró que Six Sigma en AlliedSignal estaba dando los resultados prometidos de manera simultánea, en las áreas de enfoque del programa, a cargo de Bossidy: aumento de la rentabilidad, la reducción de costos, reducción de defectos; reducción de los tiempos de ciclo, el mantenimiento de inventarios, y la mejora de los productos (Harry y Schroeder, 2000).

Las expectativas iniciales sobre Six Sigma en GE eran tímidas: Las mediciones preliminares indicaron que el nivel Sigma de la organización fue entre 3 y 4 (aproximadamente 35.000 defectos por millón de oportunidades), que era coherente con el nivel de defectos de las empresas de éxito. Sin embargo, la operación de los defectos de 3 Sigma de GE costo entre US \$ 7 millones y US

\$ 10 mil millones al año a causa de las ineficiencias. La decisión de adoptar Six Sigma se anunció en la reunión anual de 1996: el objetivo era llegar a 3,4 defectos por millón en el año 2000 (Harry y Schroeder, 2000).

En 1996, GE invirtió \$ 200 millones para entrenar 200 Master Black Belts, 800 Black Belts y 20 000 ingenieros en Design For Six Sigma / Diseño para Six Sigma. En 1997, GE invirtió \$ 250 millones para capacitar a cerca de 4000 Black Belts y Master Black Belts, y más de 60 000 Green Belts. La plantilla total de trabajo en GE fue de 222 000 empleados en ese momento. En términos de resultados, sólo en 1997, Six Sigma sumó US \$ 300 millones a los ingresos de explotación de GE (Harry y Schroeder, 2000).

Eckes (2001) enumera algunos ejemplos de éxito de Six Sigma de GE:

- ✚ GE Medical Systems lanzó equipos de tomografía de \$ 1.25 millones que estaba leyendo el paciente en 17 segundos. Equipos de los competidores tardaban tres minutos;
- ✚ GE Plastics aumento su producción permitiendo el crecimiento de los ingresos, llevando a la empresa a convertirse en un proveedor de gabinetes para computadores de iMac de Apple;
- ✚ Aumento de la eficiencia en el uso y mantenimiento de sus equipos antes de la depreciación.

Según Adams (2003), GE ha establecido internamente los siguientes conceptos para la implementación de Six Sigma:

- Atributos Críticos para la calidad: aquellos que son más importantes para los clientes;
- Defectos: la falta de entrega de lo que quiere el cliente;
- Capacidad de proceso: lo que podemos ofrecer;
- Variación: lo que los clientes ven y perciben;
- Funcionamiento estable: aquellos que generan confianza;
- DFSS: innovaciones para satisfacer las necesidades de los clientes y la capacidad del proceso.

En el área de servicios de GE Capital ha invertido US \$ 6 millones en formación, mediante la aplicación de un 5% de su tiempo de mano de obra total. En el año 2000, alrededor de 28.000 proyectos se llevaron a cabo con importantes consecuencias para la división de servicios. Entre 1990 y 2000 la proporción de los ingresos totales para el área de producción se ha reducido del 56% al 33,2% mientras que la participación de GE Capital se incrementó de 25,6% a 45,8% (Harry y Schroeder, 2000).

Una imagen del impacto de Six Sigma es el informe anual de GE de 1998. En comparación con 1996 (Harry y Schroeder, 2000):

- Los ingresos por ventas alcanzaron \$110 mil millones, un crecimiento del 11%;
- Los beneficios aumentaron un 13% alcanzando \$ 9,3 mil millones;
- Las ganancias por acción crecieron un 14% llegando a \$ 2,80;
- El margen operativo alcanzó un récord de 16,7%;
- El capital de trabajo aumentó a 9,2%, por encima del récord del 7,4% alcanzado en 1997.

Finalmente, se generaron \$ 10 mil millones en flujo de efectivo, lo que contribuyó para los programa de adquisiciones de empresas que se sigue en GE.

3.8.4. Experiencias en ABB, Ford Motor, Toshiba, Du-Pont

Asea Brown Boveri (ABB), con la implementación de Six Sigma en sus instalaciones de Indiana, ha reducido el error de su equipo de medición en un 83 %. ABB también ha mejorado el manejo de sus materiales, resultando en un costo anual ahorrado de \$ 775 000 para un proceso en una sola planta.

En el ramo de la Industria Automotriz, Ford Motor Co, tiene actualmente más de 1800 personas entrenadas para participar en los proyectos de mejora que le permitan resolver problemas orientados a lograr la satisfacción del cliente, implementaron hasta el año 2000, 215 proyectos Six Sigma terminados y han

ahorrado \$ 250 000 en promedio por cada proyecto, lo que le ha permitido a la compañía ahorrar \$ 54 millones.

En Toshiba, Six Sigma permitió ahorrar \$ 1 billón en el 2001, en Du-Pont representó un ahorro de 700 millones de dólares en el año 2000.

3.9. Mitos de Six Sigma

Como en casi todos los casos de aplicación de nuevas ideas y metodologías, Six Sigma no escapa a las críticas y a la tentación de los 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 Six Sigma, lo que algunos recientemente han denominado: "Los Mitos de Six Sigma"⁶. A continuación se presentan algunos de los más conocidos y promovidos:

1. Funciona sólo en Manufactura;
2. Ignora a los clientes buscando sólo los resultados financieros;
3. Crea una Organización paralela;
4. Requiere de esfuerzo adicional;

⁶ Seis-Sigma.Com. (2000). *Los Mitos de Seis Sigma*, Seis-Sigma.Com. Disponible en: <http://www.seis-sigma.com/Mitos6S.html>.

5. Requiere de entrenamiento masivo;
6. Requiere de largos plazos para lograr resultados;
7. Es sólo otro programa más de la Calidad y crea burocracia;
8. Requiere de estadística compleja y difícil.

3.10. Objetivos de Six Sigma

En las empresas de hoy, existe mucha la preocupación por mejorar la productividad y eficiencia en el suministro de los servicios y/ o productos. Los CEO fijan metas para mejorar la calidad, bajar los costos, reducción de los tiempos de los ciclos y mejorar la satisfacción de los clientes.

Para que una empresa sobreviva, debe proporcionar a sus clientes productos y/o servicios de *calidad, a un precio justo y a tiempo*. Pero estos tres factores existen un enemigo denominado *variabilidad* del producto y/o servicio que conspira contra la calidad de lo que la empresa produce y por tanto contra la satisfacción de los clientes.

Muchas empresas no perciben que sus problemas son el resultado de las condiciones de sus procesos.

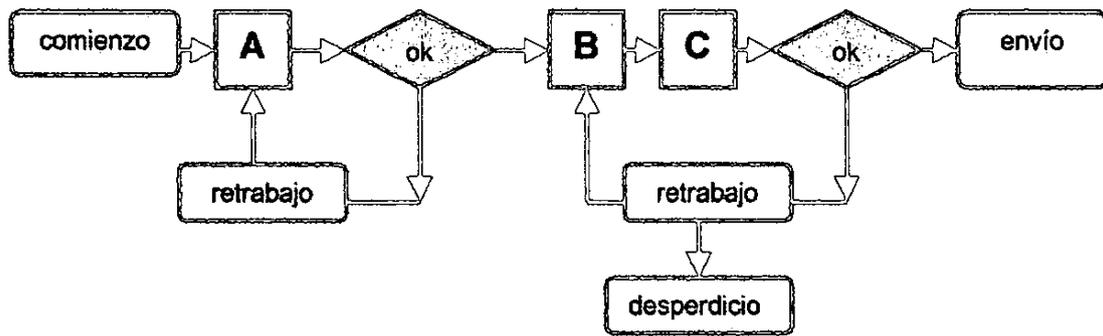


Figura N° 3.6. Diagrama de flujo de un proceso

Para enfrentar estos problemas, la mayoría de las empresas reaccionan solucionando los problemas diarios. CEO puede razonar que este tipo de actividades produce mejoras al sistema. Pero en realidad gastan gran cantidad de recursos sin ninguna mejora en los procesos. Estos agregados de actividades sin valor requieren: capital, materiales, gente y espacio físico. Si los defectos se incrementan, también lo hacen los costos. El CEO debe preguntarse acerca de la variabilidad de los procesos y los costos de las no-conformidades.

Los costos de la calidad afectan significativamente a los negocios. Para la mayoría de las empresas sus valores varían entre un 25% y 40% de su rentabilidad.

Por lo general, en las empresas se aprecian solo costos tangibles y fácilmente identificables, denominados *costos visibles* (6% al 11% de la rentabilidad), mientras los otros costos, intangibles y difíciles de identificar, denominados

costos ocultos (19% al 29% de la rentabilidad), permanecen invisibles, de acuerdo a lo representado en la figura del témpano flotante:

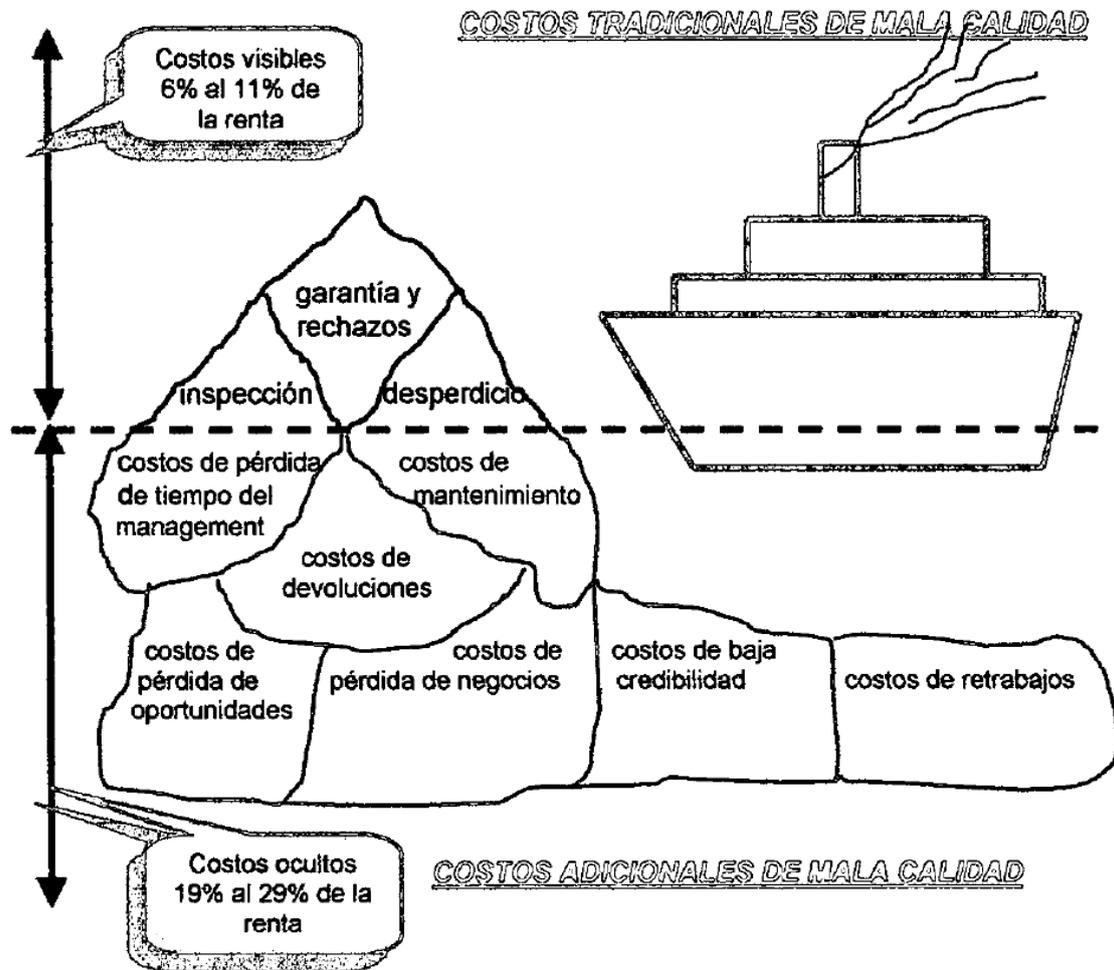


Figura N° 3.7. Costos Visibles y costos ocultos

Six Sigma está enfocada principalmente en:

- **Las características del producto y/o servicios:** lo que quiere el cliente
- **La reducción de defectos:** a niveles de Six Sigma

Los objetivos de los esfuerzos de Six Sigma están centrados en:

- Procesos
- Proveedores
- Productos y/o servicios
- Organización

3.11. Métricas y Estadística de Six Sigma

3.11.1 Tipos de procesos

La estrategia Six Sigma puede ser aplicada en todas los procesos de la organización, es aplicable a procesos técnicos (operativos) y no técnicos (no operativos). Un proceso de fabricación es visto como proceso técnico. En el mismo tenemos entradas como: partes de piezas, ensamblajes, productos, partes, materiales en bruto, etc., que circulan físicamente a través del proceso. Un proceso también involucra entre otras cosas: equipamiento, instrumentos, maquinas, herramientas que producen transformación de entradas en salidas. La salida es generalmente un producto final, un montaje, etc. En un proceso técnico, el camino de un producto es visible y tangible. Se presentan muchas oportunidades para obtener datos y mediciones.

Por el contrario, los procesos no técnicos son más difíciles de visualizar. Los procesos no técnicos pueden ser: administrativos, servicios y transaccionales. En estos procesos las entradas y las salidas pueden no ser tangibles y lo se

denomina como transformación tampoco puede ser tangible. Pero estos son también procesos y tratados como sistemas permite entenderlos mejor y eventualmente caracterizarlos, optimizarlos y controlados para eliminar la posibilidad de errores y equívocos. Preparar una factura es un proceso administrativo, vender telefónicamente un producto es un proceso de servicio, gestionar un préstamo personal es proceso transaccional.

3.11.2 Métricas e índices asociados

La medición cumple un papel fundamental. El Dr. Mikel J. Harry⁷ lo expresa:

*“Si no podemos explicar en forma de números un tema que conocemos, entonces no conocemos mucho sobre el mismo.
Si no conocemos mucho sobre el tema, no podemos controlarlo.
Si no podemos controlar el tema, entonces quedamos a merced de la incertidumbre o la casualidad”*

Six Sigma utiliza métricas e índices para establecer una línea de base y determinar donde se encuentra la empresa con respecto a la meta Six Sigma. Si se quiere alcanzar una meta particular, entonces, primeramente se necesita saber dónde está la empresa en la actualidad. Para saber donde está, es necesario tomar mediciones. Una vez conocido donde está y a donde se quiere llegar, se puede determinar la brecha que existe entre ambas posiciones. Luego, se puede asignar recursos y esfuerzos necesarios para reducir la brecha y alcanzar la meta propuesta.

⁷ HARRY, Mikel J., Ph. Dr. “The vision of Six Sigma” USA, 6 vol. Tri Star, 1997

La medición se realiza reuniendo una serie de datos y convirtiéndolos luego en indicadores o índices, tales como: promedio de una característica particular, desviación estándar, defectos, errores, equívocos, Cp, Cpk, dpu, dpm, ppm, epu, epm.

Para caracterizar y optimizar un proceso es necesario medir o cuantificar el mismo, recolectando datos y convirtiendo estos en índices, métricas y estadísticas.

Las métricas y los índices son extremadamente importantes. Los índices ayudan a comparar a la empresa, los productos y los servicios con respecto a la competencia. Permiten cuantificar si la empresa o la competencia son los mejores en su clase.

Pero, Six Sigma no comprende solamente mediciones, índices y métricas. Six Sigma está relacionado con las mejoras: en la satisfacción de los clientes, en las ganancias empresariales y en el cambio de cultura de la organización. La métrica es necesaria pero es un medio no un fin. La métrica sola no brinda las mejoras que queremos implementar.

3.11.3 Índices de capacidad de proceso

Se utiliza una cierta cantidad de índices para medir la capacidad de los procesos. Se define como capacidad a la habilidad de un proceso de entregar

productos o servicios dentro de los límites especificados. Cpk (process capability index) es el índice de capacidad de proceso. Cp (process potential index) es el índice de potencial de proceso. Cpk y Cp son índices utilizados mayoritariamente en procesos técnicos y muy raramente en procesos administrativos, de servicios o transaccionales.

Entre los índices más típicos tenemos:

- ❖ Cp = Process potential index = Índice de potencial de un proceso: mide el potencial de la capacidad de un proceso relativo a su especificación;
- ❖ Cpk = Process capability index = Índice de capacidad de proceso: mide la variabilidad del proceso relativo a su especificación y objetivo;
- ❖ Y_{RT} = Rolled throughput yield = rendimiento total acumulado: siendo el producto de todos los rendimientos parciales de un proceso;
- ❖ dpu = Defects per unit = Defectos por unidad: o número total de defectos que se espera detectar en una unidad de producto. Se computa dividiendo el número total de defectos encontrados en una muestra por el número de unidades de dicha muestra;
- ❖ dpm = defects per millón = Defectos por millón: es el número de defectos que se espera encontrar cuando se producirían un millón de unidades. Se computa multiplicando *dpu* por un millón;
- ❖ epu = errors per unit = Errores por unidad: es una métrica para medir y comparar el desempeño de procesos administrativos y de servicios. Se

computa dividiendo el número total de errores encontrados en una muestra por el número de unidades de dicha muestra;

- ❖ epm = Errors per millón = Errores por millón: se computa multiplicando epu por un millón;
- ❖ ppm = Parts per millón defective = Partes por millón defectuoso: son partes o unidades defectuosas por cada millón que se espera fabricar.

3.11.4 Elementos defectuosos, defectos y errores o equívocos

Un elemento es defectuoso cuando no está conforme a la especificación basada en las necesidades de los clientes. Un producto puede ser defectuoso o no defectuoso. Un producto defectuoso puede tener un defecto o varios defectos. Un producto para ser defectuoso necesita tener solamente un defecto. El hecho de tener una mayor cantidad de defectos, no incrementa el nivel de defecto de un producto.

Un defecto es una no-conformidad con un requerimiento particular. Un producto o sus partes pueden tener uno o más defectos. Para eliminar la presencia de defectos, primero se deben descubrir las variables que influyen en la ocurrencia de los mismos (causa raíces) y luego realizar los cambios apropiados para reducir o eliminar dichos efectos y asegurar el proceso.

Un error o equívoco es una falla en la tarea correcta. En la práctica diaria, se presenta un gran número de oportunidades para cometer errores o equívocos en las labores de los procesos de servicios, administrativos.

3.11.5 Análisis de potencial de proceso

Se define como índice de potencial de proceso, C_p , para un determinado proceso, a la relación entre la extensión admisible sobre la extensión real. La extensión admisible o intervalo de tolerancia (USL - LSL) es la diferencia entre los límites superior (USL = upper standard limit) y límite inferior (LSL = lower standard limit) especificados. La extensión real o capacidad de proceso o dispersión real (6σ) se determina de los datos del proceso y se calcula multiplicando Six veces la medida de la desviación σ . La medida de la desviación cuantifica la variabilidad de un proceso. Si σ decrece entonces C_p aumenta su valor.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 * \sigma}$$

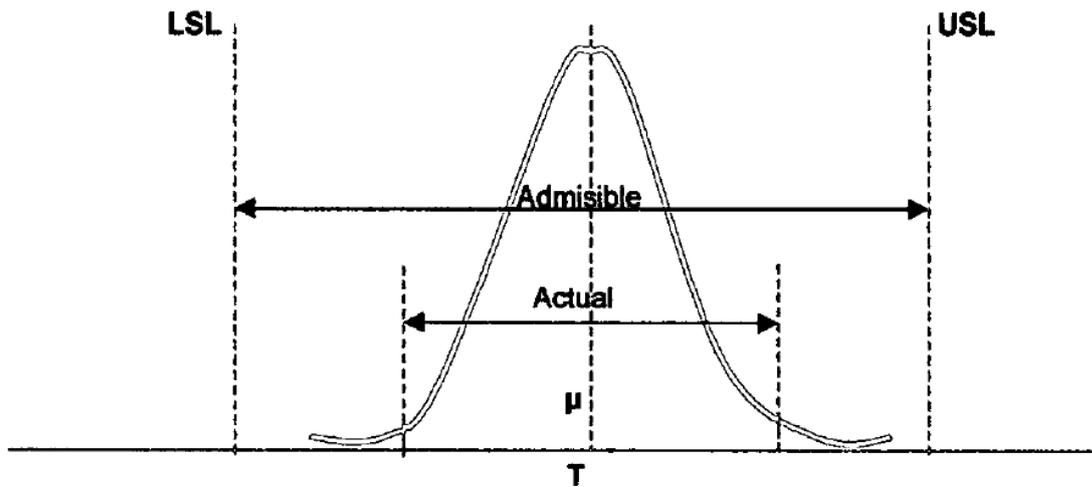


Figura N° 3.8. Diferencia entre proceso admisible y proceso actual

Si un proceso tiene un C_p menor que 1 se considera potencialmente incapaz de satisfacer los requerimientos especificados. A la inversa, cuando el C_p de un proceso es mayor o igual a 1, entonces tiene potencial de satisfacer los requerimientos especificados.

Idealmente, C_p debería ser lo más alto posible. En un proceso Six Sigma (Six veces la medida de la desviación y dentro de los límites especificados), C_p es mayor o igual a 2.

Con un alto valor de C_p no garantiza que un proceso productivo se desempeñe dentro de los límites especificados ya que se puede producir el corrimiento de la Media, μ . El valor de C_p no implica que la extensión actual coincida con la extensión admisible, como su nombre lo indica, solamente mide su potencial.

3.11.6 Índice de capacidad de proceso

El índice de capacidad de proceso, Cpk, mide la capacidad de un proceso en producir productos dentro de los límites especificados. Cpk representa la diferencia entre el promedio del proceso actual y el límite extremo especificado sobre tres veces la medida de la desviación.

$$Cpk = \text{la menor de } \left[\frac{\bar{x} - LSL}{3 * \sigma} ; \frac{USL - \bar{x}}{3 * \sigma} \right]$$

Por tanto, Cpk mide la habilidad de un proceso de crear un producto dentro de los límites de la especificación.

Con un Cpk menor a 1, el proceso es definido como incapaz. Cuando Cpk es mayor o igual a 1, el proceso es considerado como capaz de producir un producto dentro de los límites especificados. En un proceso Six Sigma estático, Cpk es igual a 2.

3.11.7 Partes por millón

La métrica ppm o partes por millón se aplica a productos defectuosos; también a defectos, errores y equívocos. En el lenguaje Six Sigma se habla defectos por millón, errores por millón, equívocos por millón, partes defectuosas por millón.

Esta métrica es usada para normalizar la cuantificación de partes defectuosas, defectos, errores y equívocos. Así, es posible una mejor comunicación y

comparación de los datos, en condiciones de igualdad, aunque provenga de diferentes partes de una organización. Es el lenguaje común y cambio cultural que Six Sigma lleva dentro de una organización.

La métrica ppm estima o aproxima el número de unidades, partes de piezas o productos que podrían ser defectuosos por cada millón a ser producido. Esto puede ser un simple de tomar una muestra de productos, inspeccionados y determinar el número de productos defectuosos. Si sobre una determinada población se toma por ejemplo una muestra de 30 productos de los cuales 1 es defectuoso. Entonces la fracción de defectos es 1 dividido 30 y es 0,033 ($dpu = 1/30 = 0,033$). En porcentaje es 3,3%. El índice ppm calculado para una población conceptual de 1 000 000 de unidades a fabricar y considerando que el proceso opera siempre en las mismas condiciones, nos indica que existe la probabilidad de tener un total de 33 333 unidades defectuosas ($ppm = dpu * 1\ 000\ 000 = 0,033 * 1\ 000\ 000 = 33\ 333$); este es un valor muy alto para el desarrollo de un proceso hasta de la empresa más exitosa.

En otro caso, se puede tener una fracción de defectos de 0,0009 o 0,9%. En muchas organizaciones esto es considerado casi cero. Pero en Six Sigma representa 900 ppm, muy lejos de los objetivos de Six Sigma.

Por tanto, la métrica ppm brinda la mejor solución para cuantificar defectos, errores y equívocos.

Proceso Estático

Para un proceso estático, sin variación en la Media, μ , del proceso (la Media del proceso está centrada en los límites de la tolerancia), tenemos:

- Las partes por millón de defectos asociados con Six Sigma es 0,002 ppm. Esto indica que si se produce un millón de unidades, no existiría una sola unidad defectuosa.
- A continuación, se representa una tabla con la indicación de defectos por ppm y porcentajes % en función de la especificación σ .

LIMITE DE LA ESPECIFICACION	PROCENTAJE %	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
$\pm 6\sigma$	99,9999998	0,002

Tabla Nº 3.2. Tabla de defectos para proceso estático

La campana probabilística del proceso estático es:

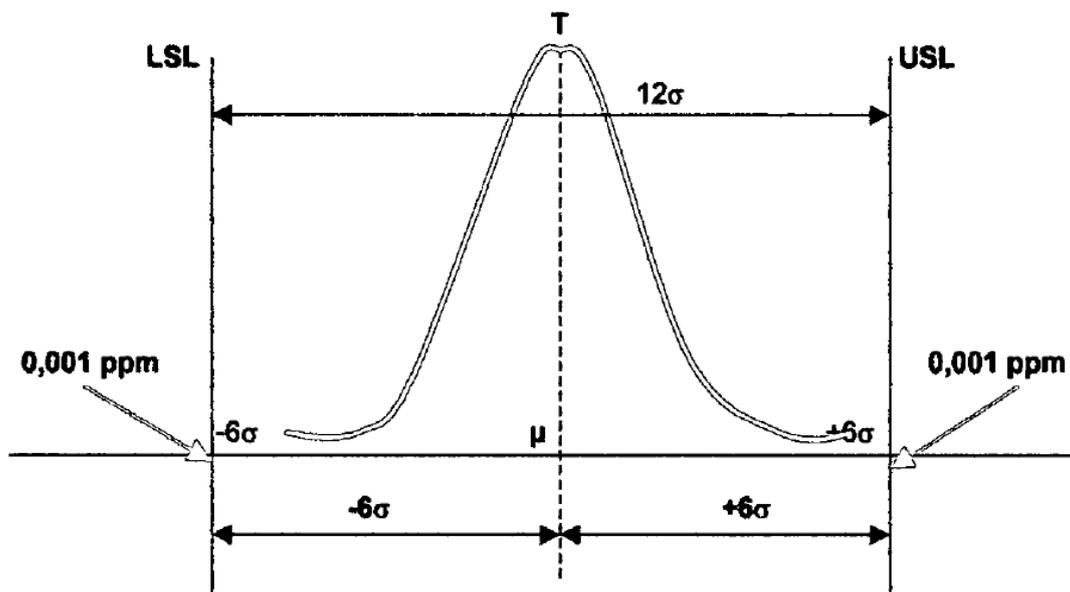


Figura N° 3.9. Campana probabilística de procesos estáticos

Proceso dinámico

Para un proceso dinámico, con una movilidad máxima de $\pm 1,5\sigma$, sin que sus consecuencias sean detectadas por el cliente (en un proceso dinámico, la Media, μ , del proceso puede moverse entre los límites de tolerancia), tenemos:

Los procesos dinámicos tienen en cuenta las fuentes típicas de variación. Es decir, se acepta que una pequeña cantidad de variación estará siempre presente en el proceso. Las causas de variación se puede producir por:

- Ligeras fluctuaciones en las condiciones del medio ambiente;
- Diferencias entre operaciones, partes y materiales.

A continuación, se representa una tabla con la indicación de defectos ppm y porcentaje % en función del límite de la especificación.

LIMITE DE LA ESPECIFICACION	PROCENTAJE %	DEFECTOS ppm
$\pm 1\sigma$	30,23	697 700
$\pm 2\sigma$	69,13	308 700
$\pm 3\sigma$	93,32	66 810
$\pm 4\sigma$	99,3790	6 210
$\pm 5\sigma$	99,97670	233
$\pm 6\sigma$	99,999660	3,4

Tabla N° 3.3. Tabla de defectos para proceso dinámico

El desvío de $\pm 1,5\sigma$ viene de Motorola, Pérez (1997)⁸ explica el uso del mismo para indicar el peor escenario de un proceso. Indica que un desvío del $\pm 1,5\sigma$ no actúa en detrimento del porcentaje de elementos fuera de tolerancia si estos procesos fueran diseñados para tener sus límites especificados al doble del ancho del proceso o niveles de Six Sigma.

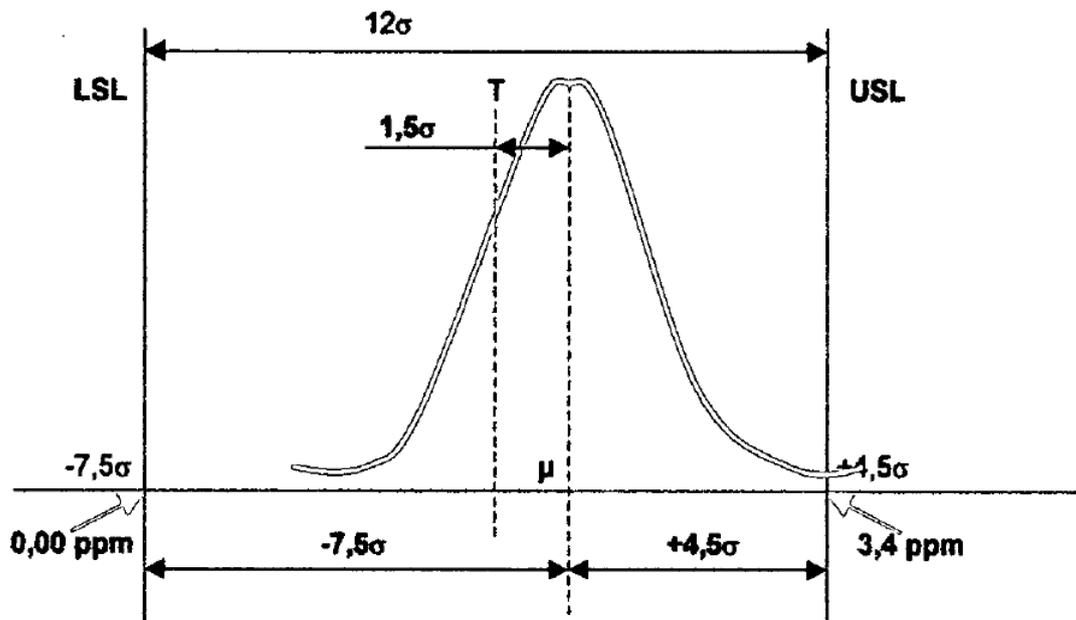


Figura N° 3.10. Campana probabilística de proceso dinámico

⁸ PEREZ Wilson, Six Sigma Strategies: Creating Excellence in the workplace, QCI International, 1997

En la práctica, los procesos por lo general son dinámicos. La Media, μ , del proceso solo puede moverse cada vez en una dirección. El peor de los casos puede ser de $4,5\sigma$ ($6\sigma - 1,5\sigma$) entre la Media del proceso y el límite de la especificación más cercano. Esto corresponde a 3,4 ppm, expresando en términos de resultados fuera de la especificación. $4,5\sigma$ más el $1,5\sigma$ del colchón da lugar a 6σ . Es por ello que el nivel de calidad Six Sigma es de 3,4 ppm

3.12. Metodologías de Six Sigma

Una **metodología** es un conjunto organizado de métodos, técnicas y herramientas, a fin de orientar todo el ciclo de un proceso para lograr sus objetivos (Saracelli, 1993). De acuerdo con Preece (1996), una metodología no es más que *la teoría a la práctica*, el objetivo de hacer frente a situaciones del mundo real. Valiris y Glykas (1999) definen una metodología como un conjunto estructurado de principios que permiten a un analista obtener formas de solucionar un problema.

El uso de una metodología es esencial por un número de razones. En primer lugar, una metodología proporciona un medio para codificar la experiencia, conocimientos e ideas, en una forma que no sólo se puede aplicar fácilmente, pero también puede ser evaluado y probado. En segundo lugar, una metodología ofrece un cierto nivel de organización, y facilita la planificación y el seguimiento. En tercer lugar, una metodología permite a los que están involucrados para entender sus funciones y aclarar sus roles. Por último, la

adopción de una metodología permite que un conjunto de habilidades requeridas sean identificadas y desarrolladas.

El **objetivo principal de Six Sigma es reducir la variabilidad** potencial de los procesos y productos utilizando una metodología de mejora continua, que se abrevia como DMAIC, o un enfoque de diseño/rediseño conocido como Diseño para Six Sigma (DFSS). Vamos a hablar de estos dos métodos, uno por uno:

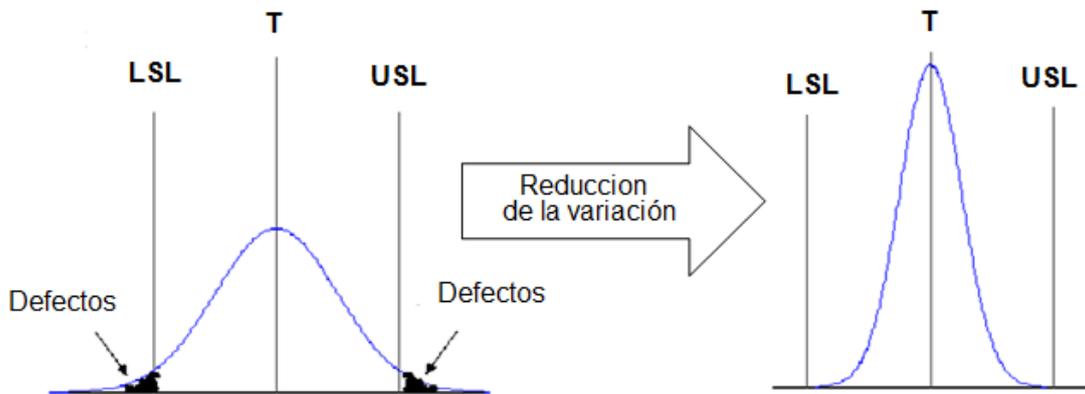


Figura N° 3.11. Niveles de variabilidad para una misma especificación

3.12.1. DFSS - Design for Six Sigma / Diseño para Six Sigma

DFSS se define como:

“Una metodología sistemática en el uso de herramientas, capacitación y medidas que permitan el diseño de productos, servicios y procesos que satisfagan las expectativas de los clientes en niveles de calidad Six Sigma. DFSS optimiza el proceso de diseño para lograr el rendimiento Six Sigma e integra características de Six Sigma en el inicio del desarrollo de nuevos productos con un conjunto disciplinado de herramientas” (Brue y Launsby, 2002)

El diseño para Six Sigma (DFSS) es un enfoque relativamente nuevo en comparación con Six Sigma y es discutido de diferente manera en diversas literaturas. La mayor parte de la literatura, están de acuerdo en que DFSS es un enfoque proactivo y se centra en el diseño por hacer las cosas bien la primera vez. DFSS se puede decir que es "un diseño con enfoque disciplinado y riguroso que asegura que los nuevos diseños satisfacen las necesidades de los cliente en su lanzamiento" (El-Haik y Roy, 2005). DFSS también puede explicarse como una metodología basada en datos, que con las herramientas de análisis facilitan al usuario la capacidad de prevenir y predecir los defectos en el diseño de un producto y/o servicio (De Feo, 2002). El objetivo principal del enfoque DFSS es buscar formas innovadoras para satisfacer y exceder las necesidades del cliente. Esto se puede lograr a través de la optimización del producto o del diseño de los servicios, y luego verificar que el producto y/o servicio cumple con los requisitos especificados por el cliente (Antonio y Coronado, 2002).

La metodología DFSS implica el diseño de procesos para alcanzar los niveles de Sigma Six y es considerado como un enfoque agresivo. Las diferentes metodologías utilizadas en DFSS son las siguientes:

- ✓ IDOV (Identify, Design, Optimize, Validate);
- ✓ ICOV (Identify, Characterize, Optimize, Validate);
- ✓ DCOV (Define, Characterize, Optimize, Verify);
- ✓ DMADO (Define, Measure, Analyze, Design, Optimize);

- ✓ DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify);
- ✓ DMADOV (Define, Measure, Analyze, Design, Optimize, Verify);
- ✓ DCCDI (Define, Customer Concept, Design, Implement);
- ✓ DMEDI (Define, Measure, Explore, Develop, Implement)

Una metodología bien conocida por DFSS es **IDOV** como se muestra en la Figura N° 3.12.

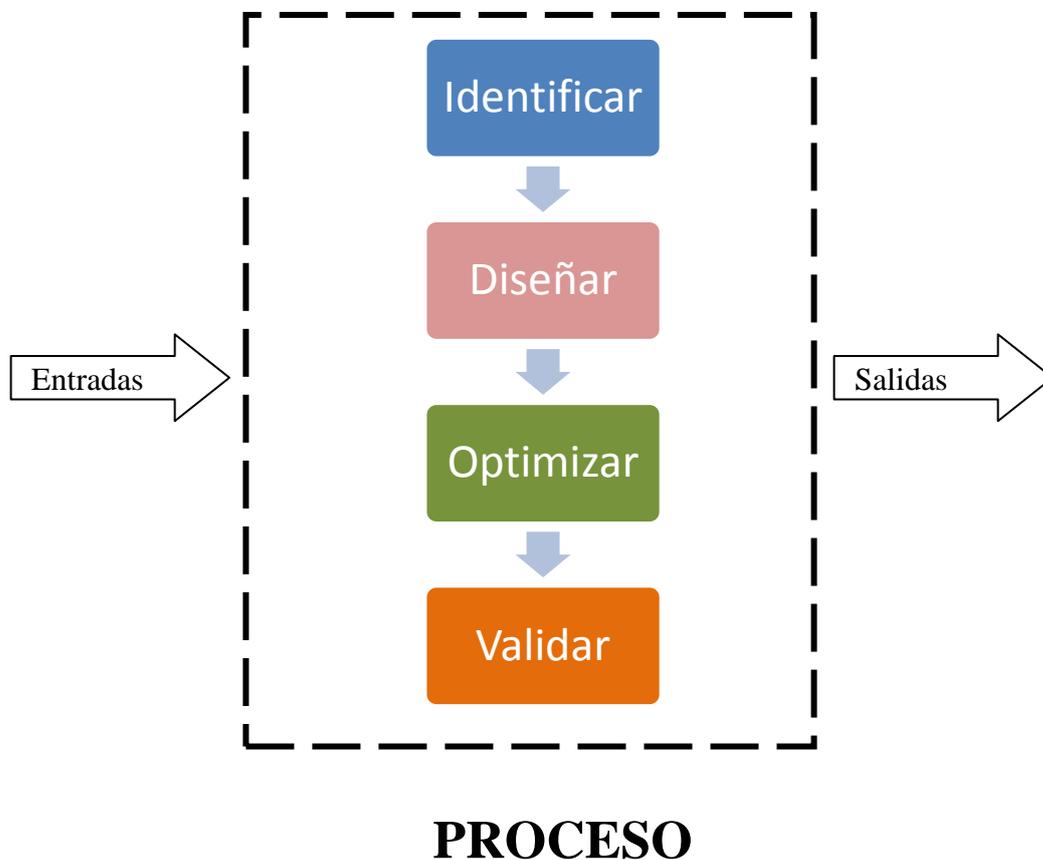


Figura N° 3.12. Metodología IDOV

Etapas 1: Identify / Identificar

Esta etapa esencialmente asegura que la organización entiende los criterios de éxito.

Esto se logra con la:

- Identificación de los clientes y sus necesidades;
- Definición clara de los requisitos de diseño para el producto;
- Identificación de los clientes las critical-to-quality (CTQ) characteristics empleando el Quality Function Deployment (QFD);
- Planificación de las necesidades funcionales y de ingeniería;
- Determinación de la relación entre las necesidades del cliente y los requisitos técnicos; y,
- Determinación del objetivo de cada CTQ.

Fase 2: Diseño / Design

Una vez que la organización entiende los parámetros de diseño, estos deben ser traducidos en el diseño real y efectivo.

Esta etapa consiste en:

- El análisis de los requisitos de diseño y los parámetros clave de diseño y su relación con CTQs;
- La identificación de alternativas de diseño;
- La utilización concurrente de prácticas de la ingeniería;
- Estudio de la relación de los parámetros de diseño de CTQ en sub-niveles en procesos o sistemas complejos;

- Identificación de los riesgos y fallas típicas, utilizando, por ejemplo, diseño de modo de fallo y análisis de los efectos (DFMEA = Design Failure Mode and Effect Analysis).

Etapa 3: Optimizar / Optimize

La tercera etapa involucra las adicionales consideraciones del diseño para así garantizar la efectiva "comercialización" - para que la organización este segura de que el producto puede está fabricado dentro de los parámetros de diseño, y con el presupuesto acordado.

Esta etapa consiste en:

- Identificación de las fuentes de variabilidad (producción, medio ambiente, etc.);
- Minimizar la sensibilidad del rendimiento del producto a todas las fuentes de variación con diseño robusto;
- Aplicación de las tolerancia del diseño para los parámetros críticos del diseño obtenido a partir de un diseño robusto;
- La optimización del diseño para la manufactura (DFM); y,
- La optimización del diseño de la fiabilidad del producto

Etapa 4: Validar / Validate

La etapa final comprueba que el proceso esté completo, válido y cumpla con los requisitos en la práctica.

Se trata de:

- ❖ Verificación del diseño para asegurarse de que cumple con los requisitos establecidos;
- ❖ Evaluación de desempeño, confiabilidad, capacidad, etc.;
- ❖ Desarrollo de un plan de control de procesos para la media y la varianza de los CTQs en la producción; y,
- ❖ Desarrollo de una tarjeta de puntuación para DFSS.

Otra metodología de DFSS popular se llama **DMADV**, que incluye el las siguientes etapas:

- Define/Definir - determinar los objetivos del proyecto y los requerimientos de los clientes (internos y externos);
- Measure/Medir - evaluar las necesidades y especificaciones del cliente;
- Analyze/Analizar - examinar las opciones de proceso, para cumplir con los requisitos del cliente;
- Design/Diseño - desarrollar el proceso para satisfacer las necesidades de los clientes; y,
- Verify/Verificar - comprobación del diseño asegurando que este cumpla con las necesidades y requerimientos de los clientes

DCCDI es otra metodología de DFSS popularizado por Geoff Tennant y se define como:

- ✚ Define / Definir : los objetivos del proyecto son definidos;
- ✚ Customer Concept / Concepto de Cliente : se realiza el análisis de clientes; ideas conceptuales se desarrollan, revisadas y seleccionadas;

- ✚ Desig / Diseño : desarrollo del producto para satisfacer las especificaciones de los clientes; y,
- ✚ Implementation / Implementación: se desarrolla la implementación del diseño para la comercialización el producto / servicio.

Otra metodología DFSS es **DMEDI**, desarrollado por Pricewaterhouse Coopers y significa Define-Definir, Measure-Medir, Explore-Explorar, Develop-Desarrollar e Implement-Implementar.

3.12.2. DMAIC/DMAMC – Define/Definir, Measure/Medir, Analyze/Analizar, Improve/Mejorar, Control/Controlar

DMAIC es un modelo de mejora de procesos basado en el ciclo PDCA (**P**lan-Planear, **D**o-Hacer, **C**heck-Verficar, **A**ct-Actuar), diseñada por Deming. Según este modelo, los preceptos básicos de mejora son:

1. **Plan** (Planear): Para evaluar el rendimiento actual. Recopilación de datos. Proponer nuevas formas de realizar la tarea;
2. **Do** (Hacer): una prueba piloto de la solución prevista;
3. **Check** (Verficar): Medir los resultados. Comprobar si están dentro de las metas. Corregir las desviaciones. Volver a ejecutar después de correcciones; y,
4. **Act** (Actuar): para implementar acciones correctivas en función de las soluciones se encuentran en la fase de pruebas.

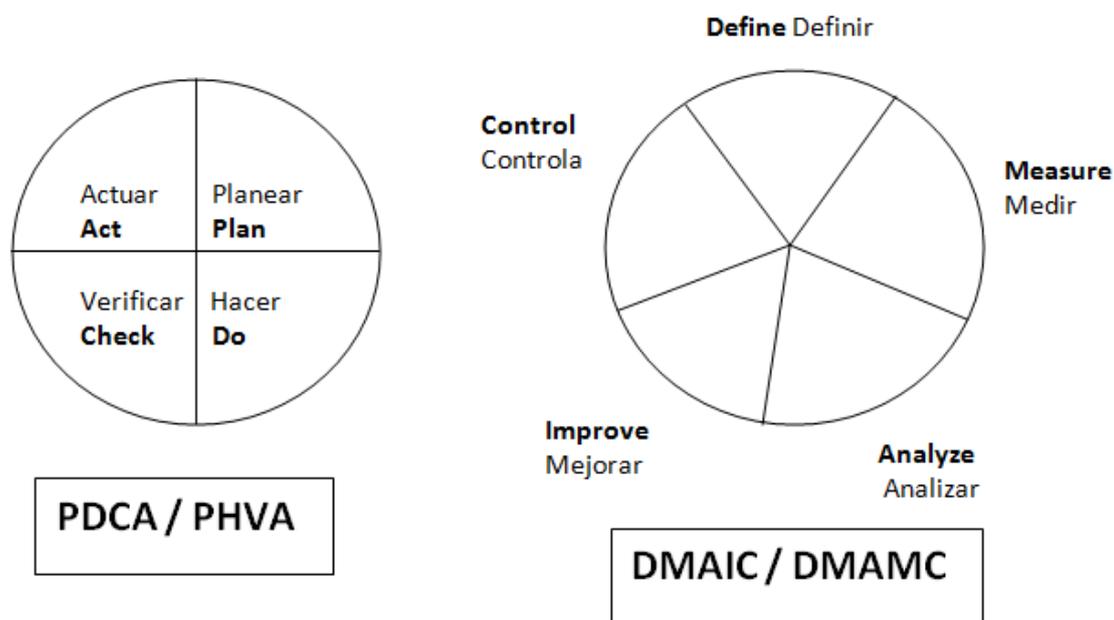


Figura N° 3.13. Comparación entre los ciclos DMAIC y PDCA

En la actualidad existe gran variedad de artículos y libros con todos los detalles sobre la metodología DMAIC. DMAIC se utiliza principalmente para los procesos existentes. Este enfoque no sólo hace uso de diversas herramientas y técnicas, sino que también incorpora otros conceptos como el análisis financiero y el desarrollo del cronograma de proyectos. La metodología DMAIC es excelente cuando se trata de un proceso existente, en el que alcanzar un determinado nivel de rendimiento se traducirá en los beneficios esperados.

La metodología formal de aplicación de Six Sigma en general sigue el proceso; DMAMC (D-Definir, M-Medir, A-Analizar, M-Mejorar, C-Controlar).

Fase	Descripción
Define - Definir	Identificar, evaluar y seleccionar proyectos, preparar la misión, y seleccionar e iniciar el equipo
Measure - Medir	Medir el tamaño del problema, documentar el proceso, identificar las necesidades clave de los clientes, determinar las características clave del producto y los parámetros del proceso, documentar los potenciales modos de fallo y efectos; teorizar sobre la causa o determinantes del desempeño
Analyze - Analizar	plan para la recopilación de datos, analizar los datos y establecer y confirmar la "pocos vitales" determinantes del desempeño
Improve - Mejorar	diseño y llevar a cabo experimentos para determinar las relaciones matemática entre causa-efecto y optimizar el proceso
Control - Controlar	diseño de controles, realizar mejoras, implementación y monitoreo

Tabla N° 3.4. Detalles sobre cada fase de DMAIC

Este proceso, está constituido por cinco pasos, como se muestran en la Figura N°. 3.14.

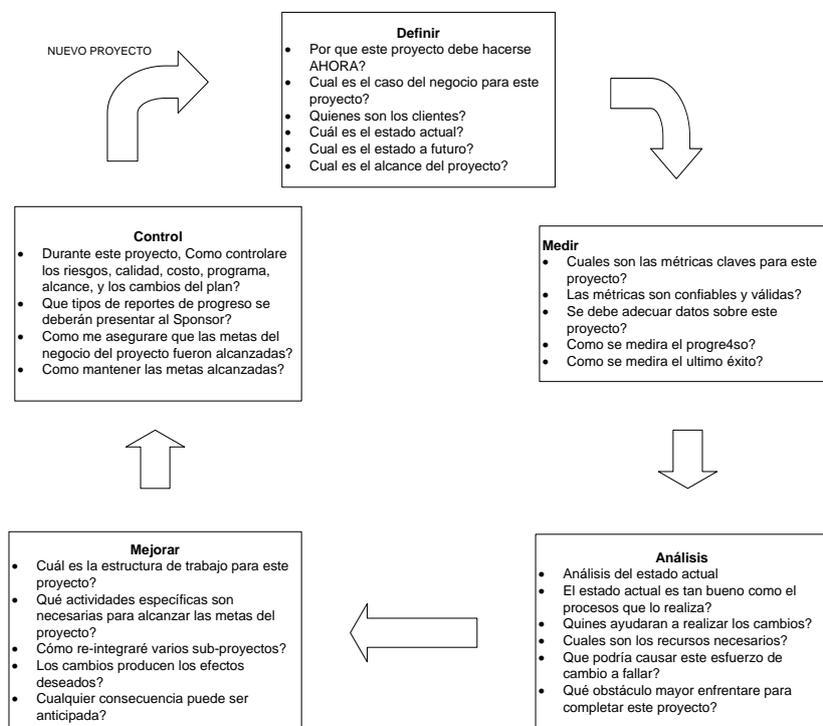


Figura N° 3.14. Ciclo de DMAMC

Se recomienda implementar Six Sigma en forma gradual, por proyectos liderados por equipos multidisciplinarios dentro de la organización. Los equipos se organizan a diferentes niveles y con distintos grados de conocimientos, habilidades y herramientas, esto permite lograr que las mejoras sucedan y se mantengan, los equipos pasan de la definición de un problema a la implementación de su solución, con muchas actividades en medio. Al trabajar mediante el proceso DMAMC.



Figura N° 3.15 Proceso DMAMC

A continuación se describe en qué consiste cada una de las etapas del proceso DMAMC

3.12.2.1. Etapa de Definir

Esta etapa permite Definir los problemas y situaciones a mejorar, identificar a los clientes, necesidades y expectativas; establecer las metas u objetivos y alcance del proyecto; y, se establece un plan de trabajo para su cumplimiento.

La etapa de Definición está basada en la realización de ciertas actividades, y cada una de ellas representa la base para las etapas subsecuentes del proceso DMAMC⁹; estas actividades son:

- a) Identificar y Seleccionar el proyecto Six Sigma dando prioridad a aquellos temas con mayor impacto en los resultados del negocio y que agregan valor para el cliente y la organización;
- b) Plantear un Problema real, describiendo claramente la situación que se desea resolver o mejorar;
- c) Identificar quienes son los clientes para orientar los esfuerzos del equipo para lograr el cumplimiento de sus requerimientos teniendo como resultado su satisfacción;
- d) Definir las características críticas para la calidad (CTQ's) para asegurar que el proyecto esté dirigido a mejorar las características del proceso o producto que el cliente considera como sus requisitos. Permite relacionar el proyecto con la satisfacción del cliente tanto interno como externo;
- e) Definir el alcance del proyecto para asegurar que no sea demasiado grande ni demasiado pequeño para su terminación;
- f) Definir el mapa del proceso para comprender más claramente cómo se está realizando el trabajo bajo estudio, identificando las áreas donde se puede mejorar;
- g) Definir un equipo de trabajo para cada proyecto de tal manera que se tenga un control del mismo.

⁹ PANDE Peter, Las claves prácticas de SIX SIGMA, McGraw-Hill, 2004

Identificar y seleccionar el proyecto Six Sigma

En la metodología Six Sigma, los proyectos de mejora son seleccionados como resultado de la retroalimentación de los clientes y los potenciales de ahorros esperados. En otras palabras, se debe dar prioridad a aquellos temas con mayor impacto en los resultados del negocio como la reducción de costos, la satisfacción del cliente y aquellos que tengan un valor estratégico para la organización.

Este razonamiento implica que la selección de los proyectos Six Sigma se debe hacer en aquellos puntos donde se tengan altos costos de la mala calidad y que tengan un alto valor en las estrategias del negocio; este enfoque se puede observar en la Figura N°. 3.16. Selección estratégica de los proyectos Six Sigma.

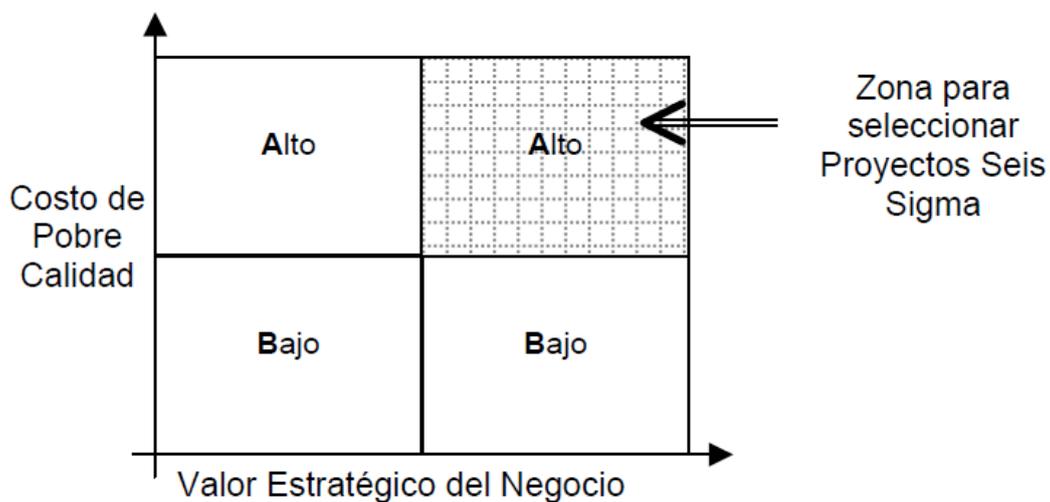


Figura N° 3.16. Selección de los proyectos Six Sigma

Uno de los principales pasos para la determinación de un buen proyecto Six Sigma es la correcta selección de éste. Es importante que cada persona involucrada con los proyectos de Six Sigma tengan una orientación de enfoque al Cliente que le permita entender las bases de la selección del mismo, disponga de tiempo para participar con el equipo y pueda aportar sus conocimientos y experiencias de los procesos para lograr el éxito.

La buena selección de proyectos Six Sigma incrementa las posibilidades de éxito, sus metas deben estar orientadas a disminuir el diferencial entre los objetivos del negocio y la situación actual en términos porcentuales, los proyectos deben buscar un impacto benéfico en el estado de resultados de la organización y tener una mínima o ninguna probabilidad de requerir inversión de capital para la realización de los proyectos, esto permite direccionar a los equipos hacia el logro de las metas de la organización, como se puede ver en la tabla N°. 3.5. Selección de proyectos Six Sigma.

	Entregas a tiempo	Defectos por millón - ppm	Re-trabajos en proceso
Objetivo de la empresa	>96%	< 50	< 5%
Situación actual	85%	550	18%
Diferencia	11%	500	13 %

Tabla N°. 3.5. Selección de proyectos Six Sigma

Alguno de los objetivos que la organización debe establecer y tomar como base para la selección de proyectos Six Sigma, debe estar relacionado con:

- 1) El incremento de las ventas;

- 2) Incrementar el flujo de efectivo;
- 3) Reducción de los costos;
- 4) Incrementar los niveles de la calidad del producto;
- 5) Reducir los tiempos de ciclo en los procesos críticos;
- 6) Incrementar los niveles de Servicio;
- 7) Evitar costos innecesarios.

Para la correcta selección de proyectos Six Sigma, las organizaciones se pueden respaldar de dos fuentes importantes: fuentes internas y fuentes externas.

Fuentes externas:

- ❖ Áreas de insatisfacción de los clientes;
- ❖ Áreas de oportunidad para responder mejor a las tendencias del mercado;
- ❖ Áreas donde la organización no es competitiva.

Fuentes internas:

- Operaciones donde existen diferenciales entre los objetivos de la empresa y el desempeño actual;
- Procesos donde se está produciendo un alto nivel de defectos, re-trabajos o desechos;
- Áreas donde se ha incrementado el costo de la no calidad;
- Procesos donde se impide el flujo continuo (cuellos de botella), tiempos de ciclo altos;

- Áreas donde sea posible eliminar operaciones que no agregan valor.

Plantear el problema

El primer paso de la etapa de definición es Definir el problema, comienza con una declaración del problema de alto nivel que ayuda a definir la verdadera naturaleza del problema, sus síntomas o características. Iniciar con una buena declaración del problema ayuda a evitar suposiciones erróneas. La declaración del problema desde un alto nivel sirve como base para la selección del proyecto y es una forma de responder a las siguientes preguntas:

- I. ¿En qué se va a trabajar?
- II. ¿Cuáles son los problemas que se están tratando de resolver: defectos, retrasos, errores o re-trabajos en términos de magnitud (cantidad), tendencias (cambios en magnitud)?
- III. ¿Cuándo y/o dónde ocurre?
- IV. ¿Puede el equipo recolectar datos sobre el problema?
- V. ¿El problema se ha definido ampliamente?
- VI. ¿Por qué se trabaja en este proyecto en particular?
- VII. ¿Quién es el Cliente?
- VIII. ¿Cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad?
- IX. ¿Cuáles son los beneficios de implantar esta mejora?

Estas preguntas debe resultar una reflexión fundamental sobre el negocio e impulsan nuevas formas de pensar sobre problemas del negocio que fueron a menudo ignorados en el pasado. Una vez que estas preguntas se contestan al menos en un borrador, se puede desarrollar el documento que sirva de marco para la selección de un proyecto de mejora¹⁰.

Identificar a los Clientes

En este paso se debe identificar al protagonista más importante de cualquier proceso, el Cliente. Los clientes pueden ser internos los cuales se encuentran dentro de la organización o los clientes externos que son los consumidores del producto y/o servicio y quienes pagan por ello.

Dentro de cualquier organización todos los clientes son importantes, especialmente los clientes externos. Cada uno de ellos tiene definidos sus propios requerimientos:

Clientes internos: Normalmente es el siguiente proceso en la cadena de producción y sus requerimientos están relacionados con las etapas de un proceso.

¹⁰ PANDE Peter, Las claves prácticas de SIX SIGMA, McGraw-Hill, 2004

Clientes externos: Son los usuarios de un producto y/o servicio y sus requerimientos están relacionados con la calidad del producto y el servicio proporcionados por la organización.

El trabajo del equipo Six Sigma es lograr una idea clara sobre lo que quieren los clientes, en especial los clientes externos, cuya decisión de compra determina si la organización continuará ganando dinero o no, si seguirá creciendo o no y así sucesivamente. Este trabajo requiere escuchar la voz del cliente (VoC = Voice of the Customer), esto resulta ser un gran desafío para los miembros del equipo. Los clientes a menudo no están seguros de lo que quieren y tienen problemas para expresarlo. Pero en cambio son muy buenos para describir lo que no quieren. De modo que el equipo de trabajo debe escuchar la voz del cliente y traducir el lenguaje de este en términos de requerimientos específicos, esto se puede ver más claramente en la Tabla N°. 3.6.

Voz del Cliente (El Cliente dice)	Traducción (Interpretación de la empresa)	Requerimientos del Cliente
En las entregas se llevan mucho tiempo	El cliente nos percibe lentos en los tiempos de entrega	Los tiempos de entrega deben ser de dos semanas a partir de la emisión de la orden de la compra.
No sabía que sólo tenía hasta las cinco de la tarde para enviar mis pedidos.	El cliente percibe que los horarios para la recepción de pedidos no son muy flexibles.	Ampliar el horario para la recepción de pedidos.
Recibo mi factura en diferentes días del mes.	El cliente percibe una inconsistencia en el proceso de facturación de la organización.	El cliente requiere su factura el último viernes de cada mes.

Siempre transfieren mi llamada con tres personas o más.	El cliente percibe un problema en el sistema telefónico de la organización.	El cliente quiere que se le comunique a la persona correcta a la primera vez.
---	---	---

Tabla N° 3.6. La Voz de Clientes traducida en requerimientos

La voz del cliente (VoC) se refiere a una compleja estrategia para aprender sobre los clientes a través de la recolección de datos empleando diferentes fuentes, incluyendo¹¹:

- *El conocimiento interno*: El conocimiento que la organización tiene del cliente, los competidores y/o el ambiente del mercado que existen dentro de un negocio.
- *La comunicación externa*: El negocio contacta a los clientes para obtener información o asistencia, o para ofrecer productos / servicios relacionados.
- *La comunicación interna*: Los clientes contactan al negocio para obtener información, requerir asistencia o expresar quejas.
- *Contactos casuales*: Contactos no planeados entre el cliente y el negocio.
- *Transacciones*: Todas las interacciones entre el negocio y los clientes que pagan por los productos o servicios del negocio.
- *Investigación sobre el Cliente*: Recolección formal de información sobre los clientes a partir de lo que “desean”.

¹¹ PANDE Peter, Las claves prácticas de SIX SIGMA, McGraw-Hill, 2004

En síntesis, la voz del cliente (VoC) significa que se contacta directamente al cliente para obtener información precisa y necesaria para ayudar a aclarar un problema.

Una vez que el equipo de trabajo ha escuchado la voz del cliente procede a traducir sus requerimientos específicos en los términos que en el lenguaje Six Sigma se conocen como Características Críticas para la Calidad CTQ's (Critical to Quality).

Definir las Características Críticas para la Calidad (CTQ's)

Las características críticas para la calidad (CTQ's), son importantes ya que permiten al equipo del proyecto validar que este se encuentra enfocado en cuestiones que son importantes para el cliente. Si el proyecto no se enfoca a cuestiones que son críticas para la calidad (CTQ's), se necesitarán definiciones de problemas adicionales para redefinir el problema o identificar el grupo adecuado de clientes.

Si el cliente revela múltiples características críticas para la calidad (CTQ's) relacionadas con el proyecto, el equipo debe darles prioridad para mantener el proyecto concentrado y para mejorar las características críticas para la calidad (CTQ's) que proporcionarán la mayor retribución en cuanto a satisfacción del cliente. Se puede dar prioridad a las (CTQ's) utilizando tres categorías¹².

¹² PANDE Peter, Las claves prácticas de SIX SIGMA, McGraw-Hill, 2004

1. Las características **Obligadas** son una prioridad crítica, a no ser que estas características sean completamente funcionales, los clientes estarán insatisfechos. Se utiliza la información de quejas, estudios de clientes perdidos, y tarjetas de puntuación para ubicar las necesidades Obligadas por los clientes.
2. Las mejoras a las características de **Desempeño** mejorarán la competitividad de un producto o servicio. Frecuentemente, se utilizan las encuestas de satisfacción de clientes para comprender la forma en que los clientes piensan sobre el desempeño de una empresa en relación con su competencia.
3. Las características **Para complacer** pueden no ser el punto focal del mejoramiento del proceso. Sin embargo, al escuchar la voz del cliente (VoC), el equipo puede conocer aquellas características que los competidores no pueden complacer a los clientes. Las características para complacer hoy a los clientes pueden ser las características obligadas del mañana.

Las características críticas para la calidad (CTQ's) generalmente están relacionadas con la calidad del producto, la calidad del servicio y el precio, como se puede ver en la Tabla N°. 3.7. Lo más importante para el cliente.

A pesar de que los equipos del proyecto comúnmente no tienen impacto directo sobre el precio, pueden tener un impacto sobre éste al reducir costos, haciendo que el producto sea más competitivo.

¿Qué es lo que cliente requiere?		
CALIDAD		PRECIO
Del Producto	Del servicio	
<ul style="list-style-type: none"> - Características - Funcionalidad - Durabilidad - Adecuación al uso - Prestigio 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad • Eficacia • Confiabilidad • Garantía • Atención de quejas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Competitivo 2. Crédito 3. Descuentos 4. Ofertas 5. Plan de reducción de costos

Tabla Nº. 3.7. Lo más importante para el Cliente

Las características críticas para la calidad (CTQ's) deben ser susceptibles de medición, es importante ser capaces de medirlas para determinar el nivel actual de desempeño al iniciar el proyecto y ser capaces de evaluarlas si es que se quiere obtener mayor satisfacción del cliente con respecto a dichas características al término del proyecto.

Definir el alcance el proyecto

El alcance del proyecto es el grado en el que se medirán y analizarán las variables o factores a fin de enfocarse en áreas específicas para el mejoramiento del proceso. Como parte de la Selección del Proyecto, el equipo debe centrar su atención en las áreas con necesidades de mejoramiento a un proyecto específico.

Los problemas que se analizan en los proyectos específicos pueden involucrar más factores o variables de los que se pueden medir y analizar efectivamente. El alcance del proyecto limita el rango de variables o factores a ser medidos y analizados, a fin de enfocarse efectivamente en las oportunidades de mejoramiento del proceso.

En esta actividad de definición del alcance del proyecto se utiliza la relación $Y = f(X)$, (léase Y está en función de X) y varias herramientas de análisis para lograr resultados, se confirman los criterios identificados en la etapa de Definir el problema y se asegura que el proyecto sea manejable con la finalidad de lograr su conclusión con éxito.

La mayoría de las Y (que representa las salidas), están influenciadas por más de una X (que representa las entradas). Cada X se convierte en Y en el siguiente nivel de detalles de un proceso. Esta lógica se puede utilizar para reducir el alcance del proyecto hasta un nivel manejable y un detalle específico, este razonamiento se observa en la Figura N°.9 Relación $Y = f(x)$.

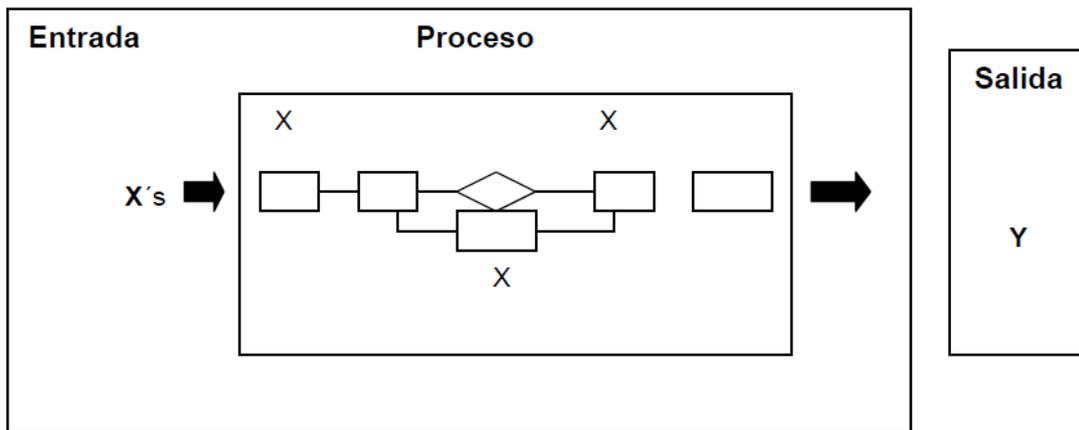


Figura N°.3.17. Relación $Y = f(x)$.

Definir el Mapa del Proceso

En este paso el equipo del proyecto crea una representación visual de “alto nivel” o “Mapa del Proceso” de los pasos actuales del proceso que llevan a la total identificación de las características críticas para la calidad (CTQ’s). El mapa del proceso es una representación visual del proceso mediante un diagrama de flujo con símbolos que representan diferentes tipos de actividades.

La secuencia de estas actividades crea un proceso. Los símbolos conectados por flechas crean una Mapa del proceso. Hacer el mapa del proceso proporciona muchos beneficios al equipo del proyecto, estos beneficios incluyen:

- ✚ Una habilidad para “ver” como equipo el proceso completo;
- ✚ Una habilidad para “ver” que los cambios afectan a todo el proceso;
- ✚ El agrandamiento de las áreas o pasos sin valor agregado;

✚ La habilidad para identificar tiempos de ciclo en cada paso del proceso

La herramienta recomendada por Six Sigma para elaborar un mapa de proceso de alto nivel es conocida como SIPOC, ésta herramienta se describe en el anexo “B”; dominar los conceptos de los mapas de proceso puede ser más sencillo si se dominan las iniciales SIPOC; Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas) y Customer (Cliente).

Este modelo se aplica a organizaciones de productos y servicios. Todas estas organizaciones toman en cuenta las opiniones de los proveedores, agregan valor a través del proceso, y proporcionan una salida que como mínimo satisface las necesidades y las características críticas para la calidad (CTQ's) del cliente, con miras a excederlas.

Es importante reconocer que las necesidades del cliente y las salidas del proceso deben ser las mismas. Esto es, la salida de un proceso crea ya sea un producto o un servicio que satisface o excede las necesidades explícitas o implícitas del cliente. En la Figura N°. 3.18 se muestra el modelo SIPOC para realizar el mapa del proceso de alto nivel.

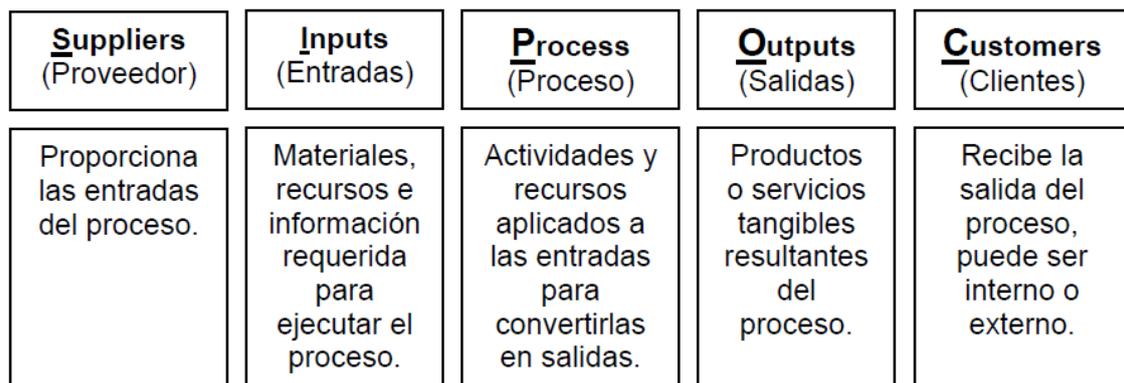


Figura N°. 3.18. Modelo SIPOC

Definir un Equipo de Trabajo

Uno de los principios básicos para la formación de los equipos de trabajo es identificar candidatos a ocupar las nuevas funciones y roles para la implementación de la metodología Six Sigma por lo que es importante considerar sus conocimientos y habilidades, de tal manera que se cuente con equipos de trabajo robustos que puedan llevar a buen término los proyectos Six Sigma.

Hasta el momento, no existe un perfil que defina los requisitos que deba cumplir el personal que integrará los equipos de trabajo;

Uno de los muchos criterios que existen para seleccionar un equipo, es buscar “tener en el equipo a los mejores y a los más brillantes” pero además deben trabajar correctamente juntos para el éxito del proyecto. Por lo que se debe asegurar que sean personas:

- ✓ Creativas;
- ✓ De mente abierta;
- ✓ Dispuestas a aprender y compartir sus conocimientos con los demás;
- ✓ Capaces de trabajar en equipo;
- ✓ Respetadas por los mismos compañeros, por la gerencia y otros líderes del negocio;
- ✓ Con un alto sentido de responsabilidad.

Se recomienda que el equipo de trabajo sea integrando de entre 4 y 6 personas, esto permitirá un manejo más adecuado del proyecto, ya que mientras mayor sea el número de miembros se dificulta el manejo del equipo y la responsabilidad se diluye, por el contrario un menor número de integrantes del equipo provoca que se retrase el cumplimiento de las tareas y como consecuencia los resultados del proyecto.

En términos generales, la etapa de definir, requiere de la realización de una serie de actividades orientadas hacia el logro de la satisfacción del cliente, sin perder de vista los resultados que el negocio espera de la aplicación de la metodología Six Sigma.

En la Figura N°. 3.17, se muestra un ejemplo de las actividades que se deben realizar en la etapa de definición, sin que esto quiera decir que son las únicas o exclusivas, ya que corresponde a cada organización definir qué actividades se deben realizar en esta etapa al aplicar la Metodología Six Sigma.

Definir Oportunidades

Objetivo de la Etapa	Actividades de la etapa
<p>Identificar los problemas o situaciones a mejorar, a los clientes, sus necesidades, y definir metas y alcance para el proyecto, y establecer plan de trabajo para asegurar su cumplimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir el Problema • Establecer un Objetivo • Seleccionar el Proyecto • Identificar a los Clientes • Definir las características críticas para la calidad (CTQ's). • Definir el alcance del proyecto. • Definir el mapa del proceso. • Integrar Equipos de trabajo

Figura N°. 3.19. Etapa de DEFINIR

3.12.2.2. Etapa de Medir

En la etapa de Medir, el propósito es identificar y documentar los parámetros del proceso (o variables de entrada) que afectan el desempeño del proceso y las características del producto y/o servicio (o variables de salida) de interés crítico para el cliente, por tanto se debe realizar las siguientes actividades:

1. Realizar la caracterización del proceso;
2. Preparar un Plan de colección de datos;
3. Validar el sistema de medición;
4. Medir la habilidad del proceso.

Caracterización del proceso

La caracterización del proceso consiste en determinar las variables claves de entrada del proceso, las variables claves de salida del proceso o las características críticas para la calidad (CTQ's). Se debe determinar el estado actual de las variables clave de salida del proceso y de ser necesario, determinar el estado actual de las variables clave de entrada del proceso. Para ello, el equipo de trabajo puede:

- Realizar el Mapa del proceso;
- Identificar los requerimientos claves de los clientes;
- Determinar las características y parámetros de procesos claves del producto;
- Identificar y documentar fallas potenciales, efectos y criticalidad.

En esta etapa los equipos de trabajo adoptan una visión del proceso del negocio y la usan para fijar prioridades y tomar decisiones sobre las medidas que se necesita tomar. En general, un proceso tiene tres categorías principales de medidas como se muestra en la Figura N°. 3.18.

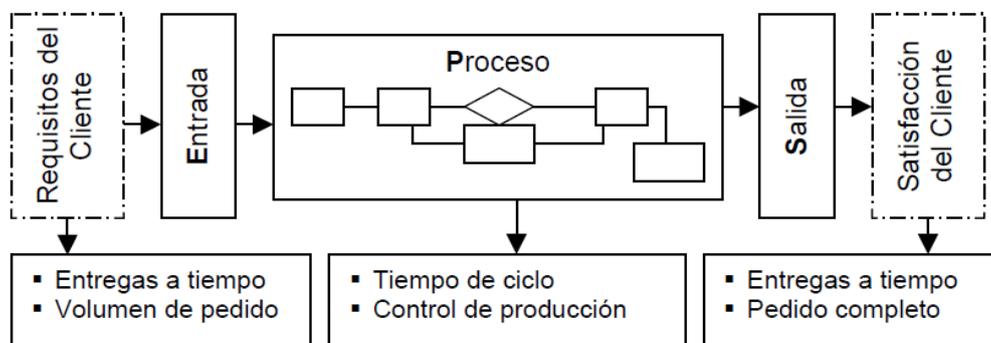


Figura N°. 3.20. Medidas de un proceso

- ▶ **Entrada:** Son los insumos de entrada al proceso y que se transforman en salidas. Por supuesto que si al proceso se le suministran malas entradas se espera que resulten malas salidas, de modo que si se tienen Medidas en las entradas esto puede ayudar a identificar las causas del problema.
- ▶ **Proceso:** Son los elementos que se pueden monitorear y medir; esto facilita a los equipos de trabajo a identificar las causas del problema.
- ▶ **Salida:** Son los resultados finales del proceso. Las medidas en la salida se enfocan en los resultados inmediatos, por ejemplo; entregas, defectos, o quejas, y en los resultados de impacto para el negocio, por ejemplo; beneficios financieros y satisfacción del cliente.

Los equipos de trabajo establecen como prioridad el medir las salidas del proceso. Esta medida de referencia se utiliza para completar el documento marco del proyecto, a veces si el problema resulta ser más pequeño o diferente de los que se espera se puede suprimir o modificar.

Preparar un Plan de colección de datos

Para iniciar con la colección de datos sobre las causas potenciales, los equipos de trabajo se deben enfocar en las medidas del proceso y en algunas entradas seleccionadas. Una vez que se ha determinado qué se va a medir, el equipo de trabajo debe preparar un plan para la obtención de datos. En el plan de colección de datos se deben:

- Definir puntos de colección de datos comprensibles;
- Seleccionar un colector de datos que no esté sesgado;
- Diseñar los formatos para la colección de datos;
- Auditar el proceso de colección de datos;
- Validar los resultados.

Al igual que en la etapa de Definir, existen varias técnicas sobre cómo obtener datos, cuántos tomar, es decir qué tamaño de muestra y con qué frecuencia se obtienen. En este paso de la etapa de medición se puede acudir a diversas fuentes tales como, clientes internos o externos, proveedores, bases de datos, registros del proceso o información de la competencia.

En términos generales, la etapa de Medir, requiere de la recopilación de la información o datos relacionados con el problema a resolver. En la Figura N°. 3.19, se muestra un ejemplo de las actividades a realizar para la recopilación de la información en la etapa de Medir, esto no quiere decir que es el único camino, corresponde a cada organización identificar cuáles son las estrategias a emplear para obtener la información requerida en esta etapa.



Objetivo de la Etapa	Actividades de la etapa
Identificar las medidas críticas necesarias para evaluar el éxito al reunir los requerimientos críticos del cliente y diseñar el método para	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar los indicadores de entradas del proceso. ▪ Identificar los indicadores del proceso.

<p>iniciar la recopilación de datos que midan el desempeño del proceso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar los indicadores de salidas del proceso. ▪ Diseñar un plan de medida para la recopilación de datos. ▪ Determinar si existen causas especiales en el proceso. ▪ Determinar desempeño de sigma del proceso (actual).
---	--

Figura N°. 3.21. Etapa de Medir

Validar el Sistema de Medición

El propósito de la validación del sistema de medición, es responder a la pregunta básica, ¿Se está midiendo adecuadamente la variable en estudio (variable de entrada o variable de salida)?. Para realizar la validación, se puede hacer uso del plan de colección de datos o apoyarse en estudios de Repetibilidad y Reproducibilidad, por variables continuas (1.4, 5.2, 1.3, 3.2,...) o por variables discretas (Si o No, Pasa - No Pasa, Bueno – Malo). Entiéndase por Repetibilidad a la variación de las mediciones obtenidas con un instrumento cuando lo usa varias veces un mismo operador, para medir la misma característica, con las mismas muestras, y la Reproducibilidad es la variación en el promedio de las mediciones efectuadas por operadores diferentes, usando el mismo instrumento para medir la misma característica, con las mismas muestras.

Para mayor información relacionada con estos estudios se puede consultar el Manual de referencia MSA (Measurement Systems Analysis) (3ª. Ed.). AIAG (Automotive Industry Action Group).

Medir la habilidad del proceso

El medir la habilidad del proceso, permite cuantificar la naturaleza del problema que se va a atacar, para ello se puede hacer mediante los índices de habilidad C_p y C_{pk} .

De manera opcional y en algunas organizaciones se puede solicitar al equipo que mida el nivel actual de Sigma del proceso a mejorar (por ej. 1, 1.5, 2, 3.1,.....Sigmas), con el fin de comparar el desempeño del proceso y relacionarlo con los requerimientos del cliente.

3.12.2.3. Etapa de Analizar

En la etapa de Analizar el equipo de trabajo entra en los detalles, incrementa su conocimiento y entendimiento del proceso y del problema y si todo marcha de acuerdo a lo planeado, identifica las causas del problema. En esta etapa, el equipo busca descubrir cuáles son las causas raíz del problema.

En ocasiones, las causas raíz del problema son evidentes, cuando esto ocurre, los equipos pueden moverse rápidamente por medio del análisis. Sin embargo, las causas raíz del problema se encuentran ocultas debajo de gran volumen de papeles y procesos obsoletos, pérdidas entre las complejidades de mucha gente realizando el trabajo a su modo y sin documentarlo, de tal forma que esta gente se vuelve indispensable para cualquier proceso. Esto es un grave

problema para el equipo de trabajo ya que puede invertir semanas o meses aplicando un sin número de herramientas y ensayando a prueba y error antes de concluir y cerrar el caso.

Uno de los principios para una buena resolución de los problemas mediante el proceso DMAMC, es considerar los diferentes tipos de causas, a fin de no permitir que las experiencias pasadas o prejuicios ofusquen el criterio del equipo de trabajo, por lo que en ésta etapa se deben realizar las siguientes actividades:

- ❖ Colectar y analizar datos;
- ❖ Desarrollar y probar hipótesis de las posibles fuentes de variación, así como relaciones causa – efecto;
- ❖ Confirmar que está afectando el desempeño del proceso.

Colectar y analizar datos

En la fase de Analizar, el equipo se enfoca básicamente a analizar la información pasada y actual del proceso, es aquí donde se hace uso de los resultados obtenidos en el plan de recolección de datos para buscar las causas raíz del problema. Para llevar a cabo el análisis de los datos se pueden emplear herramientas estadísticas y técnicas apropiadas como: histogramas, análisis multivariado, tablas de contingencia y/o análisis de varianza (ANOVA).

Desarrollar y probar hipótesis de las posibles fuentes de variación, así como relaciones causa - efecto.

Con la información obtenida, se desarrollan hipótesis de la posible relación causa y efecto relacionados con la situación a resolver por el equipo de mejora. Este análisis comienza con la revisión de cada una de los factores que pudieran estar ocasionando el problema con la finalidad de formular una hipótesis inicial de la posible causa del mismo. El equipo entonces busca más información y obtiene evidencia para confirmar si la causa seleccionada es la verdadera causa del problema. El análisis continúa refinando la hipótesis o rechazándola hasta que la verdadera causa raíz sea identificada y se verifica con los datos. No necesariamente los integrantes del equipo podrán identificar todas las causas raíz del problema por lo que es importante que en esta etapa de Análisis, en la que se busca identificar las causas raíz de los problemas se involucre al personal que participa en cualquier paso del proceso que se busca mejorar o que de alguna forma intervino en la problemática que se desea resolver¹³.

Confirmar qué está afectando el desempeño del proceso

Con el análisis de los datos obtenidos y el probar las hipótesis de las posibles fuentes de variación, el equipo confirma que factores están afectando el desempeño del proceso y los “pocos vitales” que afectan la variable de

¹³ Pande, P., Newman, R. y Cavanagh, R. (2002). The Six Sigma Way Team Fieldbook. (pp. 32 – 33). USA: McGraw Hill.

respuesta. Es posible que el equipo no tenga que llevar a cabo diseños de experimentos (DoE) en la siguiente fase (Mejorar) si se determina la relación causa - efecto con la información pasada y actual en esta etapa.

En la etapa de Analizar, como en todas las etapas del proceso DMAMC, el gran desafío para los equipos de trabajo es la utilización de las herramientas adecuadas. Muchas veces con la aplicación de herramientas simples se puede descubrir la causa raíz del problema. Cuando las causas son más profundas o cuando la relación entre el problema y otros factores es compleja, probablemente se requiera la utilización de técnicas estadísticas avanzadas para identificar y verificar las causas raíz de los problemas.

En términos generales, la etapa de Analizar, está orientada a descubrir las causas raíz de los problemas con la finalidad de proponer soluciones que permitan eliminarlas y lograr la solución de los mismos. En la Figura N°. 3.20, se muestra un ejemplo de la forma en que se puede realizar el análisis de la información en esta etapa, existen varios caminos para el análisis de las causas de los problemas, sin embargo cada organización deberá emplear el método que mejor se adapte a sus necesidades, siempre y cuando éste lo lleve a identificar la verdadera causa raíz del problema.



Objetivo de la Etapa	Actividades de la etapa
1. Identificar y entender un problema específico.	▶ Desarrollar la definición del problema.

<p>2. Identificar las causas raíz del problema de tal manera que se asegure que se tomen acciones sobre las causas raíz, y por ende, la solución del problema en el que el equipo enfoca sus esfuerzos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Diseñar análisis de la verificación de la causa raíz. ▶ Identificar las causas raíz del problema. ▶ Validar las causas raíz. ▶ Mejorar la creatividad del equipo.
---	--

Figura N° 3.22. Etapa de Analizar

3.12.2.4. Etapa de Mejorar

En esta etapa de Mejorar, el equipo busca determinar la relación causa y efecto (relación matemática entre variables de entrada y respuesta de las variables de interés) para que el desempeño de los procesos pueda ser predecido, mejorado y optimizado. En ésta etapa el equipo debe realizar las siguientes actividades¹⁴:

- ▶ Conducir pruebas y experimentos para identificar las relaciones causa y efecto que son determinantes;
- ▶ Conducir experimentos diseñados para establecer los modelos matemáticos del desempeño del proceso;
- ▶ Optimizar el desempeño de los procesos

De hecho, el hábito de comenzar a resolver un problema sin primero entenderlo es tan fuerte que muchos equipos consideran un desafío el apegarse al proceso DMAMC. Sin embargo, cuando los equipos observan la importancia de reflexionarlo y hacerse preguntas, de verificar las hipótesis y de utilizar los

¹⁴ Pande, P. Holpp, L. (2002). ¿What is Six Sigma? (pp. 33). USA: McGraw Hill

datos, los integrantes del equipo se dan cuenta de los beneficios de la Metodología Six Sigma.

Antes de iniciar a desarrollar soluciones, muchos equipos vuelven a revisar el documento marco del proyecto y modifican las declaraciones del problema y el objetivo para que reflejen sus descubrimientos hasta este punto. Es común también reafirmar el valor del proyecto con el nivel directivo de la organización.

Los equipos también modifican el ámbito del proyecto, en base a una mejor comprensión del problema y del proceso. Pero una vez que el equipo ha realineado los objetivos, la etapa de Mejorar, permite planear y lograr los resultados esperados.

Las soluciones creativas que de verdad ataquen las causas principales del problema y que el equipo que trabaja en el proceso considere factibles no se encuentran tan fácilmente, y una vez que estas nuevas ideas se desarrollan tienen que someterse a prueba y error e implementarse.

En esta etapa de Mejorar cabe hacerse la siguiente pregunta ¿Por qué las nuevas soluciones son tan costosas?, la respuesta es muy simple, la razón puede ser que el equipo ha estado acostumbrado a los enfoques actuales de las etapas de medición y análisis por mucho tiempo a tal grado que le cuesta mucho trabajo liberarse de esa manera de pensar. La otra razón es que las soluciones de verdad creativas son siempre escasas. Existe una gran variedad

de ejercicios que despiertan la creatividad y ayudan al equipo a modificar su manera de pensar y enfocar la generación de ideas con nuevos métodos. El equipo de trabajo también puede examinar otras empresas y otras divisiones de la empresa para ver si se pueden tomar de ellas las mejores prácticas.

Una vez que se han propuesto varias soluciones potenciales, las técnicas analíticas regresan y se utilizan varios criterios, incluyendo costos y beneficios probables, para seleccionar las soluciones más prometedoras y prácticas. La solución final o serie de cambios deben ser siempre aprobadas por el nivel Directivo y, a menudo, por el nivel Gerencial de la organización. En la Figura N° 3.21, explica la etapa de mejorar.



Figura N° 3.23. Etapa de Mejorar

3.12.2.5. Etapa de controlar

En la etapa de Controlar¹⁵, el equipo diseña y documenta los controles necesarios para asegurar que las ganancias del esfuerzo de Six Sigma se mantengan una vez que los cambios sean implementados. En esta etapa, el equipo de trabajo debe llevar a cabo las siguientes actividades:

- Diseñar controles y documentar mejora de procesos;
- Validar los sistema de medición;
- Establecer la habilidad del proceso;
- Implementar y monitorear los controles establecidos en los procesos

Para llevar a cabo los controles existen muchas herramientas de calidad, incluyendo conceptos básicos de autocontrol, el ciclo de retroalimentación, prueba de errores y control estadístico del proceso (CEP). Se actualiza la documentación (procedimientos), se desarrollan planes de control de procesos, el sistema de medición es validado y la nueva habilidad de proceso es establecida, la implementación es monitoreada y el desempeño del proceso es auditado después de un período de tiempo para asegurar que los resultados se mantienen.

Esta etapa permite a las organizaciones el desarrollo de planes para asegurar resultados a largo plazo, tomando como referencia las lecciones aprendidas e importándolas a otros proyectos siempre con un enfoque de mejora continua.

¹⁵ Pande, P., Newman, R. y Cavanagh, R. (2002). The Six Sigma Way Team Fieldbook. USA: McGraw Hill

En resumen, la etapa de Controlar, consiste en definir controles sobre los factores críticos de los procesos de la organización para lograr que operen de manera consistente, asegurando que los cambios perduren y sean documentados adecuadamente con el fin de trasladar las lecciones aprendidas hacia otros procesos o proyectos buscando siempre resultados a largo plazo para el negocio. En la Figura N°. 3.22, se muestra un ejemplo de la etapa de Control.



Objetivo de la Etapa	Actividades de la etapa
1) Definir los controles sobre los factores vitales para lograr que operen de forma consistente. 2) Controlar para asegurar que los cambios perduren y sirvan para el desarrollo de planes que pueda asegurar a largo plazo el resultado.	<ul style="list-style-type: none"> + Diseñar sistemas para el control del proceso. + Establecer controles sobre factores vitales de la organización. + Identificar las áreas y/o los procesos donde se puedan integrar las lecciones aprendidas. + Verificar las mejoras obtenidas en el proceso. + Estandarizar métodos de control y documentar los procesos.

Figura N° 3.24. Etapa de Controlar.

3.12.3. Revisión de los Proyectos Six Sigma

Como una manera de asegurar la implementación de los proyectos Six Sigma, los líderes de cada proyecto deberán revisar que se cumplan o hayan cumplido cada una de las etapas de la metodología.

Los líderes de cada proyecto Six Sigma, periódicamente deben informar a la Dirección de la organización (generalmente el Coach) acerca de los avances del mismo, así como de los resultados al final de cada proyecto.

En las siguientes tablas se describe cual es el propósito de la revisión, que puntos críticos se deben revisar en cada etapa, así como cuáles son las preguntas clave que se deben contestar al hacer la revisión.

Propósito	Puntos críticos	Preguntas clave
<p>1) Definir el enfoque del proyecto, desde el punto de vista del cliente. Esto es que se define cuáles son los parámetros a medir que permitirán que se mida la situación actual y después de implementar las mejoras.</p> <p>2) Desarrollar lineamientos para el equipo y la planeación del proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Identificar a los Clientes. ✚ Identificar y Definir los (CTQ's). ✚ Recopilación de los datos que permitan verificar las necesidades y requisitos de los clientes. ✚ Describir los lineamientos del equipo, incluyendo la razón fundamental del proyecto, declaración preliminar del problema, alcance, metas, acontecimientos importantes, así como tareas a desempeñar y responsabilidades. ✚ Documentar el proceso existente (entradas, fases del proceso, salidas y clientes). ✚ Beneficio y justificación del proyecto en términos monetarios. 	<p>¿Quién es el Cliente?</p> <p>¿Qué requisitos pide?</p> <p>¿Qué razones tiene la empresa para respaldar el proyecto?</p> <p>¿Hay compromiso de la empresa con el equipo?</p> <p>¿Se ha concluido algún proyecto similar?</p> <p>¿Cuáles son los límites del proyecto?</p> <p>¿Cuáles son las metas del proyecto?</p> <p>¿Cómo se desarrolló el Mapa del proceso?</p>

Tabla Nº. 3.8. Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Definir;

Propósito	Puntos críticos	Preguntas clave
Establecer una línea base de desarrollo para el proceso actual, y llevar a cabo las mediciones de proceso que le permitan mejorar el desarrollo del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diseñar un plan para la recopilación de datos. ❖ Validar el Sistema de Medición. ❖ Mediciones de la capacidad del proceso y del nivel sigma del proceso. 	<p>¿Cuáles son las mediciones de entrada, proceso y salida, que participan en el desarrollo del proceso?</p> <p>¿En dónde se encuentra el plan detallado del proceso?</p> <p>¿Se han encontrado mejoras eficientes de manera rápida?</p>

Tabla Nº. 3.9. Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Medir;

Propósito	Puntos críticos	Preguntas clave
Analizar los datos y el plan de control del proceso, con el fin de determinar las causas principales y oportunidades para mejorar.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Usar y desplegar los datos para identificar, verificar y cuantificar las causas principales que son irrelevantes. ▶ Una explicación racional del porqué se eligió esta propuesta. 	<p>¿Cuáles son las mediciones de entrada, proceso y salida, que participan en el desarrollo del proceso?</p> <p>¿En dónde se encuentra el plan detallado del proceso?</p> <p>¿Se han encontrado mejoras eficientes de manera rápida?.</p>

Tabla Nº. 3.10. Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Analizar;

Propósito	Puntos críticos	Preguntas clave
Desarrollar, validar e implementar mejoras al proceso y al producto.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generar las mejoras, usar la mejor opción para manejar la causa principal. ▪ Validar la solución con corrida de validación. ▪ Desarrollar un plan de implementación completo incluyendo un mapa del proceso con mejoras. ▪ Refinar un análisis de costo – beneficio. 	<p>¿Cómo se generan soluciones alternativas?</p> <p>¿Cómo se maneja la solución de la causa principal?</p> <p>¿Cuáles fueron las suposiciones durante el análisis costo - beneficio?</p> <p>¿Cuál es el efecto cultural del cambio?</p> <p>¿Cuál es el plan de implementación?</p> <p>¿Cuáles son los problemas potenciales</p>

		del plan de implementación?
--	--	-----------------------------

Tabla Nº. 3.11. Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Mejorar; y.

Propósito	Puntos críticos	Preguntas clave
1) Institucionalizar la mejora, de tal manera que permita asegurar una mejora continua. 2) Mantener las ganancias	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el impacto de la solución en mediciones clave, cuya base aparece en las etapas de Definición y Medición. • Desarrollar un plan de control que asegure que los resultados serán continuos. • Mostrar datos que demuestren que el proceso se establece y cumple con las metas de mejora. • Actualizar la documentación del proceso. • Hacer cambios al sistema o estructura, para institucionalizar la mejora. 	¿Cuál es el valor de Sigma para el proceso que se mejoró? ¿Qué es lo que mide y de qué forma se mide? ¿Cuál es la forma rutinaria en que el líder llevará a cabo el monitoreo del proceso para mantener el control? ¿Se ha autorizado el proceso o se ha implementado el sistema Poka- Yoke? ¿Qué es lo que el equipo aprendió acerca del proceso de implementación de mejoras? ¿Cuál es el próximo problema a resolver?.

Tabla Nº. 3.12. Revisión de proyectos Six Sigma en la etapa de Controlar.

Finalmente se puede decir que la Metodología Six Sigma está considerada como una estrategia basada en la utilización de herramientas para la calidad por medio de una metodología estructurada que sigue el proceso DMAMC para eliminar las causas potenciales de variación y mejorar los indicadores de desempeño de los procesos.

Al igual que cualquier estrategia para la calidad, la Metodología Six Sigma requiere de un gran compromiso y apoyo por parte de la Dirección de la Organización que pretende adoptar la metodología, es por ello que se deben asignar no sólo recursos materiales sino también recursos humanos, así como vigilar la implementación de los proyectos de mejora a través de la revisión de los mismos.

3.13. Diferencias entre DFSS y DMAIC/DMAMC

Debido a las similitudes entre DMAMC y DFSS, DFSS es confundida con frecuencia como una extensión de DMAMC para el diseño y desarrollo. La Figura N° 3.25, muestra el trabajo de DFSS y DMAMC en dos diferentes dominios. Mientras DFSS es una metodología para resolver los problemas procedentes de los clientes finales, DMAMC resuelve los problemas en funcionamiento. (Ferryanto, 2005)

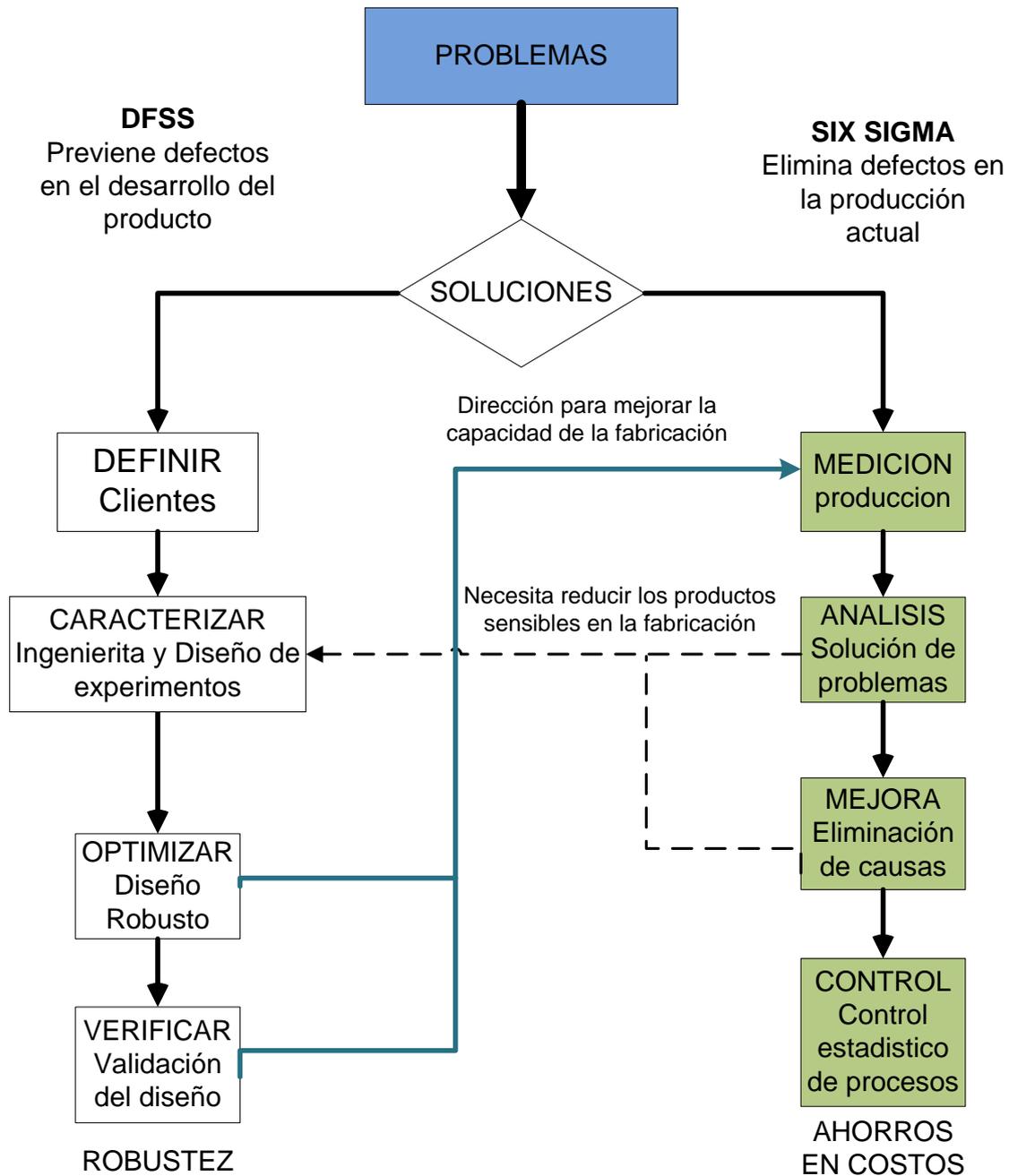


Figura N° 3.25. DFSS vs DMAMC

Aunque existen diferencias entre los enfoques, DMAMC y DFSS, estos dos se complementan entre sí. Las diferentes etapas DFSS se muestran en la Figura N° 3.25. La definición del problema es la primera etapa, donde las necesidades de los clientes se han incorporado. Esta etapa es seguida por la fase de

caracterización. El modelo del problema en el proceso o dominio de la ingeniería se desarrolla en esta etapa, que es básicamente la traducción de la voz del cliente y las condiciones de uso del cliente en un sistema de ingeniería.

Como se observa en la Figura N° 3.25, las mejoras de la metodología DMAMC se añaden al modelo en la etapa de caracterización. Después del modelo de desarrollo, óptimo y robusto las soluciones se encuentran fuera. En la última etapa, las soluciones son verificadas por su utilidad para resolver el problema real.

Las diferencias básicas entre DMAMC y DFSS (Brue-Launsby, 2002) se resumen en:

1. DMAMC se centra más en reaccionar, en la detección y resolución de problemas, mientras que DFSS tiende a ser más proactivo, una forma de prevenir problemas;
2. DMAMC es para productos o servicios que la organización ofrece en la actualidad; DFSS es para el diseño de nuevos productos o servicios y procesos;
3. DMAMC se basa en los procesos de fabricación o transaccionales y DFSS se centra en el marketing, I + D y diseño;
4. Beneficios en DFSS son difíciles de cuantificar y que se obtienen en el largo plazo en comparación con DMAMC, donde los beneficios se

expresan principalmente en términos financieros y se obtiene con mayor rapidez.

5. DFSS implica un mayor cambio cultural que DMAMC, ya que para muchas organizaciones DFSS representa un enorme cambio en los roles. El equipo de DFSS es multifuncional: es clave para todo el equipo participar en todos los aspectos del proceso de diseño, desde la investigación de mercado hasta el lanzamiento del producto y/o servicio.
6. La metodología DMAIC es universal y utilizado por todas las empresas. No existe una metodología estándar para DFSS. Las diferentes metodologías incluyen IDOV, DMADV, DCCDI y DMEDI;
7. DMAMC se centra en mejorar los procesos existentes, DFSS se enfoca en el diseño y desarrollo de nuevos productos o procesos, incorporando el nivel de calidad de Six Sigma;
8. La metodología DMAIC tiende a proporcionar mejoras incrementales en comparación con DFSS donde puede haber una mejora radical;
9. Los proyectos de mejora a través de la metodología DMAIC se ven limitados por las suposiciones hechas durante el desarrollo y las etapas de diseño, mientras que DFSS construye la calidad en el diseño mediante la aplicación del pensamiento preventivo y herramientas en el proceso de desarrollo de productos.

Las herramientas y técnicas utilizadas en la metodología DFSS también son algo diferentes a los de la metodología DMAMC. DFSS incluye herramientas de

innovación tales como la teoría de resolución de problemas con ingenio, diseño axiomático, y despliegue de la función de calidad, que DMAIC no utiliza.

3.14. SIX SIGMA y otros marcos GESTIÓN

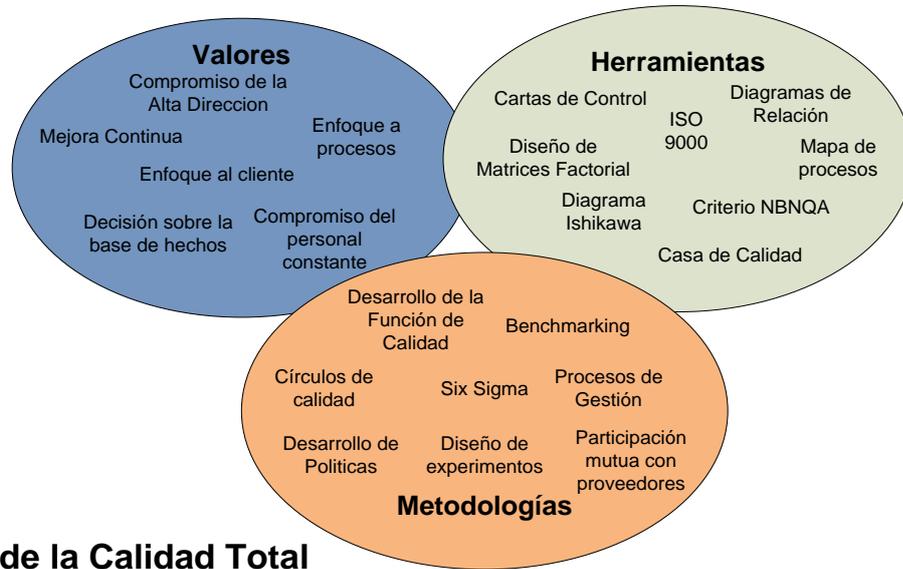
3.14.1. Six Sigma y Total Quality Management / Gestión de Calidad Total (TQM)

TQM se puede definir como:

“... Un enfoque para mejorar la eficacia y la flexibilidad de las empresas en su conjunto. Es esencialmente una forma de organización y participación de toda la organización, cada departamento, cada actividad, cada persona en todos los niveles” (Oakland, 1989)

TQM puede ser visto como un sistema de gestión en constante evolución de los valores, metodologías y herramientas, con el objetivo de aumentar la satisfacción del cliente externo e interno, con una cantidad reducida de recursos. TQM se inicia en la mayoría de las descripciones de los valores que contribuyen a la creación de la cultura organizacional. Para lograr esto, los valores tienen que ser apoyados, de manera sistemática y continua, con metodologías y herramientas adecuadas. (Klefsjo, 2001)

OBJETIVO: incremento de la satisfacción del cliente interno y externo con la reducción de la cantidad de recursos



Gestión de la Calidad Total

Figura N° 3.26. Gestión de Calidad Total (Total Quality Management - TQM)

Las raíces de Six Sigma pueden ser trazadas por TQM. Desde TQM, Six Sigma ha conservado el concepto de que todos los miembros de una organización son responsables de la calidad de los bienes y servicios producidos por la organización. Otros componentes de Six Sigma que puede ser trazada por TQM, incluye el enfoque en la satisfacción del cliente para la toma de decisiones, una importante inversión en educación y formación en materia de estadísticas, análisis de causa raíz, y otras metodologías de resolución de problemas. Sin embargo, Six Sigma se diferencia de calidad total en el sentido de que TQM es un enfoque holístico que abarca una serie de herramientas y metodologías, mientras que Six Sigma es un enfoque centrado y sistemático basado en dos metodologías estándar de DMAIC y DMADV. Six Sigma se

centra en el impacto en resultados a través de mejoras innovadoras, mientras que TQM defiende las incrementales mejoras sobre la base de Kaizen.

Six Sigma define claramente una infraestructura formal, organizativa que consta de Campeones, Maestro Cinturón Negro, Cinturón Negro y Cinturón Verde, que no se encuentra en el caso de la TQM. Six Sigma utiliza enfoque de gestión de proyectos para identificar y ejecutar proyectos de mejora, mientras que la TQM no especifica un enfoque formal para su implementación.

3.14.2. Six Sigma e ISO 9000 (Sistemas de Gestión de la Calidad)

La familia de los estándares ISO 9000 fue conocida en 1987, que especifica los requisitos para implementar un Sistema de Gestión de la Calidad - SGC (Quality Management System - QMS) en una organización.

El estándar fue revisado posteriormente en 1994 y la última revisión fue en 2000.

La norma se basa en ocho principios de gestión de calidad, que incluyen:

Orientación al cliente, liderazgo, participación de la gente, enfoque basado en procesos, enfoque de sistema para la gestión, mejora continua, enfoque basado en hechos para la toma de decisiones; y relación mutuamente beneficiosa con el proveedor (ISO 9000:2000). ISO 9000 es una norma genérica aplicable a cualquier organización independientemente de su tipo o tamaño. No especifica los estándares de los producto y/o servicio que han de seguirse, pero requiere que las organizaciones identifiquen al cliente y los

requisitos reglamentarios y el monitoreo y medición de los productos, servicios, procesos y la satisfacción del cliente.

Pfeifer,2004, presente la comparación de la norma ISO 9000 y Six Sigma:

	Six Sigma	SGC
objetivo	Beneficio monetario a través de la satisfacción del cliente	La satisfacción del cliente a través de productos de alta calidad
estrategia	Alto nivel de calidad / baja tasas de fracaso en todos los procesos de negocio	Arreglo de los procesos de negocio de acuerdo a los requisitos de las normas
gestión	Compromiso y objetivos claros para los proyectos, la creación de una estructura organizativa que persigue el objetivo	Listado de las responsabilidades de gestión
recursos necesarios	Recursos necesarios para los proyectos (recursos humanos básicamente)	Recursos humanos, infraestructura y ambiente de trabajo
formación	En todas las áreas de una organización, diferentes niveles de calificación depende de la función en los procesos	Necesaria pero no se especifica
Gestión de Proyectos	DMAIC / DMADV (enfoque de mejora continua)	PDCA (modelo para la mejora continua)
Enfoque basado en procesos	SIPOC (método para describir los procesos individuales)	Modelo de un SGC basado en procesos
métodos	caja de herramientas especificado	no se especifica
documentación	no se especifica	Listado de requisitos

Tabla N° 3.13. Six sigma vs. SGC

Según Pfeifer (2004), Six Sigma y el SGC se pueden integrar para alcanzar los máximos beneficios de los dos sistemas. El modelo integrado se muestra en la Figura N° 3.27.

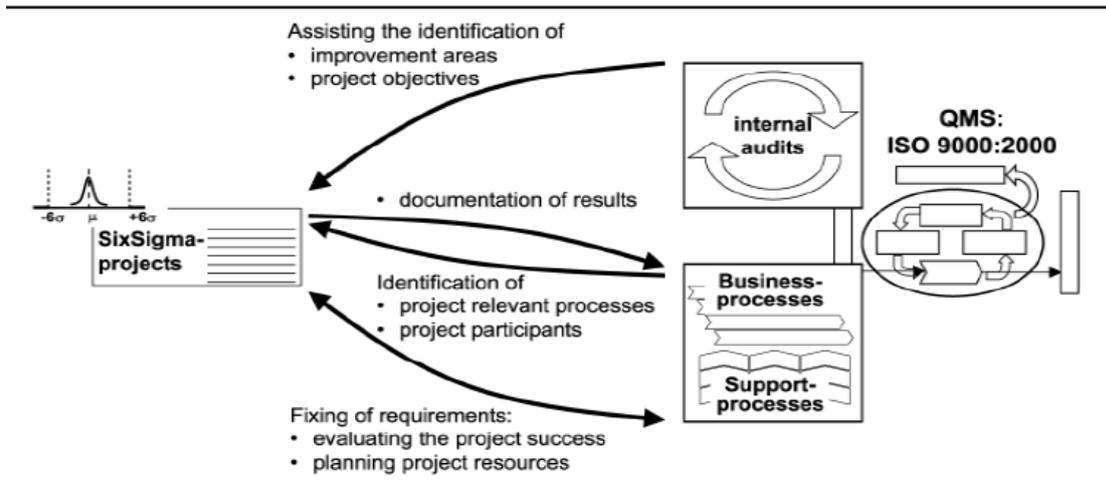


Figura N° 3.27. Integración de Six Sigma y QMS

Todos los procesos relevantes tienen primero que ser determinados y sus interacciones tienen que ser analizadas. Por lo tanto Six Sigma requiere el modelo SIPOC. En este contexto, documentados los procesos de negocio en el SGC frecuentemente proporcionan la información requerida (Hammer, 2002). Los mapas de procesos ofrecen un marco analítico con el fin de mostrar las interacciones de los procesos.

Six Sigma ofrece un enfoque con orientación de los objetivos a la identificación de proyectos que prometen un gran éxito financiero. Por otro lado, la aplicación de auditorías de los procesos del SGC permite una búsqueda continua y sistemática de todos los potenciales de mejora existentes en la organización. Por lo tanto, tiene sentido aplicar estos dos enfoques diferentes a la vez: la búsqueda de los proyectos más rentables realizados por los gestores del proyecto (black belt) y la determinación continua y sistemática de los potenciales de mejora por los propietarios del proceso (green belt).

Después de identificar los procesos utilizando mapas de procesos, los objetivos del proceso descrito en el SGC se pueden comparar con los objetivos planeados del proyecto Six Sigma. Por lo tanto el impacto de las modificaciones en los procesos relacionados entre sí, es decir, entre la producción y procesos logísticos pueden ser claramente identificados.

Los participantes requeridos para un proyecto de Six Sigma tienen que ser elegidos mediante el examen de los procesos relacionados. Departamentos implicados, así como sus funciones y responsabilidades en los procesos, ya especificados en la documentación del SGC. Los conocimientos necesarios, que los participantes individuales deben cumplir con las exigencias del proyecto, se puede estimar en relación con las definiciones en el sistema, así como las tareas específicas del proyecto.

Los resultados del proyecto tienen que ser documentados de manera sistemática con el fin de asegurar su disponibilidad en toda la organización para futuros proyectos. QMS/SGC ofrecen instalaciones bien estructuradas para la documentación de los procesos relacionados con los resultados. Estos pueden ser documentados y se visualizan como diagramas de flujo de procesos, procedimientos del sistema, instrucciones de trabajo, sistemas de preceptos o listados de las lecciones aprendidas. Esto anima también la aceptación del SGC y sus continuas actualizaciones, debido a su creciente importancia para la labor operativa (Douglas et al., 2003)

Las ventajas de la integración sistemática de ambos casos son:

- a) un procedimiento eficaz para identificar las áreas de mejora más relevantes;
- b) la garantía de cumplir los proyectos y los objetivos del proceso y por lo tanto la sostenibilidad de los proyectos de Six Sigma;
- c) elección de los participantes en el proyecto más capaz y la minimización de los esfuerzos de calificación;
- d) el cumplimiento de todos los requisitos organizacional para la ejecución de los proyectos utilizando procedimientos estándar y las mediciones; y,
- e) una mayor disponibilidad de las experiencias del proyecto a través de una facilidad de documentación bien estructurada.

3.14.3. Six Sigma y Reingeniería de Procesos de Negocio (Business Process Reengineering - BPR)

BPR se define como:

"... La revisión fundamental y el rediseño radical de procesos de negocio para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costo, calidad, servicio y rapidez" (Hammer y Champy, 1993)

Los componentes esenciales dentro de BPR son: enfoque en el proceso, la noción de radicalidad, el uso de Tecnologías de la Información (TI) y la necesidad de cambio en la organización (Zairi, 2000). BPR se centra en el

concepto básico de **procesos de negocio** y no en la función, producto o servicio. BPR implica **cambios radicales y fundamentales**, y lleva a las organizaciones a una reingeniería del viejo negocio mediante la introducción de nuevas estructuras y procedimientos. **Tecnologías de la Información** (TI) se considera una herramienta importante y fundamental disponible de los esfuerzos de BPR. BPR resulta en el cambio y la implementación exitosa de BPR requiere fundamental del **cambio organizacional** en términos de la estructura organizativa, la cultura y procesos de gestión (Davenport, 1993).

Six Sigma y BPR comparten algunas características comunes, tales como: enfoque en la mejora de procesos, la necesidad de cambio organizacional y cultural, la mejora radical en el desempeño organizacional en términos de calidad y costo; se centran en las necesidades del cliente y enfoque de equipo. Sin embargo, se diferencian en que Six Sigma es un enfoque muy datased impliquen el uso de herramientas estadísticas avanzadas, mientras que BPR utiliza moderna tecnología informática para lograr resultados espectaculares en el rendimiento del negocio.

3.14.4. Six Sigma y Lean Manufacturing

La Lean Manufacturing se define como:

"Lean producción es la producción esbelta, ya que utiliza menos de todo en comparación con la producción en masa, la mitad del esfuerzo humano en la fábrica, la mitad del espacio de fabricación, la mitad de la inversión en herramientas, la mitad de las horas de ingeniería para desarrollar un nuevo

producto en la mitad del tiempo. También se requiere mantener mucho menos de la mitad del inventario que se necesita en el lugar, los resultados de muchos defectos menores, y produce una mayor variedad y siempre creciente de productos. "(Womack et al, 1990)

Lean Manufacturing tiene como objetivo producir productos de alta calidad y servicios al menor costo posible a través de la identificación sistemática y eliminación de residuos, con énfasis en la mejora continua y la participación de los empleados. Los residuos de fabricación incluyen el inventario, defectos, sobreproducción, esperas, movimiento, complejidad, y creatividad de los empleados no utilizados.

Hay cinco pasos esenciales en la fabricación ajustada (Nave, 2002):

- i. **Identificar el valor** - valor se expresa en términos de cómo el producto específico satisface las necesidades del cliente, a un precio determinado, en un momento determinado. La determinación del valor puede ser desde la perspectiva del cliente final o un proceso posterior;
- ii. **Identificar la cadena de valor** - una vez que se identifica el valor, las actividades que aportan valor se identifican. Toda la secuencia de actividades se llama cadena de valor. Todas las actividades que no añaden valor son separadas del proceso;
- iii. **Mejorar el flujo** - una vez que las actividades que añaden valor son identificados, los esfuerzos de mejora se dirigen a hacer el flujo de actividades. El flujo es el movimiento ininterrumpido de producto y/o servicio a través del sistema hacia el cliente;

- iv. **Permiten a los clientes sacar** - Después de que los residuos son eliminados y el flujo establecido, los esfuerzos es su vez de dejar que el cliente pueda sacar productos y/o servicios a través de los procesos. La empresa debe hacer que el proceso de respuesta a proveer el producto y/o servicio sólo cuando el cliente lo necesita - y no antes, ni después;
- v. **Trabajo a la perfección** - este esfuerzo es el intento repetido y constante de eliminar las actividades que no añaden valor, mejorar el flujo y satisfacer las necesidades de entrega al cliente.

Los principios fundamentales de la Lean Manufacturing incluyen la eliminación de los residuos, la mejora continua, cero defectos, entregas justo a tiempo, retiro de los materiales, equipos multifuncionales, y la integración de funciones.

Six Sigma y Lean Manufacturing comparten características comunes y diferencias. Tanto Six Sigma y la gestión Lean se han convertido en los sistemas de gestión integral. En cada caso, su aplicación efectiva implica cambios culturales en las organizaciones, nuevos enfoques de la producción y atención a los clientes, y un alto grado de formación y capacitación de los empleados, desde la alta gerencia de la planta. Ambos sistemas tienen énfasis en la satisfacción del cliente y de alta calidad, y capacitación integral de los empleados. Ambas implican equipos multifuncionales y empowerment de los empleados para su ejecución. Ambos sistemas tienen como objetivo el nivel de cero defectos y se centran en la eliminación de residuos y actividades sin valor.

Sin embargo, si analizamos en detalle, la estructura y el enfoque de los dos sistemas, nos encontramos con ciertos aspectos en los que difieren el uno del otro. Six Sigma nace en los Estados Unidos, desarrollado en base a la filosofía de Crosby de "cero defectos". Lean Manufacturing, por el contrario, es de origen japonés, que se remonta al Sistema de Producción Toyota (TPS), desarrollado por los ingenieros japoneses Taiichi Ohno y Shingo Shigeo. Mientras Six Sigma tiene como objetivo de mejora de la calidad eliminando las variaciones en los procesos, Lean Manufacturing se centra en la eficiencia del uso de los recursos y la eliminación de los residuos. Six Sigma utiliza una metodología sistemática DMAMC para la mejora de los procesos, mientras Lean Manufacturing hace uso de buenas prácticas de fabricación japonesa, como el Just-in-Time, sistema de extracción, etc. Six Sigma es un enfoque basado en datos y hace un amplio uso avanzado de herramientas y técnicas estadísticas, mientras que Lean Manufacturing emplea herramientas de calidad japonesas, tales como Kaizen, Poka Yoke, 5S, etc

La estructura organizativa de Six Sigma incluye Champion, Master Black Belt, Black Belt, y Green Belts, cada uno con un papel específico que desempeñan en los proyectos Six Sigma. La arquitectura de manufactura esbelta, por su parte, cuenta con equipos multifuncionales. Six Sigma es implementado tanto para organizaciones de manufactura y servicios, mientras que la Lean Manufacturing es más aplicable a las organizaciones de fabricación.

3.15. Limitaciones de Six Sigma

Six Sigma es descrito como una filosofía, metodología y una estrategia para resolver los problemas. Sin embargo, esto tiene un precio, la implementación de Six Sigma consume tanto dinero como tiempo. Sin embargo, y mientras Six Sigma promete grandes ahorros y beneficios, no todas las organizaciones que persiguen este beneficio han alcanzado sus objetivos. Hay varias razones para la falta de éxito, y un buen número de estos tienen que ver con la forma en que Six Sigma se está promocionado.

Uno de los grandes problemas de Six Sigma proviene de las culturas corporativas donde la mayoría de las organizaciones no están diseñadas ni deja permitir que la gerencia científica sea aplicada. La clave para sostener Six Sigma es el desarrollo de un soporte al entorno de trabajo, una cultura que acoja a los Cinturones Negro de Six Sigma en los equipos operativos y alienta la participación activa de todos los empleados en la mejora de procesos de negocio utilizando los métodos científicos de Six Sigma. El logro de este tipo del ambiente de trabajo no es un proceso natural, y en la mayoría de los casos es resistido por los empleados en todos los niveles por igual.

Una crítica más directa es la "rígida" naturaleza de Six Sigma, con su exceso de confianza en los métodos y herramientas. En la mayoría de los casos, se presta más atención a la reducción de la variación y se presta menos atención al desarrollo de robustez (que en conjunto se puede eliminar la necesidad de

reducir la variación). Este se nutre de la discusión de si Six Sigma inhibe la innovación organizacional cuando se convierte en parte de la cultura. Por ejemplo, Six Sigma ha sido indiscutiblemente éxito en la eliminación de los residuos, la reducción de la varianza y el aumento de la productividad y las ganancias. Pero su potencial para crear nuevos modelos de negocio para el crecimiento y la innovación es apenas explotado. Para hacer frente a este aspecto, algunos profesionales del tema han introducido deliberadamente la innovación como un elemento más en su metodología Six Sigma. Tomaron el DMAMC original (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) e introdujeron DMAIMC (Definir, Medir, Analizar, Innovar, Mejorar y Controlar).

El área más controversial y crítica es el efecto de Six Sigma en la cultura organizacional cuando se adopte en toda la organización. Se ha observado que en algunos casos, los empleados se quejaron de la "burocracia Six Sigma". Las organizaciones que han adoptado Six Sigma como una forma de vida, era esencial para todos los proyectos de la organización y las iniciativas de mejora para que quepa en el "estándar de Six Sigma".

Jiju Antony (2004) ha puesto en relieve algunas de las limitaciones de Six Sigma que crean oportunidades para la investigación futura:

- ▶ El reto de tener datos de calidad disponibles, especialmente en los procesos donde no se dispone de datos, para empezar (a veces esta tarea puede tomar la mayor parte del tiempo del proyecto);

- ▶ La correcta selección y priorización de proyectos es uno de los factores críticos de éxito de un programa Six Sigma. La priorización de proyectos en muchas organizaciones todavía se basa en juicios subjetivos puro. Muy pocas herramientas están disponibles para la priorización de proyectos y esto debe ser mayor impulso a la investigación en el futuro;
- ▶ La definición estadística de Six Sigma es 3.4 defectos o fallas por millón de oportunidades. En los procesos de servicio, un defecto se puede definir como todo aquello que no satisface las necesidades de los clientes o las expectativas. Sería ilógico suponer que todos los defectos son igual, cuando se calcula el nivel de capacidad Sigma de un proceso. Por ejemplo, un defecto en un hospital puede ser un mal procedimiento de admisión, la falta de entrenamiento requerido por un miembro del personal, la mala conducta de los miembros del personal, falta de voluntad para ayudar a los pacientes cuando tienen preguntas específicas, etc.;
- ▶ El cálculo de las tasas de defectos o las tasas de error se basa en el supuesto de normalidad. El cálculo de las tasas de defectos para situaciones no normales no está bien tratado en la literatura actual de Six Sigma;
- ▶ Debido a las exigencias dinámicas del mercado, las características críticas para la calidad (CTQs) de hoy no necesariamente serán significativas del mañana. Todos los CTQs debe ser críticamente examinados en todo momento y redefinido de ser necesario;

- ▶ La suposición del movimiento de 1,5 Sigma para todos los procesos de servicio no tiene mucho sentido. Este tema en particular debe ser el mayor impulso para la investigación futura, como un pequeño cambio en Sigma podría llevar a cálculos erróneos de defectos;
- ▶ La no normalización de los procedimientos en el proceso de certificación de los Black Belt y Green Belt es otra limitación. Esto significa que no todos los Black Belt y Green Belt son igualmente capaces. La investigación ha demostrado que las habilidades y los conocimientos desarrollados por el Black Belt son inconsistentes entre las empresas y dependen en gran medida en el organismo de certificación. Los Black Belt creen que saben todos los aspectos prácticos de los métodos avanzados de mejora de la calidad como el diseño de experimentos, diseño robusto, control estadístico del proceso y la fiabilidad, cuando en realidad apenas hemos arañado la superficie;
- ▶ El costo inicial para la institucionalización de Six Sigma dentro de la cultura corporativa puede ser una importante inversión. Esta característica particular desalienta a muchas empresas de la introducción, desarrollo e implementación de la estrategia de Six Sigma;
- ▶ Six Sigma puede divagar dentro del ejercicio burocrático si la atención se centra en cosas tales como el número de capacitados Black Belt y Green Belt, el número de proyectos terminados, etc. en lugar de los resultados; y,
- ▶ El vínculo entre el Six Sigma y la cultura organizacional y el aprendizaje no se aborda adecuadamente en la literatura existente.

CAPÍTULO 4:

**ESTRATEGIAS PARA
IMPLEMENTACIÓN DE SIX
SIGMA**

Actualmente existe una limitada literatura sobre marcos y/o estructuras conceptuales relacionadas con la implementación de Six Sigma. Esto es más evidente en el caso de implementación de Six Sigma en organizaciones de servicios, donde hay una ausencia total de cualquier estructura. El objetivo principal de este capítulo es el de superar esta brecha y presentar un marco conceptual para facilitar la implementación de Six Sigma en organizaciones de servicio. Con base a nuestra revisión de la literatura de una estructura inicial se desarrolla y se discute en este capítulo.

4.1. Los caminos para alcanzar Six Sigma en procesos técnicos y no-técnicos

En el funcionamiento de las organizaciones encontramos procesos técnicos y no-técnicos. Todos los procesos tienen entradas y salidas, clientes y proveedores, y presentan dispersión o variaciones. El objetivo de Six Sigma es suministrar el conocimiento para mejorar los procesos. Todo proceso técnico o no-técnico, puede ser representado como un conjunto de entradas que utilizadas en forma conjunta genera un conjunto de salidas.

Los procesos técnicos

Son procesos de fabricación y producción, se consideran procesos físicos y tangibles. La metodología para alcanzar Six Sigma en tales procesos debe ser

planificada y aplicada para toda la organización. A continuación, se presenta a manera de ejemplo, un proceso técnico para la fabricación de tabletas:

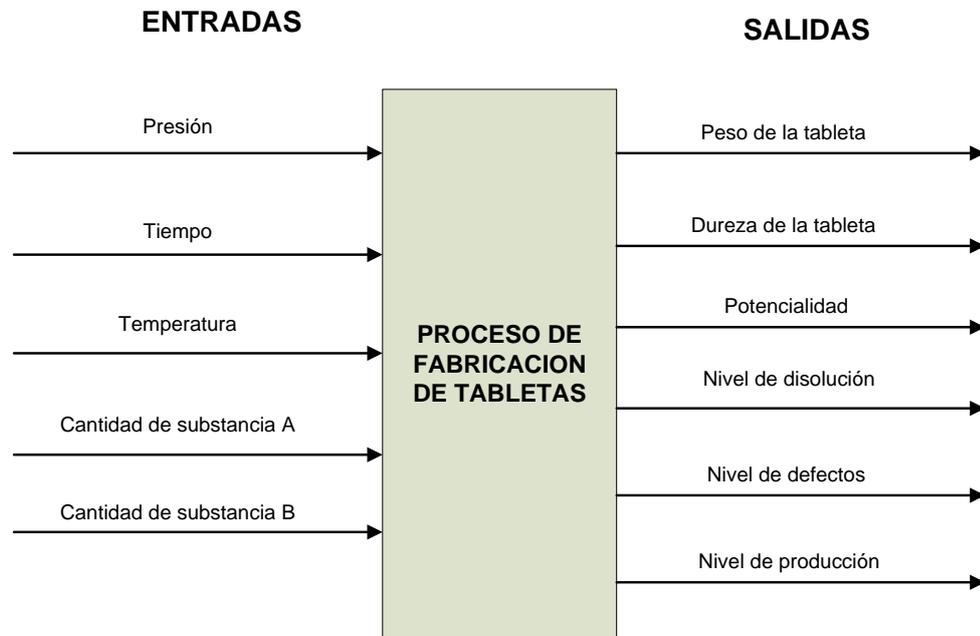


Figura N° 4.1. Ejemplo de proceso técnico

En los procesos técnicos, la metodología para alcanzar Six Sigma es una aproximación sistemática paso a paso para obtener las mejoras. Está diseñada exclusivamente para orientar los esfuerzos de una organización en alcanzar en nivel Six Sigma.

La planificación del uso de métodos estadísticos ayuda a la ejecución de estudios de caracterización y optimización de procesos. También crea un lenguaje común mediante el cual los individuos se pueden comunicar y compara los resultados.

Los procesos no técnicos

Por ejemplo, trabajos de compras o finanzas, se consideran procesos invisibles porque sus elementos no son físicos o tangibles como los elementos de los procesos productivos. Los procesos no-técnicos debido a su intangibilidad, no son fáciles de definir, cuantificar, optimizar y controlar a los niveles Six Sigma.

No obstante, una metodología para caracterizar y optimizar los procesos no-técnicos a niveles Six Sigma, debe ser igualmente planificada para toda la organización.

En la mayor parte de los casos de procesos no-técnicos, los estudios se dirigen a proyectos de mejoras porque no todas las características pueden ser optimizadas como ocurre en procesos técnicos. En los procesos no-técnicos, debido a dificultades de intangibilidad e invisibilidad, solo una pequeña cantidad de características críticas de calidad se optimizan a niveles de Six Sigma.

A continuación, se presenta un proceso no-técnico, proceso de ventas:

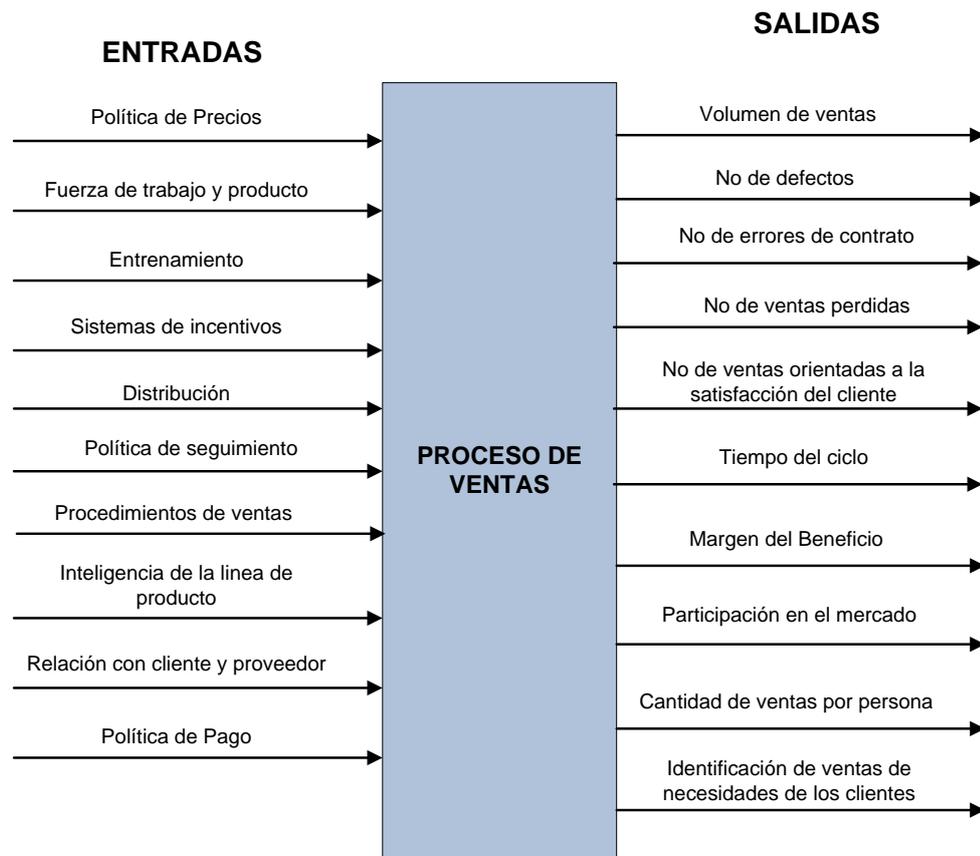


Figura N° 4.2. Ejemplo de proceso no-técnico

Por lo general, las compañías se conocen por su excelencia en ingeniería y fabricación, pero poco se habla de la importancia de las áreas no técnicas (administrativas, de servicio y transaccionales).

En la actualidad existe gran cantidad de empresas, fundamentalmente de servicios, como: bancos, financieras, hospitales, compañías de electricidad, gas, telefonía, agua potable, etc., que basan sus funciones en proceso no-técnicos. Todas estas empresas requieren también para sus procesos la implementación de Six Sigma.

Para el ex CEO de Motorola, Bob Galvin puntualizó, *“la pérdida del énfasis de Six Sigma en áreas no-técnicas fue un error que le costó a Motorola unos \$ 5 billones en un periodo de cuatro años”*¹⁶

En los procesos no-técnicos, la metodología para alcanzar y sostener Six Sigma debe ser cuidadosamente diseñada y es también una aproximación paso a paso.

A continuación, se muestra un ejemplo de planificación de mejora de procesos técnicos y no-técnicos en una organización. Se puede apreciar que ambos procesos tienen importancia y deben ser ejecutados para poder alcanzar el nivel Six Sigma

4.1.1. Metodología para procesos no-técnicos

La metodología puede ser aplicada a todas las fases del negocio, si la fase del negocio es vista como un sistema y tratada como un proceso. Por lo tanto, la metodología Six Sigma se puede aplicar tanto a procesos técnicos como a procesos no-técnicos.

En un proceso técnico, el camino que sigue un producto es visible y tangible; se presentan muchas oportunidades para obtener datos y mediciones. En los

¹⁶ <http://www.airacad.com/tribag.gif>

procesos técnicos las operaciones se ejecutan siempre del mismo modo y siguen una distribución normal.

En cambio, un proceso no-técnico es más difícil de visualizar. Las entradas y salidas pueden no ser tangibles y lo que se denomina transformación, tampoco puede ser tangible. Se los considera como procesos invisibles porque sus elementos no son físicos. Pero estos son también procesos y tratados como sistema permite entenderlos mejor, caracterizarlos, optimizarlos y controlados.

En su libro “The visión of Six Sigma”, Mikel J. Harry aconseja para los procesos no-técnicos ejecutar la metodología Six Sigma mediante tres procesos (Visión, Caracterización y Optimización) y cinco fases progresivas (Definición, Medición, Análisis, Mejora, Control). La fase 0 corresponde a la Visión Ejecutiva y las fases 1, 2, 3 y 4 corresponde a la aplicación de la metodología.

VISION EJECUTIVA

Visión → Fase0: Definición (Descripción de problemas)

APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA

Caracterización → Fase1: Medición (Recopilación de datos estadísticos)
→ Fase2: Análisis (Análisis de causas)

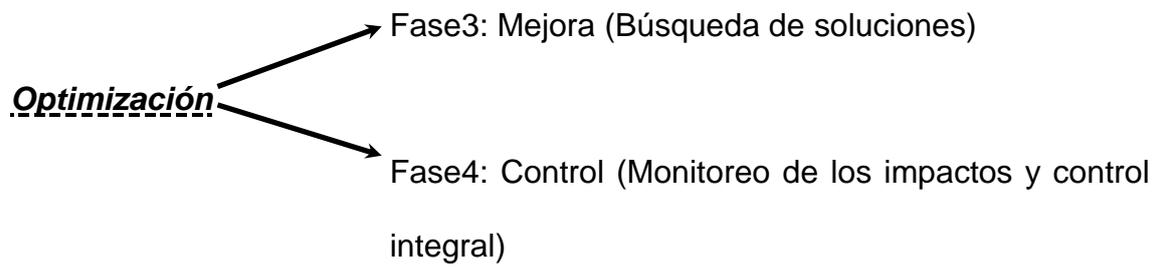


Figura N° 4.3. Metodología para procesos no-técnicos

La metodología para alcanzar y sostener Six Sigma en procesos no-tecnicos es una aproximación paso a paso. Las fases tienen un orden estructurado, desde el comienzo hasta el fin, para el uso de los métodos, herramientas y estadísticas. Cada fase define objetivos para ser alcanzados por los equipos asignados en los proyectos de mejora. El objetivo de la metodología es brindar una aproximación certera y científica a los proyectos de mejora e incluir herramientas, métricas e información para los procesos de decisión.

Se describe superficialmente el contenido de cada una de las fases de la metodología:

Fase 0 – Definición: involucra definir el proceso y sus subproceso, limites, elementos, relaciones, interacciones, respuestas de variables de entrada y salida. Se utiliza un diagrama de flujo detallado para obtener una visión macro y micro del proceso.

Fase 1 – Medición: se requiere definir un sistema de medición para medir las variables de entrada y salida y cuantificar las concordancias de las escalas de medición. Los distintos tipos de medición dependen de la complejidad de las respuestas en estudio. También se utiliza el benchmarking y el análisis de la satisfacción del cliente.

Fase 2 – Análisis: es necesario determinar la habilidad o capacidad normal de los procesos, estableciendo luego las diferencias entre estos valores y los valores meta de Six Sigma.

Fase 3 – Mejora: el objetivo es mejorar o disminuir la diferencia existente entre la meta de Six Sigma y el desempeño actual. Los procesos pueden ser asegurados, corregidos o mejorados y sus diferencias minimizadas mediante planificación, diseño, ensayo y análisis de posibilidades (ideas, teorías o hipótesis).

Fase 4 – Control: con el propósito de monitorear el sistema para verificar objetivos de mejoras, anticiparse al deterioro y establecer controles y procedimientos para mantener la capacidad de desempeño Six Sigma y la total satisfacción de los clientes.

4.2. Modelo de Implementación de la metodología Six Sigma en organizaciones de servicio

Esta sección analiza y sintetiza con énfasis, la implementación de Six Sigma en organizaciones de servicios. De este modo, se intenta responder a las preguntas fundamentales:

- 1) ¿Cuáles son los factores críticos de éxito (critical success factors - CSFs) para la implementación de Six Sigma?
- 2) ¿Cuáles son las características críticas a la calidad (critical-to-quality (CTQ) characteristics)?, los indicadores clave de rendimiento (key performance indicators - KPIs), y el conjunto de herramientas y técnicas (set of tools and techniques (STTs)) necesarios para la implementación de Six Sigma?

4.2.1. Estructura de implementación para Six Sigma

En la revisión bibliográfica se revela que existe un desarrollo limitado de estructuras de implementación de Six Sigma en organizaciones de servicio. Antony (2004) presenta un modelo de estructura, Figura N° 4.4, para la implementación de Six Sigma, basado en la teoría de la *gestión de cambio en los procesos de negocio* y los criterios de valoración pero con el enfoque sobre los elementos del proceso de implementación, es decir, características críticas a la calidad (critical-to-quality (CTQ) characteristics), factores críticos de éxito (critical success factors - CSFs), los indicadores clave de rendimiento (key performance indicators - KPIs), y el conjunto de herramientas y técnicas (set of tools and techniques (STTs)).

La *gestión de cambio en los procesos de negocio* se la define como "una estrategia de la organización impulsada por mejorar y re-diseñar procesos del negocio para lograr una ventaja competitiva en el rendimiento (por ejemplo, calidad, responsabilidad, coste, flexibilidad, satisfacción, valor para el accionista, y otras medidas de procesos críticos) a través de cambios en las relaciones entre la dirección, estructura organizativa y la gente "(Kettinger y Grover, 1995).

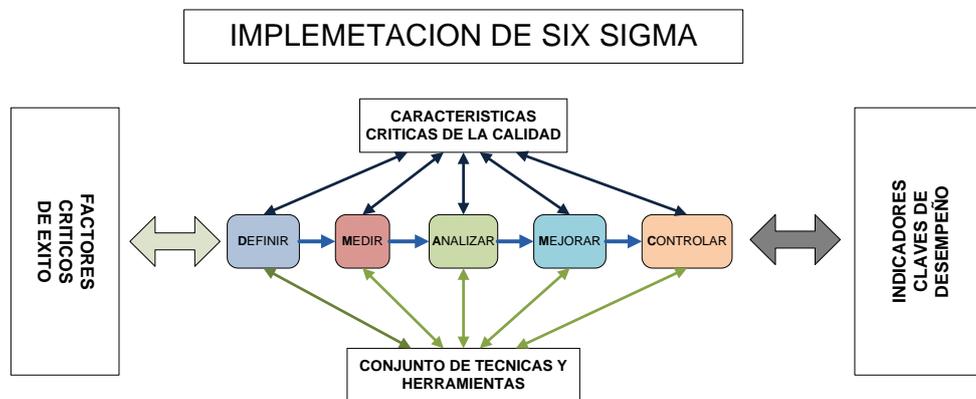


Figura N° 4.4. Estructura conceptual para la implementación de Six Sigma en organizaciones de Servicio

4.2.2. Factores Críticos de Éxito (FCE) / Critical Success Factors (CSFs)

Factores críticos de éxito son aquellos factores críticos para el éxito de cualquier organización, en el sentido de que, si los objetivos relacionados con los factores no se cumplen, la organización fallará. En el contexto de la implementación del proyecto Six Sigma, los FCE son los ingredientes esenciales para el éxito de los proyectos de Six Sigma en una organización.

Han existido muchos estudios sobre la FCE. Uno de los primeros fue realizado por Harry (2000), quien discutió sobre seis factores de éxito: participación de liderazgo de la dirección, sistema Belt, etc. Más tarde Antony (2002) menciona doce factores de éxito que incluyen la participación y el compromiso de la alta Dirección, vinculación de Six Sigma a la estrategia de negocio, etc.

De estos estudios, todos ellos tienen al menos un FCE en común, el compromiso de la alta dirección. La Tabla 4.1. Presenta un resume de los FCE para diferente autores.

Autores	FCE
Harry (2000)	Liderazgo de la administración, capacitación de los empleados en todos los niveles, sistema Belt, evaluación del desempeño financiero, compensación e incentivos, selección y evaluación de proyectos
Henderson y Evans (2000)	Apoyo y participación de la alta dirección, infraestructura de la organización, capacitación, herramientas, vinculación del recurso humano basadas a las acciones
Goldstein (2001)	Plan de implementación, la participación activa de los altos ejecutivos, revisiones de proyectos, soporte técnico, recursos a tiempo completo y tiempo parcial, formación, comunicación, selección de proyectos, seguimiento de proyectos, programa de incentivos, ambiente seguro, plan de proveedor, cliente "satisfechos"
Antonio y Bañuelas (2002)	participación y compromiso de CEO, la comprensión de la metodología Six Sigma, vinculación a una estrategia de negocio, vinculación a los clientes, priorización y selección de proyectos, infraestructura de la organización, cambio cultural, gestión de proyectos, vinculación de proveedores de formación, vinculación de los empleados
Breyfogle (2003)	Selección de actores claves, la selección de proyectos claves, la formación y entrenamiento, informes del proyecto
Byrne (2003)	Establecimiento de la iniciativa, la participación del director general, establecimiento de los principios básicos, selección de Black Belt para solución de problemas, capacitación, el objetivo del proyecto establecido
Byrne y Norris (2003)	marco de procesos de negocio, clientes y mercado, estrategia de integración, líderes de equipo a tiempo completo para Six

	Sigma, incentivos y rendición de cuentas, medidas cuantificables y los resultados
Antony (2006)	liderazgo fuerte y compromiso de la dirección, cambio de la cultura organizacional, la alineación de Six Sigma a objetivos del negocio de la organización, selección de los miembros del equipo y el trabajo en equipo, entrenamiento para Six Sigma, la comprensión de la metodología DMAMC, herramientas, técnicas, y métricas claves, selección de proyectos y capacidad de gestión de proyectos, vinculando de Six Sigma a los clientes, responsabilidad
Brady y Allen (2006)	compromiso de la alta dirección, la formación del equipo, sistemas de datos, enfoque estructurado, formación del equipo, enfoque a resultados, selección de proyectos, enfoque en el cliente, liderazgo del proyecto, el enfoque basado en objetivos, en la gestión del cambio, adaptabilidad del sistema
Cho y Jang (2006)	compromiso de la dirección y el liderazgo, sistema de Belt, formación, sistema de implementación Six Sigma, evaluación del desempeño y compensación, cultura corporativa, identificación de proyectos, organización operativa, los esfuerzos de innovación centrada en el cliente, el desempeño del mantenimiento.

Tabla Nº 4.1. FCE para la implementación de Six Sigma

Algunos de los FCE se describen a continuación:

◆ **Compromiso y participación de la Alta Dirección**

De la literatura revisada, coincide que este factor es uno de los más importantes para el éxito de la implementación de Six Sigma. La participación de la Alta Dirección ayuda a la influencia y la reestructuración de la organización empresarial y el cambio cultural en las actitudes de los empleados hacia la calidad en un corto período de la implementación.

Todas las organizaciones que han implementado y puesto en marcha el programa Six Sigma, concuerdan que el factor de éxito más importante es *el apoyo de la Alta Dirección*.

Es así, la Alta Gerencia debe apoyar la iniciativa Six Sigma, personalmente pasar el tiempo en cada entrenamiento de Six Sigma, hablando y respondiendo preguntas de los empleados, haciendo visitas a los sitios para observar de primera mano el grado en el cual Six Sigma está radicada en la cultura; y el seguimiento semanal del progreso del proyecto Six Sigma, a través de informes de resumen de la base de datos, y revisiones mensuales con el Master Black Belt del equipo.

◆ **Educación y formación**

Otra característica importante de Six Sigma es la elaboración de procesos de capacitación y de certificación que dan lugar a Black Belt y Green Belt. La educación y la formación de las personas ayudan a comprender los fundamentos de Six Sigma, junto con la aplicación de herramientas y técnicas para las diferentes fases de DMAMC. La capacitación es parte del proceso de comunicación para asegurarse de que el gerente y los empleados apliquen e implementen las técnicas de Six Sigma de manera efectiva.

◆ El cambio cultural

Six Sigma es considerado una estrategia de gestión eficaz, y que implica el ajuste de los valores de la empresa y la cultura. Las personas que enfrentan el cambio cultural y los desafíos debido a la implementación de Six Sigma necesitan entender este requisito. También se necesita un plan de comunicación claro, y canales de motivación a las personas para superar la resistencia y educar a los altos directivos, empleados y clientes sobre los beneficios de Six Sigma. Eckes (2000) identifica cuatro factores de resistencia del personal a Six Sigma. En primer lugar es el **factor técnico** que surge debido a la dificultad en la comprensión de las estadísticas. La educación y participación son necesarias para superarla. En segundo lugar está el **factor político** que se basa en la búsqueda de la solución a implementar como una pérdida, real o imaginaria. Esto se puede evitar mediante la creación de la necesidad de cambio y luego mostrando cómo el cambio puede ser beneficioso para los empleados. Los **factores individuales** es tercer factor que son muy fuertemente empleados debido a problemas personales. Esto se puede reducir al escuchar a los empleados y de compartir sus problemas. El cuarto factor es el **factor de la organización** que se basa en las creencias compartidas dentro de la organización. Puede ser disminuida por una mejor comunicación a los gerentes. GE Welsh creó cambio en la cultura organizacional y venció la resistencia de los empleados, con el cambio de la estructura organizativa en la alta Dirección, inversión en la formación, ajuste del sistema de

recompensas, incentivos y reconocimiento, y la comunicación oportuna a los empleados (Henderson y Evans, 2000).

◆ **Vinculación de Six Sigma con enfoque al cliente**

La orientación al cliente es uno de los principales requisitos de la implementación de Six Sigma. Para Goh (2002) Six Sigma es mucho más sensible a las necesidades de la satisfacción del cliente. Una de las principales conclusiones de Peters y Waterman (1982) fue que las mejores organizaciones alinean sus estrategias empresariales a las necesidades de sus clientes. El cumplimiento de los requisitos de los clientes, mejor que la competencia, es ampliamente reconocido como la clave del éxito en el mercado. El proceso de vinculación de Six Sigma para el cliente por lo tanto, se puede dividir en dos etapas principales: (a) identificar los procesos clave y la definición de los principales resultados de estos procesos y la definición de los principales clientes que sirven; y, (b) la identificación y la definición de las necesidades y requerimientos del cliente. Un elemento importante es la selección de las características críticas de la calidad (CTQs).

Estos CTQs deben ser identificados cuantitativamente en la fase inicial de la metodología Six Sigma. Quality Function Deployment es una técnica poderosa para entender las necesidades de los clientes y traducirlos en el diseño o la ingeniería de requerimientos.

◆ **Infraestructura organizativa adecuada**

La estructura organizativa para Six Sigma consiste en una jerarquía de roles en función del nivel de especialización: Champions, Master black belt, black belt, Green belt. Six Sigma es impulsada por los equipos de gestión ejecutiva, que participan plenamente en los procesos críticos del negocio y activamente despliegan la metodología Six Sigma en toda la organización.

◆ **El uso eficaz de la metodología Six Sigma y herramientas**

Según Deming, la clave para el logro del cumplimiento de alta calidad y la superación de los problemas relacionados con el proceso es el uso de herramientas y técnicas estadísticas. Dentro del entrenamiento de Six Sigma consiste en la introducción teórica, el uso típico, y la experimentación práctica de la metodología DMAMC de tres grupos de conjuntos de herramientas: las herramientas de equipo, las herramientas de procesos y herramientas estadísticas. Las herramientas de equipo y las herramientas de proceso son los que se utilizan los líderes para preparar proyectos de Six Sigma con el equipo y liderazgo y las habilidades necesarias para la ejecución del proyecto. Las herramientas estadísticas y una metodología disciplinada, utilizada por personas capacitadas especialmente para mejorar los procesos, ayudan a identificar las posibles causas de la variación y la reducción de la variación y defectos.

◆ **Gestión de proyectos**

Six Sigma es un enfoque basado en proyectos de mejora en los equipos de proyecto encabezado por el Cinturón Negro se utilizan para identificar e implementar mejoras en productos, servicios o procesos. El equipo de Six Sigma que comprende del Master Black Belt, Black Belt y Green Belts, imparten la capacitación sobre herramientas de gestión de proyectos y técnicas. Un Black Belt normalmente maneja 4-6 proyectos por año, mientras que un Green Belts trabaja en 1-2 proyectos por año. La mayoría de los proyectos de Six Sigma fallan debido a la mala gestión de proyectos, en establecer y mantener reglas de juego, y en la determinación de los roles de la reunión y responsabilidades.

◆ **Premios y reconocimientos**

Premios y reconocimientos son uno de los pasos más importantes del proceso de mejora de la calidad. Se trata de uno de los facilitadores que maximiza el potencial de los empleados y la participación y, al hacerlo, convertirse en uno de los principales contribuyentes al viaje de la compañía con la calidad (Johnston y Daniel, 1991). Uno de los notables cambios estratégicos que Jack galés se ha implementado para vincular las consideraciones de promoción de empleados a Green Belt. Así, en GE Appliances, cualquier empleado que quiere ser considerado para la promoción debe estar en el período de entrenamiento de Green Belt de Six

Sigma. Esto también incluye a los ejecutivos sénior (Hendericks y Kelbaugh, 1998). De hecho, en todos los negocios de GE, nadie va a ser promovido sin la plena capacitación en Six Sigma y un proyecto terminado.

◆ **Comunicación**

La comunicación es parte del cemento que une los ladrillos del proceso de calidad total, apoyando al principio de la gestión basada en las personas. La comunicación eficaz es un medio para superar la resistencia a las iniciativas de gestión y el mantenimiento del entusiasmo por las iniciativas de calidad dentro de la organización. La comunicación efectiva es esencial para alinear la fuerza de trabajo con las expectativas de la empresa. Es de suma importancia "comunicar tanto el porqué y el cómo de Six Sigma, lo antes posible, y ofrecer la oportunidad a las personas para mejorar su nivel de confort a través de las clases de capacitación "(Hendericks y Kelbaugh, 1998). Un plan de comunicación direcciona la importancia de la calidad de Six Sigma y como el método trabaja es a través de la expulsión de dos miedos básicos a nivel individual que vienen con la verdadera revolución cultural que trae Six Sigma: el miedo al cambio y el miedo de no dar la medida a las nuevas normas.

◆ **Participación de los empleados y el empoderamiento**

Cada individuo en la organización deben entender su papel en la toma de la calidad. De hecho, la necesidad de maximizar la participación de todos los empleados es uno de los principios básicos de la implementación de cambios en una organización. Se trata que los empleados deben tener un entendimiento común de la calidad y la importancia de su participación para mantener el impulso de la calidad. La importancia crítica de la implicación de los trabajadores y la autonomía en el proceso de calidad de una organización se basa en la creencia de que las mejores ideas del proceso de innovación provienen de las personas que realmente hacen el trabajo. Un entorno de calidad exige que las personas participen en las actividades de mejora continua de una manera sin obstáculos, empujando así la toma de decisiones prácticas al nivel más bajo. Participación de los empleados y el empoderamiento está garantizada a través de los equipos de proyecto Six Sigma, la formación de Black Belt – Green Belt en todos los niveles, y las recompensas apropiadas y sistemas de reconocimiento.

Los FCE anteriormente mencionados, también pueden ser analizados desde otra perspectiva, tales como: **factores “soft”** y **factores “hard”**. Por tanto, los Sistemas y herramientas y técnicas que tienen un impacto en la eficiencia interna, por ejemplo, sistemas de gestión de calidad, el costo de calidad y control estadístico de procesos; y la eficacia externa, por ejemplo, benchmarking y las encuestas de satisfacción del cliente, son ejemplos de **factores “hard”**.

Los **factores “Soft”** son factores intangibles y difíciles de medir, y se relacionan principalmente con el liderazgo y la participación de los empleados.

Los factores “soft” incluyen:

- 1) La participación y compromiso de los altos ejecutivos;
- 2) El desarrollo de políticas integrales y la implementación efectiva de los objetivos;
- 3) El compromiso de la fuerza de laboral con los objetivos de calidad de la organización;
- 4) Compromiso de Supervisores, jefes de unidad y los gerentes de división en asumir activamente a los nuevos roles;
- 5) El empoderamiento, la comunicación eficaz;
- 6) Concepto de proveedores para los clientes interno, trabajo en equipo, sistema de reconocimiento e incentivos por los esfuerzos de calidad; y,
- 7) Formación y educación.

La utilización efectiva de los **factores “soft”** es esencial para la consecución de los objetivos de calidad de la organización, pero estos necesitan el apoyo de los **factores “hard”** para gestionar, controlar y mejorar, el camino hacia la consecución de los objetivos. Estos últimos incluyen:

- I. Benchmarking;
- II. Medición del desempeño;

- III. Gestión por procesos y hechos;
- IV. Herramientas de calidad y técnicas de control;
- V. El costo de calidad de los procesos;
- VI. Documentación del Sistema de gestión de la calidad;
- VII. Gestión de proveedores;
- VIII. Gestión de clientes.

La tabla N°4.2, da la clasificación de los FEC como **factores “soft”** y **factores “hard”**.

Factores Críticos de Éxito (FCE)	
Factores “SOFT”	Creación de una cultura cambio efectivo
	Apoyo de la Alta Dirección
	Comunicación efectiva
	Equipos de trabajo
	Educación y formación a los empleados
Factores “HARD”	Vinculación de los incentivos con Six Sigma
	Uso eficaz de la metodología Six Sigma
	Infraestructura Organizacional para Six Sigma
	Uso Efectivo de las herramientas de Six Sigma
	Capacidad para gestionar proyectos
	Uso de consultores
	Rol de Tecnologías de la Información - TI

Tabla N° 4.2. **Factores “soft” y factores “hard”**

4.2.3. Características Críticas de Calidad (CCC) / Critical-to-Quality (CTQ)

Characteristics

A los CTQ se los ha definido de diferentes maneras, pero la mayoría están de acuerdo en que es una característica de calidad de producto o servicio que se requiere para mejorar desde el punto de vista de los clientes.

En otras palabras, CTQ se genera a partir requisitos críticos de los clientes derivados de la Voz del Cliente (ver Figura N° 4.5).



Figura N° 4.5. Conocimiento de CTQ's

Los CTQs son los principales indicadores medibles de un producto o proceso, cuyo desempeño estándar o límites de especificación deben estar en el orden de satisfacción del cliente. CTQs alinea los esfuerzos de mejora o de diseño con las necesidades del cliente. CTQs son lo que los clientes esperan de un producto o servicio. Six Sigma se centra en la mejora de procesos, y mejorar el proceso de servicio es un factor determinante de la satisfacción del cliente.

La discusión sobre CTQs para organizaciones de servicio, en la literatura de Six Sigma es limitada. Aunque los servicios son diferentes (electricidad, gas, telefonía, agua potable, etc.), muestra que algunos CTQs comunes. Estos son:

1) Tiempo (tiempo de servicio, tiempo de espera, tiempo de ciclo)

En el caso de los servicios cuando los clientes se encuentra involucrado en el proceso en sí mismo, el tiempo es una consideración importante. Los siguientes tres tipos de tiempo que deben ser considerados:

- a) **Tiempo de servicio**: El tiempo necesario para atender a un cliente en particular;
- b) **Tiempo de espera**: El tiempo que el cliente espera al sistema para hacer el trabajo;
- c) **Tiempo de ciclo**: El tiempo total incluido el del servicio y el tiempo de espera.

2) Costo

De la misma forma que el tiempo, el costo es un factor crítico desde el punto de vista del cliente. El tiempo y el costo en la realidad se encuentran entrelazados. Los clientes pueden estar dispuestos a pagar más por un servicio que se puede completar en menos tiempo;

3) Comportamiento del empleado

Para los servicios donde existe alto grado de contacto con el cliente, el comportamiento del empleado puede ser una consideración importante. La

actitud del empleado hacia un problema del cliente, bien puede decidir si el cliente desea continuar siendo atendido por la organización;

4) Información (información precisa y oportuna)

La importancia de los servicios de call center, ha ido en crecimiento presentando el surgimiento de las necesidades de información. Obtener la información adecuada en el momento adecuado para los clientes es un aspecto importante desde el punto de vista del cliente.

4.2.4. Indicadores Claves de Rendimiento (ICR) / Key Performance Indicators (KPIs)

Para los KPI existen diferentes interpretaciones, mucha de la literatura hablan de los KPI como métricas de rendimiento, es decir, una medida del desempeño en términos de costo, calidad, rendimiento y capacidad. Algunas de las definiciones propuestas de KPI se proporcionan a continuación (ver Tabla N° 4.3).

Autores	Definiciones de KPI
Hahn (1999)	Mediciones de rendimiento que son establecidos directamente para medir la mejora en costos, calidad, rendimiento y capacidad
Basu y Wright (2003)	KPI son mediciones de desempeño tal como la utilización de activos, la satisfacción del cliente, tiempo de ciclo desde el pedido hasta la entrega, la rotación de inventario, los costos de las operaciones, la productividad y los resultados financieros.
Antony (2006)	KPI puede ser denominado como métrica de rendimiento de Six Sigma.

Tabla N° 4.3: Principales definiciones de los indicadores de rendimiento.

Los Indicadores clave de rendimiento muestran datos reales de un determinado resultado. Los resultados de los proyectos de Six Sigma son por lo general expresados en términos financieros. Esto lleva a una medición directa de logro que es fácil de entender. Otros indicadores clave de rendimiento incluyen expresiones en términos de satisfacción del cliente y la eficiencia. Al igual que en CTQs, algunos indicadores clave de rendimiento son comunes en todas las organizaciones de servicios. Algunos de los indicadores clave de rendimiento comunes se describen a continuación.

1. Eficiencia

La eficiencia en el sector de servicios, es la entrega oportuna de los servicios a un costo razonable.

2. Reducción de costos

El costo puede ser reducido mediante la eliminación de residuos, como la reducción de errores u omisiones en un proceso, o la reducción del tiempo necesario para completar una tarea. Un ejemplo concreto es reducir la permanencia de un paciente en un hospital, el cual pueden ofrecer oportunidades para obtener más admisiones.

3. El tiempo de entrega

Al igual que en la fabricación, el tiempo de entrega de un servicio determina el desempeño organizacional. Ejemplos pueden ser la entrega oportuna de información o documento como requisito del cliente.

4. La calidad del servicio

La calidad del servicio es una medida del grado en que el servicio prestado, cumple con las expectativas del cliente. Esto depende de dos aspectos: uno es el aspecto técnico y otro es el aspecto funcional. El aspecto técnico es el resultado real del encuentro de servicio. El aspecto funcional es la interacción entre el prestador y el cliente, es decir el proceso de servicio.

5. La satisfacción del cliente

Este factor es difícil de medir, ya que varía según el servicio. Por ejemplo, para un servicio de centro de llamadas, la satisfacción del cliente se mide por la recepción de la información oportuna. Para un hospital, la comodidad y la seguridad de que paciente se siente puede ser el criterio de suma importancia.

6. Satisfacción de los empleados

Esta es otra medida intangible del desempeño organizacional. La tasa de retención de los empleados puede ser un excelente indicador de la satisfacción del empleado. Los beneficios financieros debido a Six Sigma puede proporcionar a los empleados un medio para visualizar su contribución. Esto puede aumentar la moral de los empleados y la satisfacción.

7. Reducción de la variación

El control estadístico de procesos y Six Sigma se refieren a la reducción de la variación a través de normas y consistencia. En el caso de los servicios, la reducción de la variación puede ser en términos de, por ejemplo, el tiempo de ciclo de procesamiento de declaraciones, o el ciclo del proceso de decisión (tales como el proceso de crédito en un banco) o la inexactitud de un proceso de facturación y los incorrectos resultados de las pruebas en un laboratorio (por ejemplo, en un hospital).

8. Beneficios financieros

El impacto de Six Sigma sobre los resultados es muy alto. En comparación con el éxito y el fracaso como una medida, los resultados financieros son un mejor indicador del impacto de las mejoras, así como una calibración viva del progreso.

4.2.5. Conjunto de Herramientas y Técnicas / Set of Tools and Techniques (STT's)

Este elemento básico de Six Sigma no es nuevo. Para el control estadístico de procesos, el análisis del modo y efecto de fallas, la repetibilidad relativa y los estudios de reproducibilidad, y otras herramientas y técnicas, han sido utilizados desde hace algún tiempo. Six Sigma ofrece un marco que une a estas herramientas de calidad y técnicas básicas de apoyo a la gestión de alto nivel.

Hay mucha literatura disponible sobre las herramientas y técnicas utilizadas en Six Sigma. Las Herramientas en su mayoría tienen un papel claramente definido, mientras que las técnicas tienen una aplicación más amplia y requieren de habilidades específicas, creatividad y formación (Antonio, 2006).

Similar a los CSFs, CTQs y KPIs, hay poca bibliografía que discute sobre STTs para las organizaciones de servicios. Algunas publicaciones ofrecen un sistema de clasificación de las herramientas y técnicas utilizadas. Henderson y Evans (2000) clasifica al conjunto de herramientas en tres grupos: *herramientas de equipo, las herramientas de procesos y herramientas estadísticas*.

Una serie de esquemas de clasificación para la STTs existe, la mayoría se basan en la metodología DMAMC. Los sistemas de clasificación de la Sociedad Americana de Calidad - American Society for Quality (ASQ); y, de Nancy Tague

(1995), proporcionan una exhaustiva lista de herramientas y técnicas que se pueden utilizar durante la implementación de Six Sigma.

El esquema de clasificación ASQ y de Nancy Tague (1995) tienen similares categorías. La única diferencia está en el número de herramientas y técnicas de cada categoría.

4.2.5.1. Esquema de clasificación de Herramientas y Técnicas

4.2.5.1.1. Clasificación de ASQ

De acuerdo con ASQ, las herramientas y técnicas que se utilizan en las diferentes fases de DMAMC se clasifican de acuerdo a sus usos. Hay siete grandes categorías: Herramientas de Análisis Causa, herramientas para la recopilación de datos y análisis, herramientas para evaluación y toma de decisiones, herramientas para creaciones de ideas, herramientas de Análisis de Procesos, herramientas Planificación e implementación de Proyectos, Siete Herramientas de calidad básica, y siete nuevas herramientas para la gestión y planificación.

Categorías	Descripción	Herramientas
Herramientas de análisis de la causa	Se utiliza para identificar la causa de un problema.	Diagrama de espina de pescado, diagrama de Pareto, diagrama de dispersión.
Herramientas de recopilación de datos y análisis	Se utiliza para recopilar o análisis de datos.	Hoja de comprobación, gráficos de control, Diseño de experimentos, histograma, Diagrama de dispersión, estratificación, estudios

Herramientas para la evaluación y toma de decisión	Se utiliza para seleccionar las mejores opciones o para evaluar el nivel de rendimiento del proyecto.	Matriz de decisión, Multi-vari
herramientas para la creaciones de idea	Utilizadas para crear ideas u organizar las ideas.	Diagrama de afinidad, Benchmarking, Lluvia de ideas.
Herramientas de análisis de procesos	Utilizada cuando se desea entender el flujo del proceso.	Diagrama de flujo, análisis del modo y efecto de falla, pruebas de error
Siete herramientas básicas de calidad	Estas herramientas son las más fundamentales para el control de la calidad.	Diagrama de causa y efecto / Diagrama de espina de pescado, hojas de verificación, Los gráficos de control, histogramas, gráfico de Pareto, diagrama de dispersión, estratificación
Siete nueva herramientas para la gestión y planificación	Se utiliza para fomentar la innovación, comunicar la información y éxito de la planificación de los principales los proyectos	Diagrama de afinidad, relación diagrama, diagrama de árbol, Matriz de diagrama, diagrama de flechas, de procesos decisión tabla de programas

Tabla N° 4.4. Clasificación de herramientas y técnicas según ASQ

4.2.5.1.2. Matriz de Herramientas

Nancy R. Tague (1995) en su libro *Herramientas de la Calidad*, desarrolló una matriz de herramienta que clasifica las herramientas de calidad de acuerdo con lo que las herramientas pueden ofrecer. Es muy similar a la clasificación sugerida por ASQ, pero es diferente, ya que incluye más herramientas.

Categoría	Herramientas
Creación de Ideas	diagrama de afinidad, lluvia de ideas, diagrama de relación
Análisis de procesos	análisis del Costo de calidad, análisis CTQs, desarrollo de diagrama de flujo, Diagrama matricial de flujo, diagrama de relaciones, matriz requisitos, matriz de requisitos y medición, Storyboard, diagrama flujo de trabajo.

Análisis de causas	Diagrama de contingencia, diagramas de espina de pescado, diagrama campo de fuerza, matriz de es y no es, matriz de diagramas, Diagrama de Pareto, Diagrama de dispersión, estratificación, diagrama de Árbol, diagrama Por qué-por qué.
Planificación	gráficas de actividad, diagrama de flechas, diagrama de Contingencia, Desarrollo de diagramas de flujo, análisis del diagrama de flujo campo de Fuerza, análisis de Matricial, declaración de la Misión, definiciones operacionales, ciclo planificar-hacer-verificar-actuar, diagrama de relaciones, Storyboard, diagrama de árbol, diagrama de flujo de trabajo
Evaluación	prueba de ACORN, Continuum de los objetivos del equipo, matriz de Decisión, matriz efectiva-alcanzable, lista la reducción, Matriz de diagrama, declaración de la Misión, lista de verificación, Multi-vari, matriz Plan-resultados, PMI
Análisis y recopilación de datos	diagrama de caja, Hoja de comprobación, gráficos de control, histogramas, análisis de rendimiento - Importancia, prueba de Kologorov-Smirnov, Gráfico de probabilidad normal, definiciones operacionales, diagrama de Pareto, el índice de rendimiento, capacidad del proceso, árbol de requisitos y medidas, diagrama de dispersión, estratificación, estudio

Tabla N° 4.5. Matriz de herramientas según Tague (1995)

4.2.5.2. Interacción entre las Herramientas y la estrategia Six Sigma

Para lograr el éxito en la mejora de los procesos, es muy importante seleccionar el conjunto de herramientas y técnicas para el diseño y desarrollo de la estrategia Six Sigma.

A la fecha, no existe una normalización de las herramientas a utilizar en cada una de las fases de la estrategia Six Sigma. Cada organización tiene un enfoque propio en función de los tipos y grados de complejidad de los procesos a mejorar y más importante aún, en función de sus conocimientos y experiencia

anterior. La función de los equipos de Six Sigma es determinar y seleccionar para cada proyecto específico las herramientas y el orden de su uso.

Como ejemplo de interacción entre las herramientas y la estrategia Six Sigma, se describe el enfoque del Dr. Mikel Harry, dado en su libro “*The visión of Six Sigma*”

Con el objeto de enumerar las actividades de las fases, se representa la correspondiente tabla de pasos, actividades y fases.

Paso	Actividad	Fase
1	Identificación del Cliente	DEFINICIÓN
2	Definición de necesidades	
3	Especificación	
4	Identificación de CTQs	
5	Diagrama de procesos	
6	Relacion de CTQs	
7	Establecer capacidad	MEDICIÓN
8	Priorizar mejoras	ANÁLISIS
9	Identificar causas	MEJORA
10	Implementar controles	CONTROL

Tabla Nº 4.6. Actividades y fases según Mikel J. Harry

Se presenta la tabla de pasos, actividades y las 60 herramientas recomendadas por Mikel Harry.

No	HERRAMIENTAS PARA SIX SIGMA	PASOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Gráfico de barra	√	√	√				√	√	√	√
2	Probabilidad Básica							√			√
3	Gráfico de Benchmarking	√		√	√			√	√		
4	Reglas de Benchmarking	√		√	√			√	√		
5	Distribución binomial							√			√
6	Técnicas de lluvia de ideas(brainstorming)		√		√	√			√	√	

7	Matriz de causa-efecto								√	√	
8	Hoja de verificación							√	√	√	√
9	Análisis ii cuadrado	√	√	√	√		√	√	√	√	√
10	Intervalos de confianza							√			√
11	Datos continuos							√			√
12	Tarjetas de control							√		√	√
13	Tabulación cruzada						√				
14	Base de datos	√	√	√	√		√	√	√	√	√
15	Hoja de recopilación de datos							√		√	√
16	Defectos por unidad							√	√		√
17	Datos discretos							√			√
18	Probabilidad estimada de defecto							√			√
19	Modo de falla y análisis de defecto							√			√
20	Diagrama causa-efecto									√	
21	Análisis del campo de fuerza									√	
22	Datos agrupados							√			√
23	Histograma							√			√
24	Índice de capacidad							√			
25	Curva de aprendizaje								√		√
26	Principios de palancas	√	√	√	√				√	√	
27	Gráfico de líneas	√	√	√				√	√	√	√
28	Meta							√			√
29	Promedio							√			√
30	Modo							√			√
31	Gráfico multi-vari								√	√	
32	Distribución normal							√			√
33	Gráfico NP (Nº de no-conformidades)										√
34	Gráfico P (proporción de no-conformidades)										√
35	Diagrama y gráfico de Pareto	√	√	√	√			√	√	√	√
36	Parte por millón de defectos							√	√		√
37	Métrica de desempeño	√	√	√				√	√		√
38	Tolerancias de desempeño										√
39	Gráfico de torta	√									
40	Distribución de Poisson							√			√
41	Pre control										√
42	Gráfico de proceso					√					
43	Generación de numero random									√	
44	Muestra random							√			√
45	Rendimiento							√			
46	Análisis de causas raíces									√	
47	Escala de medida							√			√
48	Gráfico de dispersión						√			√	
49	Gráfico de conversión Six Sigma							√			
50	Gráfico SPC-I									√	√
51	Gráfico SPC-P									√	√
52	Gráfico SPC-R									√	√
53	Gráfico SPC-U									√	√
54	Gráfico SPC-X barra									√	√
55	Desviación estándar (normal)						√				√
56	Categorías de defectos normalizados		√		√		√		√	√	√
57	Tablas estadísticas							√			√
58	Muestra estratificada							√			√
59	Estudio de diseño y datos		√		√					√	
60	Varianza							√			√

Tabla N° 4.7. Herramientas recomendadas por Mikel J. Harry

4.2.5.3. Herramienta para la fase DEFINICIÓN

Están enfocadas a la definición y análisis de las necesidades de la organización, identificación de los requerimientos de los clientes, evaluación de proveedores y competidores, determinación nuevas políticas y estructuras para la organización. Son básicamente: bases de datos, gráficos, diagramas y herramientas de análisis para la toma de decisiones.

Base de Datos

Las bases de datos se confeccionan a partir de la información que se recopila dentro y fuera de la empresa, sirven para presentar en forma ordenada una determinada información y pueden tener distintos formatos en función de la necesidad de presentación de la información

Gráficos y diagramas

En la fase de definición se suelen utilizar distintos tipos de gráficos, a saber: 2-D, 3-D, áreas, barras, columnas, líneas, circular, anillos, radar, etc. También se emplean en esta fase una serie de diagramas, como: diagrama de barras, diagrama de Pareto, diagrama de Benchmarking, diagrama de árbol, matriz, etc.

Los gráficos permiten obtener una mejor visión e interpretación de la información a representar. Hay distintos tipos de alternativas de gráficos dependiendo de las necesidades particulares de cada caso.



Figura N° 4.6. Distintas alternativas de gráficos

El diagrama de Grantt o barras es una herramienta simple que utiliza barras horizontales para mostrar las tareas que pueden simultáneamente a lo largo del proyecto.

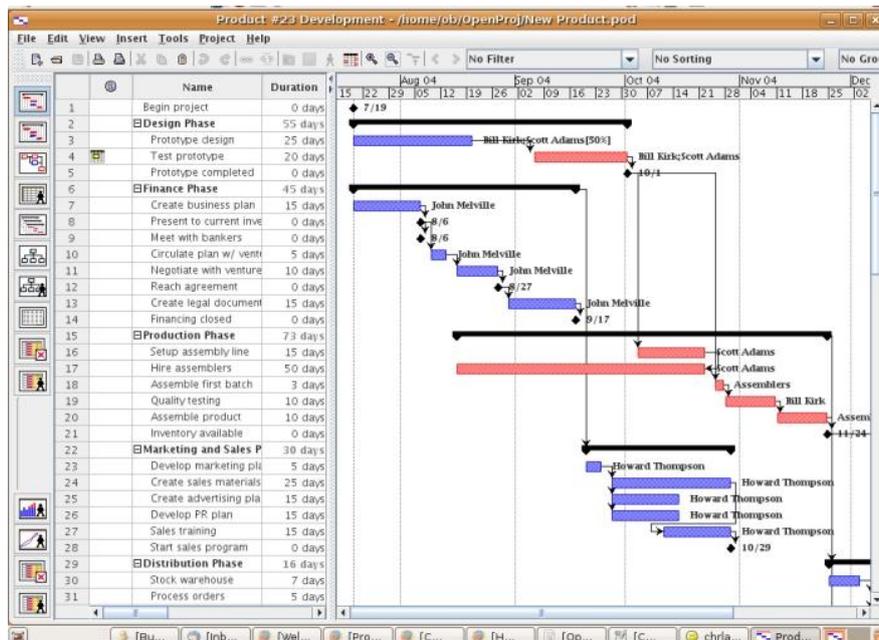


Figura N° 4.7. Diagrama de barras

El diagrama de Pareto se utiliza para cuantificar los problemas, para que los mayores esfuerzos puedan ser enfocados a algunas pocas causas vitales y no a muchas causas triviales. El principio de Pareto estipula que el 80% de las dificultades provienen del 20% de los problemas (causas vitales)

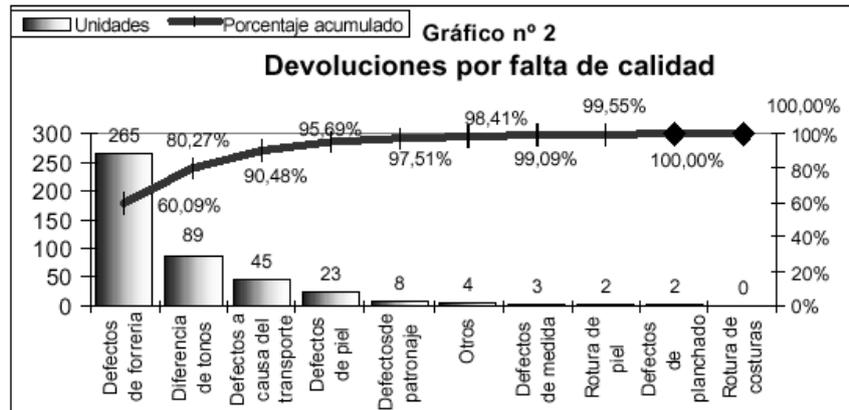


Figura N° 4.8. Diagrama de Pareto

El diagrama radar o de Benchmarking se utiliza para presentar y comparar visualmente en un grafica los rendimientos actuales de las distintas áreas o productos y/o servicios de una organización con los rendimientos ideales o de los de mejor clase.



Figura N° 4.9. Diagrama de Benchmarking

Una matriz permite identificar, analizar y clasificar sistemáticamente la presencia y fuerza de las relaciones entre dos o más conjuntos de información.

REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE \ CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	Característica A	Característica B	Característica C	...	Característica M
	Requerimiento A	●	●		
Requerimiento B	●		△		○
Requerimiento C		●	△		
⋮					○
Requerimiento N	○		●		

● Relación fuerte ○ Relación △ Relación débil

Figura N° 4.10. Matriz

El diagrama de árbol se utiliza para descomponer gráficamente cualquier meta general en niveles de acción detallados que deben o pueden realizar para alcanzar las metas establecidas.

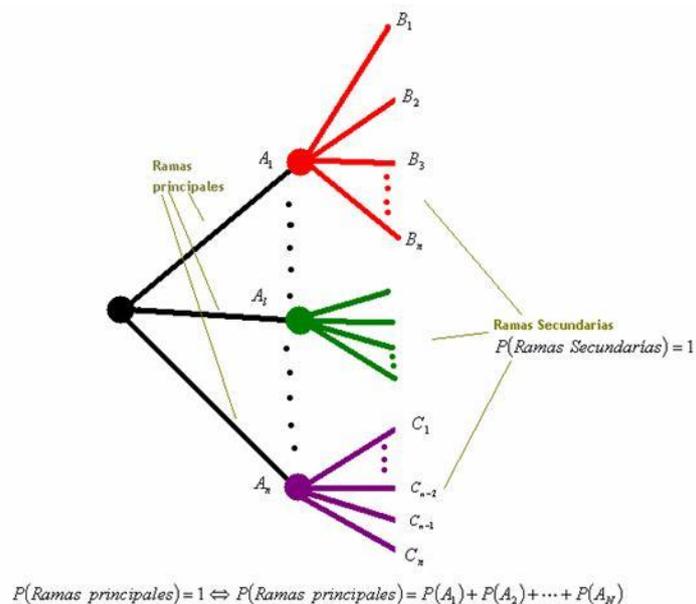


Figura N° 4.11. Diagrama de árbol

Técnica de análisis

Brainstorming (lluvia de ideas), el propósito de este método es favorecer la resolución de problemas mediante el hallazgo de nuevas e insólitas soluciones. Pone el acento en el pensamiento grupal y busca una multiplicación de ideas. Las reglas son las siguientes:

- ☑ No criticar ninguna idea;
- ☑ Mientras más extremas sean las ideas, mejor;
- ☑ Alentar la cantidad de ideas producidas;
- ☑ Estimular el progresivo mejoramiento de ideas.

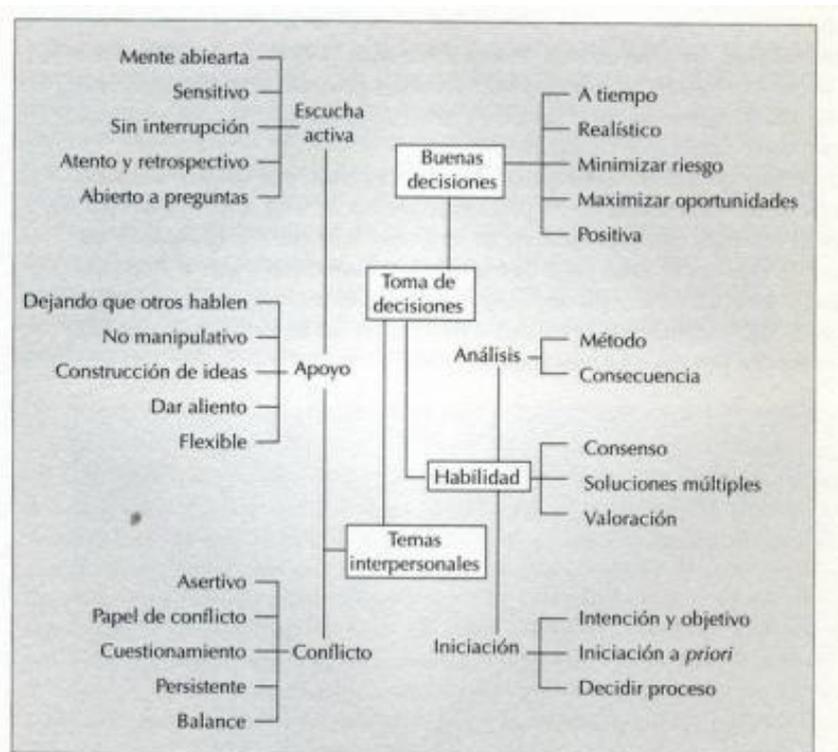


Figura N° 4.12. Mapa conceptual de la lluvia de ideas

Las técnicas auxiliares, ayudan también a la creatividad y se utilizan cuando parece haber agotado la capacidad grupal o individual para generar ideas. Alguna de estas técnicas son: Forced-relationship (relaciones forzadas), Check list (lista de control), análisis de categorías, etc.

4.2.5.4. Herramienta para la fase MEDICIÓN

Están enfocadas: a la definición, funcionamiento y ejecución de los procesos y a la cuantificación de la variabilidad. Se identifica las variables claves de entrada y salida. Las herramientas previstas para esta fase son básicamente herramientas de análisis, como son: mediciones Six Sigma, análisis de medición, modo de falla y análisis de efectos (FMEA) y desarrollo de la función de calidad (QFD)

Variabilidad y mejora de procesos

La variabilidad está en todas partes, consideremos el siguiente ejemplo: una persona que estaciona su auto dentro de su garaje: la posición final del auto no es la misma día a día. El conductor tiene variabilidad cuando estaciona el auto. Esta variabilidad puede ser medida en función del tiempo. Cuando no ocurre nada inusual, esta fuente de variabilidad se considera común; pero, cuando ocurre alguna perturbación especial, entonces el proceso de estacionamiento debe ser mejorado o cambiando.

Si se desea obtener un promedio de la posición de la posición de estacionamiento en un determinado periodo, se realiza las mediciones con cierta frecuencia de tiempo, es decir, se toman muestras y se obtienen conclusiones promedio estimadas para dicho periodo de tiempo.

Muestra

Una muestra es una porción del universo que se usa para obtener cierta información. La muestra es observada y estudiada, y su información es referida a la totalidad del universo.

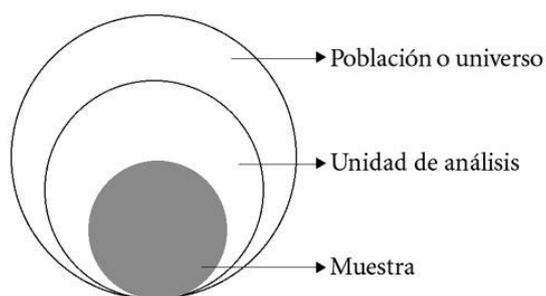


Figura N° 4.13. Muestra y Universo

Presentaciones graficas

Las representaciones graficas proporcionan datos en una forma que ilustra visualmente la frecuencia de ocurrencia de los valores.

Los **puntos datos** en un procedimiento los datos en una forma simple para ilustrar el posicionamiento de datos y su variabilidad. Convierten los datos en información.

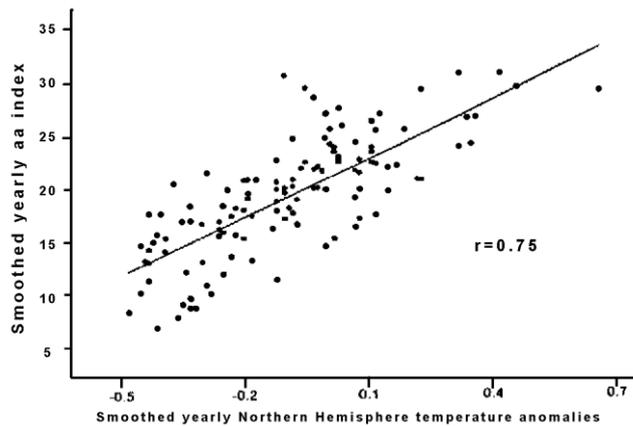


Figura N° 4.14. Ploteo de datos

El histograma es otra forma de hacer estas presentaciones. Tienen por objeto resumir datos de un proceso y presentar gráficamente su distribución de frecuencias en forma de barras verticales cuyas bases coinciden con la clase de intervalo y cuyas alturas son proporcionales a la frecuencia de ocurrencia.

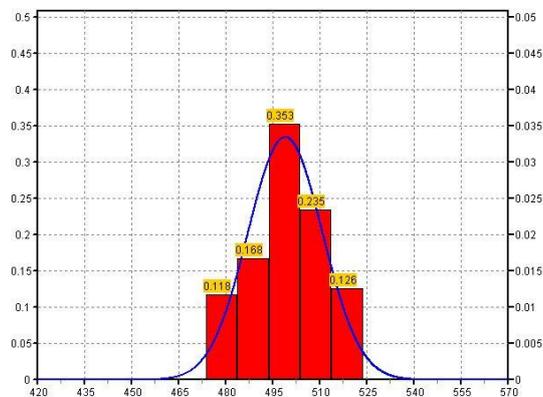


Figura N° 4.15. Histograma

Estadística de las muestra

Se refiere a: el promedio, el rango, desviación estándar, y la media.

El **promedio**, de una serie de daros es la suma de los valores de dichos datos dividido por la cantidad de datos,

El **rango** en estadística es la diferencia entre el mayor y el menor valor de un conjunto de datos.

La **desviación estándar** es una estadística que cuantifica la variabilidad.

La mediana es un número localizado en la mitad de todos los datos.

Datos

Los datos se clasifican en continuos y discretos. Los datos continuos pueden ser medidos y representados en una escala continua (longitud, peso, volumen).

Los datos discretos pueden contarse o interpretarse como eventos discretos (bueno-malo, positivo-negativo, aprobado-reprobado). Un ejemplo de datos continuos lo brinda un micrómetro y de datos discretos un calibre pasa o no pasa.

Análisis estadístico

Mediante los análisis estadísticos (interpretación de varianza-ANOVA), la variación total de un conjunto de daros se subdivide en sus componentes, cada uno de los cuales es asociado con una fuente de variación específica.

Los análisis estadísticos pueden ser usados para determinar significados efectos en experimentos factoriales. Los fraccionales son estrategias que reúnen simultáneamente varios factores/variables en un ensayo, donde solamente un conjunto parcial de todas las posibles combinaciones de niveles de factores son ensayados para identificar más eficientemente los factores importantes.

Diagramas de flujo y de proceso

Para los sistemas de calidad, es ventajoso representar mediante **diagramas de flujo** las estructuras de los sistemas y su interrelación. Los diagramas de flujo suministran una visión integral, desde el comienzo hasta el final, de un determinado procedimiento.

Los **diagramas de proceso** describen las aplicaciones, identifican las variables claves de entrada y las oportunidades para la mejora. Los diagramas de proceso pueden ser aplicados a cualquier actividad, desde el recorrido de una factura de pago o un material, hasta los pasos para efectuar la venta o darle un servicio a un producto.

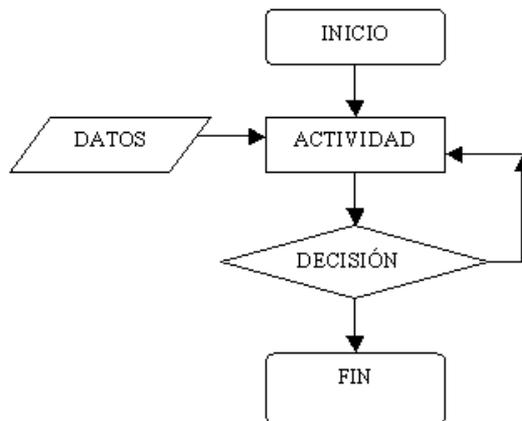


Figura N° 4.16. Diagrama de proceso

Hojas de chequeo

Tienen un formato sistemático y compilan datos de observaciones corrientes o históricas. Las hojas de chequeo permiten compilar de un modo sistemático datos de fuentes históricas u observaciones según ocurren, a fin de que las tendencias y patrones puedan ser claramente detectados y mostrados.



Figura N° 4.17. Hoja de Chequeo

El **diagrama de causa y efecto** permite que su equipo identifique, explore y exhiba gráficamente con detalles todas las posibles causas relacionadas con un problema a fin de descubrir sus raíces. Mediante esta técnica, las posibles

causas de fuentes como: materiales, equipamiento, métodos y personal con típicamente identificados como un punto de partida para comenzar el análisis y discusión. Esta técnica es llamada Ishikawa o diagrama espina de pescado.

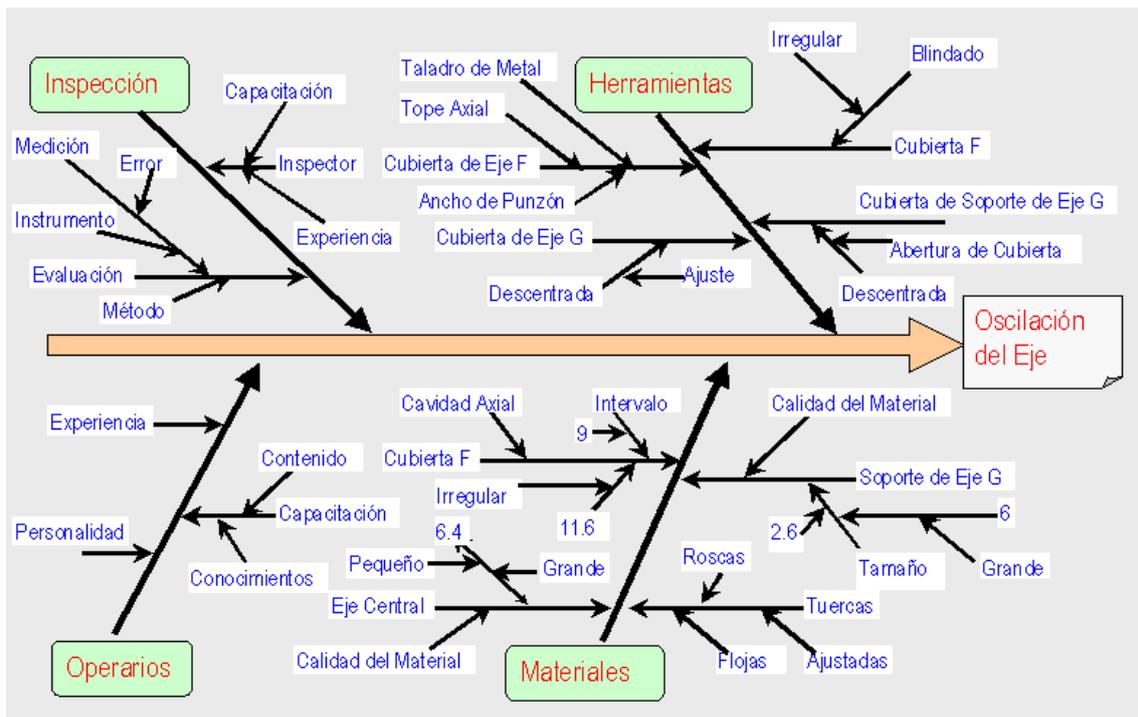


Figura N° 4.18. Ejemplo de diagrama causa-efecto

El **diagrama de afinidad** permite que un equipo genera en forma creativa un gran número de ideas y luego organice y resuma agrupamientos naturales entre estos a fin de comprender la esencia de un problema y hallar soluciones.

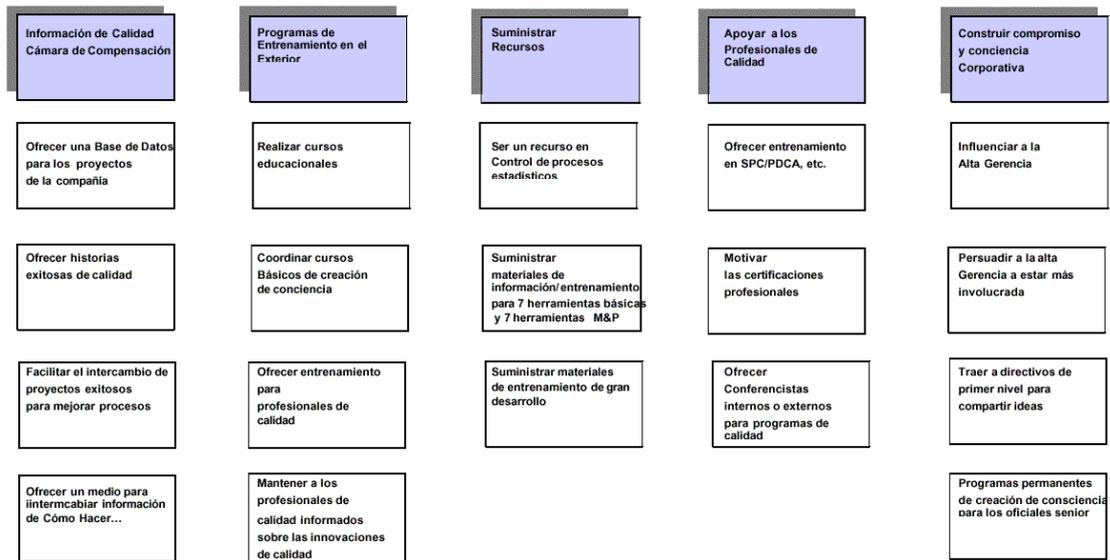


Figura N° 4.19. Diagrama de afinidad

Distribución y procesos estocásticos

En la estadística se suelen aplicar distintas distribuciones dependiendo de los eventos a representar, entre las conocidas tenemos: distribución normal, distribución binomial, distribución de poisson.

La distribución normal o de Gauss puede ser usada para describir propiedades físicas, mecánicas, eléctricas, químicas.

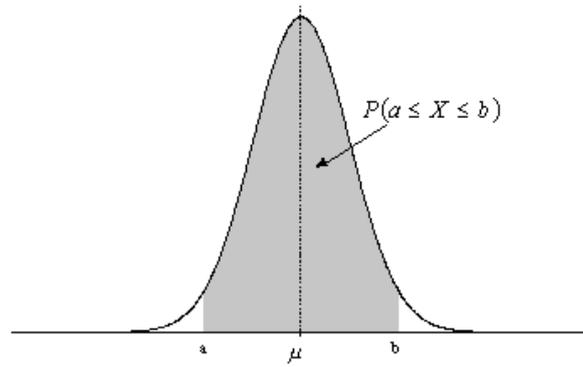


Figura N° 4.20. Distribución normal

La distribución binomial se usa para mostrar situaciones donde la observación puede ser cualquiera de las dos, pasa o falla, aceptando o rechazando, etc.

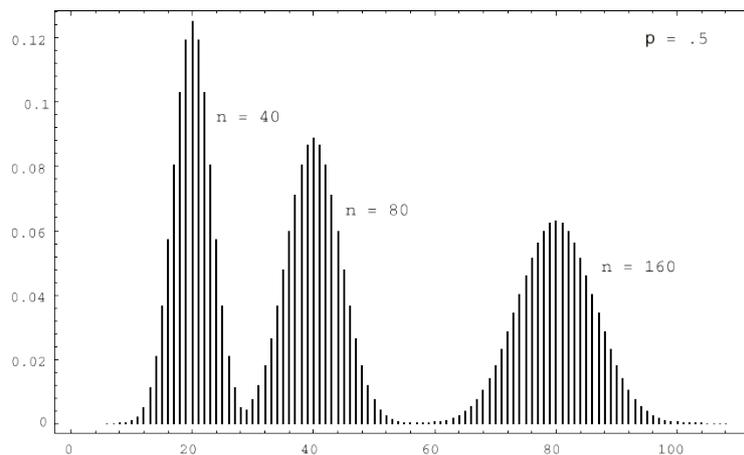


Figura N° 4.21. Distribución binomial

La distribución de Poisson se cuándo el ensayo designado asume que la distribución fundamental es exponencial.

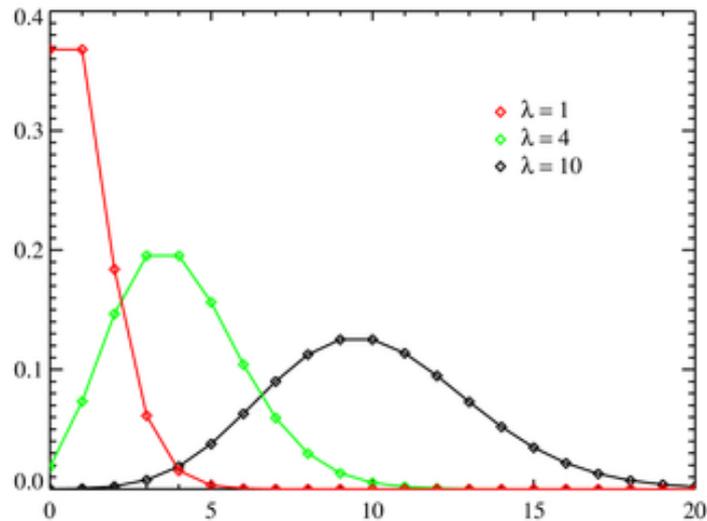


Figura N° 4.22. Distribución de Poisson.

Mediciones Six Sigma

Se citan a continuación algunas alternativas de métricas; cada organización debe seleccionar su métrica y técnica de cálculo que considere más apropiada para su situación.

Conversión de niveles de defectos ppm a unidades de niveles de calidad Sigma.

Para algunas organizaciones calculan mediante la siguiente ecuación el nivel ppm y luego lo convierten a niveles de medida Six Sigma que considera un desplazamiento de $1,5\sigma$.

$$\text{Nivel de calidad Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \ln(\text{ppm})}^{17}$$

¹⁷ BREYFOGLE, Forest; Implementing Six Sigma-Smart Solutions Using Statistical Method; 1999

Relaciones Six Sigma

Nomenclatura

Numero de pasos de operación: m

Defectos: D

Unidades: U

Oportunidades para defectos: O

Rendimientos: Y

Relaciones básicas

Total de oportunidades: $top = \frac{U}{O}$

Defectos por unidad: $dpu = \frac{D}{U}$

Defectos por unidad de oportunidad: $dpo = \frac{dpu}{O}$

Relaciones de Rendimiento

Rendimiento de un paso: $Y_{TP} = e^{-dpu}$

Rendimiento acumulado: $Y_{RT} = \text{productos de los } Y_{TPi}$

Rendimiento normalizado: $Y_{nom} = \sqrt[m]{Y_{RT}}$

Tiempo de ciclo

Se define tiempo de ciclo de un proceso al tiempo empleado para fabricar u determinado proceso. Las inspecciones, análisis y reparaciones de defectos extienden el tiempo de ciclo de un proceso.

Benchmarking

El benchmarking ayuda a una organización a la búsqueda de la mejora práctica, adoptando la misma a sus procesos y mejorando con el objetivo de ser el mejor en su clase. Mediante la tabla radar se puede comparar el desarrollo el desempeño de las áreas actuales de la organización con el desempeño de áreas ideales o de la mejor en su clase.

Luego de analizar las diferencias, la organización debe tomar las medidas para corregir los desvíos.



Figura N° 4.23. Diagrama de Benchmarking

AQL – Nivel de calidad

AQL es una herramienta para el muestreo de aceptación, es un número que se usa para medir el plan de muestreo cuando se utiliza nuestros normalizados: En estos muestreos normalizados, los planes de muestreo están predefinidos en tablas y las entradas a las tablas se hace con el tamaño de la muestra y el AQL, obteniendo los criterios de aceptación y rechazo. El AQL es la máxima fracción defectuosa que se acepta como promedio del proceso del proveedor. En general, el AQL es un parámetro de calidad negociable entre cliente y proveedor.

Monitoreo de procesos.

Un proceso se monitorea para ver si está o no está en estado de control. Si se determina que está fuera de control, se deben realizar las correspondientes correcciones en el proceso.

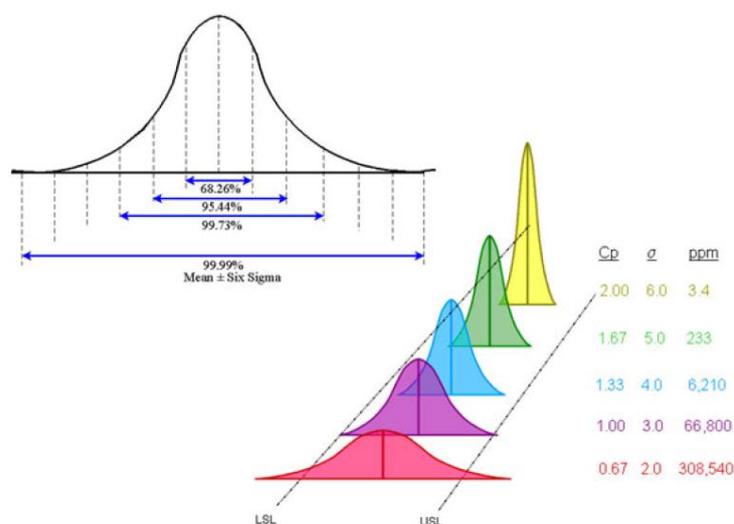


Figura N° 4.24. Capacidad del proceso

Cartas de control estadístico de proceso

Para vigilar, controlar y mejora el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo mediante el estudio de la variación y su fuente. Se grafica en estudio, llevando los datos en función del tiempo y se va observando si está dentro o fuera de los límites de tolerancia.

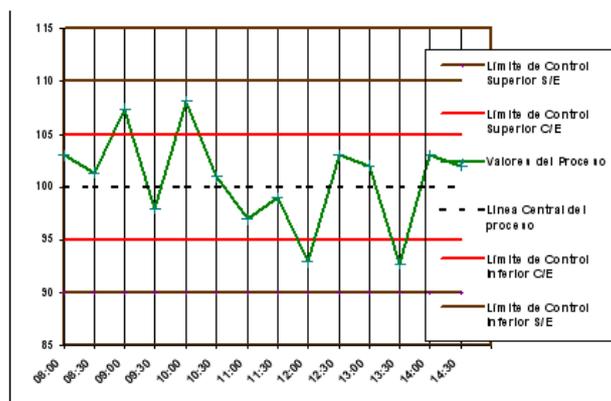


Figura N° 4.25. Control estadístico de proceso

Capacidad de proceso y capacidad de desempeño

Tal como se vio en el capítulo anterior, en la métrica se utilizan ciertos índices, entre los más importantes tenemos:

Desviación estándar

Se puede determinar mediante la fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dónde:

\bar{x} : Valor promedio de todos los datos

x_i : Valor del dato

N: Número de mediciones de la muestra

Índices de capacidad de proceso: Cp y Cpk

Cp: relaciona el estacionamiento del proceso con respecto al ancho de la especificación; no mira cuan bien está centrada la media μ del proceso con relación al target o meta T.

Cp es la relación entre la máxima extensión de tolerancia permitida y la extensión 6σ .

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6 * \sigma}$$

Donde Cp es el índice de potencial del proceso

Cpk no solo mide la variación del proceso con respecto a la especificación, sino que también tiene en cuenta la localización de la media μ del proceso con respecto al target o meta T.

$$Cpk = \text{la menor de } \left[\frac{\bar{x} - LSL}{3 * \sigma}; \frac{USL - \bar{x}}{3 * \sigma} \right]$$

Donde Cpk es el índice de capacidad del proceso

Índice de capacidad de desempeño: Pp y Ppk

Los índices Pp y Ppk son frecuentemente referidos como índices “largo-plazo” capacidad/desempeño. No todas las organizaciones reportan información como Pp y Ppk. Muchas organizaciones calculan Cp y Cpk dado que ellos reportan información similar a Pp y Ppk.

Las ecuaciones de Pp y Ppk son similares a las de Cp y Cpk:

$$Pp = \frac{USL - LSL}{6 * \sigma}$$

Donde Pp es el índice de potencial de desempeño

$$Ppk = \text{la menor de } \left[\frac{\bar{x} - LSL}{3 * \sigma}; \frac{USL - \bar{x}}{3 * \sigma} \right]$$

Donde Ppk es el índice de capacidad de desempeño.

Análisis de sistemas de medición

En las organizaciones frecuentemente se minimiza el impacto de no tener un adecuado sistema de medición de calidad y puede conducir que partes satisfactorias fueran rechazadas y partes insatisfactorias fueran aprobadas

El análisis del sistema de medición evalúa las propiedades estadísticas de repetibilidad, reproducibilidad, estabilidad y linealidad.

Matriz causa/efecto

Es una matriz que permite la relación entre los procesos de entrada y salida. La matriz causa/efecto es una herramienta para determinar la prioridad de importancia de las variables claves de entrada de proceso.

Factor	Fase de construcción					Fase de funcionamiento				Fase de construcción	Impacto final	
	Acciones				Total	Acciones			Total	Total efectos permanentes	I	M
	A ₁	A ₂	A ₃	A _n		A ₁	A ₂	A _n				
F ₁												
F ₂												
E ₁												
E _n												
Total												

Figura N° 4.26. Matriz causa-efecto

Desarrollode la funcion de calidad (QFD)

Es una matriz que puede ser usada para determinar los objetivos que se deben realizar para poder cumplir con las necesidades de los clientes.

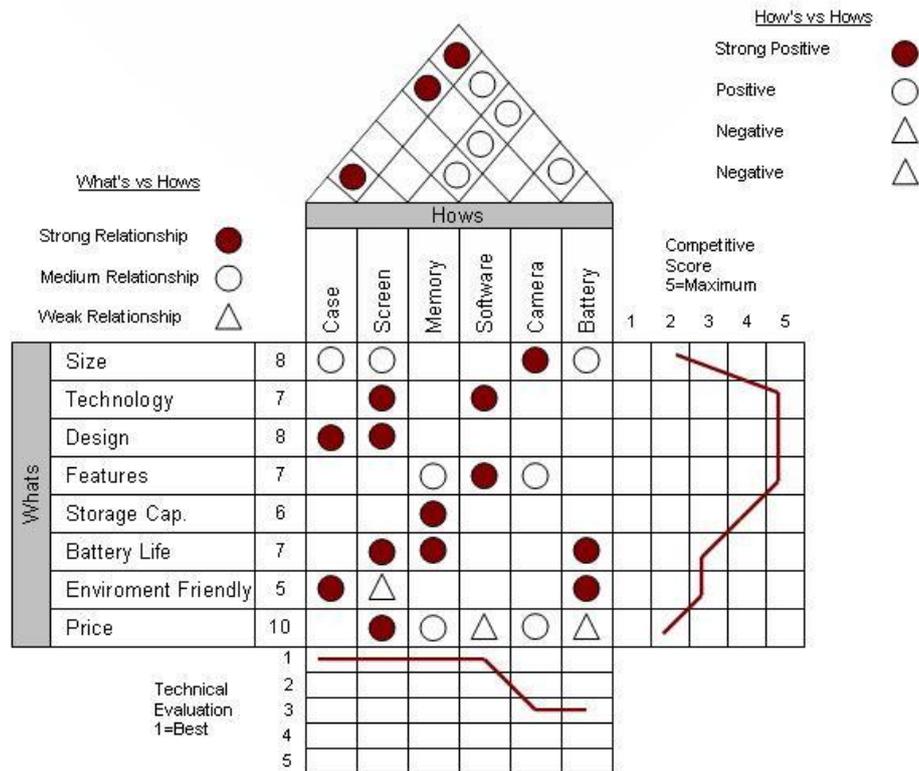


Figura N° 4.27. Matriz de la función de calidad

Modo de falla y análisis de los efectos

Modo de falla y análisis de efectos (FMEA) es una aproximación analítica dirigida a la prevención de problemas a través de priorización de problemas potenciales y su resolución; es una técnica que ofrece una metodología para facilitar la mejora de procesos. Usando FMEA, las organizaciones pueden identificar y eliminar fallas en el desarrollo de diseño de los problemas.

FMEA (Failure Modes & Effects Analysis) for <Process or Product >											Systems2win Templates and Training for Continuous Improvement									
Responsible: <name> Prepared by: <name>																				
Original date: <date> Revised: <date>																				
Process Step / Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	Severity	Potential Causes	Occurrence	Current Controls	Detection	Risk #	Actions Recommended	Res p.	Actions Taken	Severity	Occurrence	Detection	Risk #					
Add milk to cake mix	Wrong amount of milk	Cake too dry or too soggy	5	Small marks on measuring cup	10	None	6	300	Use large print measuring cups.	JW	Replaced measuring cups	5	1	1	5					
			5	Faded marks on measuring cup	5	Visual inspection	3	75	Replace faded measuring cups	JW	Replaced cups & retrained inspectors	5	1	2	10					
			5	Milk spilled	4	None	8	160	Train bakers	HH	(not yet complete)									
	Flour still in measuring cup	Too little milk - so cake too dry or too soggy	5	Employee carelessness	5	Training (apparently ineffective)	9	225	Change Standard Operating Procedure, and improve training program	HH	Changed SOP & improved training program	5	3	5	75					
		Lumps in cake	6	Employee carelessness	2	Training	9	108				6	1	4	24					

Some people like to split into two columns: Process step and specific input.

Notice that there can be several failure modes per step, and several effects and causes per failure mode.

Risk Priority Number (RPN) = Severity x Occurrence x Detection. Notice that RPN is calculated both before and after corrective action.

Plan both: Preventative actions and Contingent actions (how to limit damage if it happens)

Template © Systems2win.com

Figura No 4.28. FMEA

4.2.5.5. Herramienta para la fase ANÁLISIS

Esta herramienta se enfoca al análisis de datos con el propósito de adquirir conocimientos acerca de las relaciones causales. La información de este análisis puede brindar un descimiento de las fuentes de variabilidad y de un insatisfecho desempeño y puede ser utilizada en la mejora de procesos.

Las herramientas previstas esta fase incluyen: visualización de datos, componentes de varianza, análisis de correlación y análisis de varianza.

Visualización de datos

Esta técnica nos suministra conocimiento de la relación entre variables claves de entrada y variables claves de salida, con el objeto de enfocar los esfuerzos a las oportunidades de mejora.

Cartas multi-vari

Las cartas multi-vari permiten la descomposición visual de la variabilidad de un proceso de sus componentes y la identificación de las componentes que afectan a la variabilidad; son caratas que se constituyen para señalar la variación entre unidades, muestras y lotes.

Caja de ploteo

La caja de ploteo es útil para describir gráficamente varios aspectos del dato. Puede describir un conjunto de datos o mostrar visualmente diferencias entre las características de un conjunto de datos

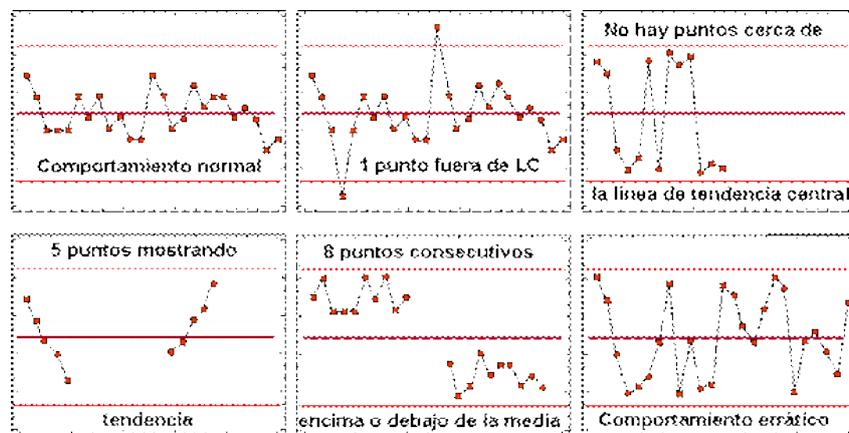


Figura N° 4.29. Caja de ploteo

Intervalos de confianza

De una muestra aleatoria de una determinada población se puede estimar características de dicha población. Normalmente la media no es exactamente igual a la media de la población de la cual fue tomada la muestra.

Procedimientos estadísticos cuantifican la incertidumbre de la muestra mediante el informe de intervalo de confianza.

Intervalos de confianza es una región entre determinados límites o ancho de las bandas de un parámetro con un nivel de confianza asociado tal que los extremos son lo suficiente amplios para contener el valor real del parámetro.

Ensayos de hipótesis

En situaciones se necesitan decir frecuentemente cuál de los parámetros de una distribución tienen valores o relaciones particulares. Esto es, se debe ensayar una hipótesis para pronosticar que la media de una distribución tiene un valor certero o que la diferencia entre las dos medias es cero. Para este tipo de ensayo se usan procedimientos de ensayo de hipótesis.

Una hipótesis de estadística tiene los siguientes elementos:

- ★ Una hipótesis nula H_0 que describe la relación o valor a testear

- ★ Una hipótesis de alternativa H_a
- ★ Un ensayo estadístico o regla que se usa para decir cuando se debe rechazar la hipótesis nula
- ★ Un valor de probabilidad específico, α , que diseñe la máxima probabilidad admisible que la hipótesis nula sería rechazada cuando es verdadera
- ★ El poder del ensayo que es la probabilidad de error $(1-\beta)$ que una hipótesis nula sería rechazada cuando es falsa.
- ★ Una muestra de observación para ser usada en el ensayo de hipotesis.

Mediante el ensayo de hipótesis se toma la decisión si se rechaza o no la hipótesis nula.

Se parte de una hipótesis nula y una hipótesis alternativa que se obtiene del problema a analizar. El resultado del ensayo de la hipótesis es una decisión de aprobación o rechazo de la hipótesis nula.

		Investigador	
		Se acepta H_0	Se rechaza H_0
Hipotesis nula			
H_0 es verdadera	Decision correcta	Error tipo I	
H_0 es falsa	Error tipo II	Decision correcta	

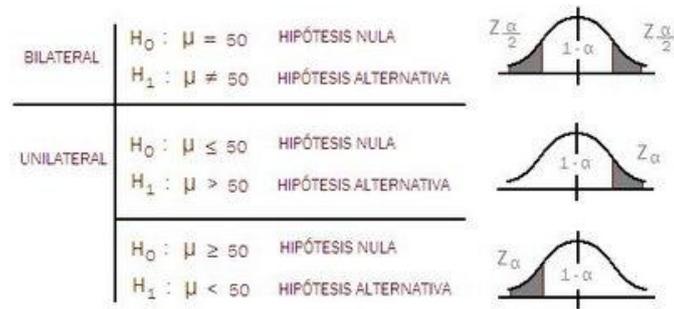


Figura N° 4.30. Ensayo de hipótesis

Ensayo de comparación

Se utiliza para comparar la frecuencia de falla de la producción de la organización o proveedores, con respuesta continua o atributo. En la práctica existen tablas, gráficos y ecuaciones para realizar estas comparaciones. Otra forma es mediante el ploteo probabilístico.

Correlación

Correlación es una estadística que se utiliza para estudiar e identificar las posibles relaciones entre los cambios observados entre dos conjunto diferentes de variables.

- ◆ Suministra los datos para confirmar una hipótesis de que dos variables están relacionadas.
- ◆ Provee un medio tanto visual como estadístico para probar la fuerza de una posible relación.

- ◆ Suministra un buen seguimiento a un diagrama de causa y efecto para averiguar si hay más que simplemente una conexión de consenso entre causa y efecto.

El coeficiente correlación es una característica que describe la fortaleza de una relación entre dos variables. El coeficiente puede tomar valores entre +1 y -1. El valor -1 indica una perfecta correlación negativa. El valor +1 indica una perfecta correlación positiva. El cero indica una falta de correlación.

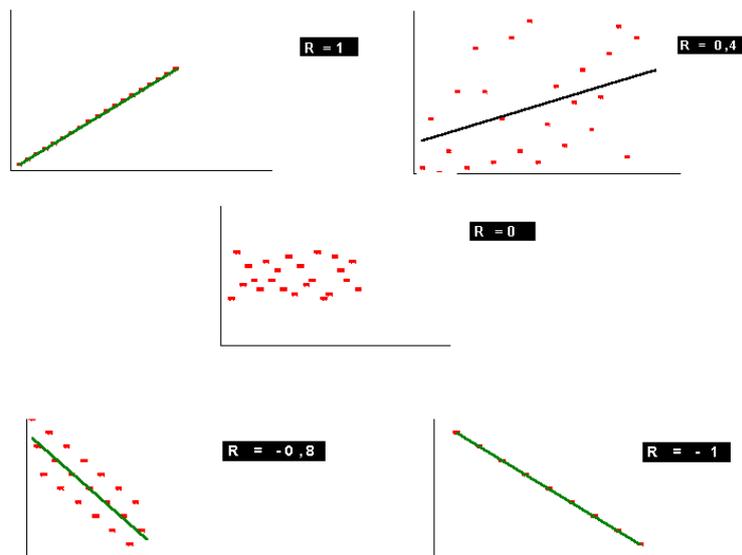


Figura N° 4.31. Coeficiente correlación

Regresión lineal simple

La correlación mide solamente la asociación mientras que los métodos de regresión lineal simple son utilizados para desarrollar la relación cuantitativa de variables para luego ser utilizadas en la predicción

Los datos obtenidos de un ensayo se usan para cuantificar empíricamente y mediante un modelo matemático la relación que existe entre variables de respuesta y factores de influencia. La ecuación de un modelo de regresión lineal es la siguiente:

$$Y = b_0 + b_1 * X + \epsilon$$

Dónde:

X es el regresor

Y es la respuesta esperada

b_0 y b_1 son coeficientes

ϵ es un error dandom

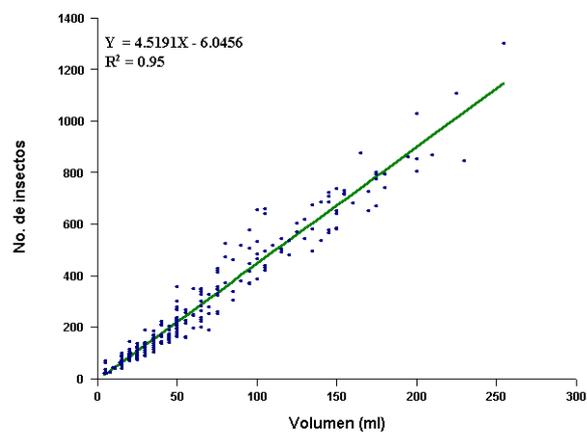


Figura N° 4.32. Ploteo de regresión lineal

Componentes de varianza

El análisis de varianza (ANOVA) es un procedimiento estadístico mediante el cual la variación total de un conjunto de datos es subdividida en sus componentes y cada uno de los cuales es asociado con una fuente de variación específica.

El análisis de varianza puede ser usado para determinar significativos efectos en experimentos factoriales.

Las variables claves de salida de un proceso podrían ser caracterizadas o dimensionadas de un proceso. Las variables claves de salida de un servicio o proceso pueden ser tiempo desde el inicio de la entrega.

El efecto total de la n componentes de varianza sobre las variables claves de salida puede ser expresado como la suma de las varianzas de cada uno de los componentes.

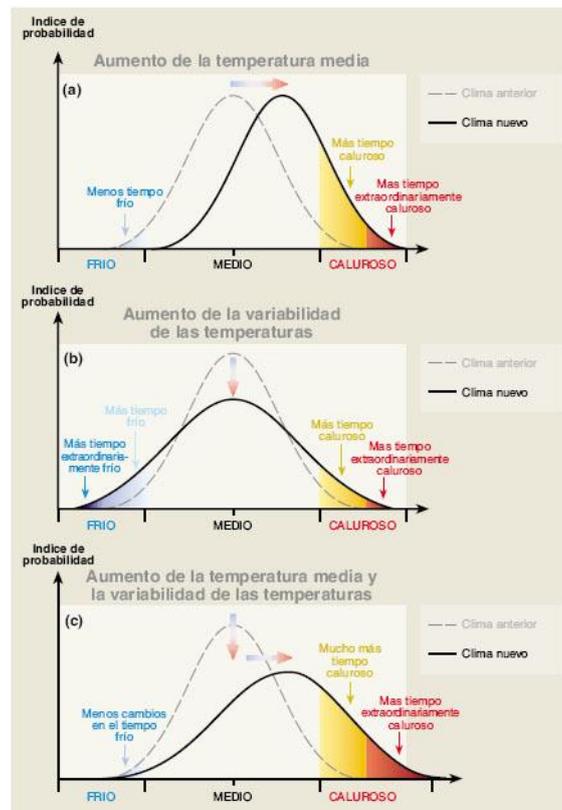


Figura N° 4.33. Ejemplo de análisis de varianza

4.2.5.6. Herramienta para la fase MEJORA

En esta fase se extiende el uso de diseño de experimentos para obtener el conocimiento procesos mediante cambio estructural simultáneo de niveles de operación de diversos factores dentro del proceso. Esta información puede ayudar identificar el marco para la optimización de las variables claves del proceso y realizar los correspondientes cambios.

Beneficios de la planificación de diseño de experimentos

Las empresas necesitan ejecutar con bajos costos y constancia documentada sus diseños, su manufactura y sus procesos de negocio. Para obtener estos resultados, las empresas necesitan técnicas eficientes de experimentación que puedan suministrar la información requerida. La técnica de planificación de diseño de experimentos (DOE) son herramientas que pueden auxiliar satisfactoriamente estos requerimientos.

Los análisis de varianza (ANOVA) y las técnicas de regresión se usan para determinar las fuentes de las diferencias sin realizar cambios en los procesos. Por lo tanto, los resultados del análisis de varianza y regresión pueden a veces no describir la más efectiva actividad de mejora. Esta limitación se soluciona con el diseño de experimentos (DOE).

La técnica DOE se utiliza cuando se requiere intervenir un proceso para investigar cómo se podría mejorar.

La técnica DOE ofrece una aproximación estructurada para cambiar algunos factores dentro del proceso y al mismo tiempo observar los datos colectivamente para realizar mejoras.

4.2.5.7. Herramienta para la fase CONTROL

Las herramientas de la fase de control se basan en el monitoreo de variables y se enfocan a la obtención de un “feed back” con el objetivo de tomar decisiones de ajustes y correcciones en los procesos.

Cartas de control de marcha y de objetos.

Las cartas de control (SPC) aplican técnicas estadísticas para el control de procesos; se usa frecuentemente para vigilar, controlar y mejorar el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo mediante el estudio de la variación y su fuente. Es más usual enfocarse en las características claves del producto y/o servicio y sus correspondientes parámetros del proceso antes que enfocarse en una sola característica del producto.

Las técnicas SPC (Statistical Process Control) consideradas frecuentemente como un subconjunto de SQC (Statistical Quality Control), donde el énfasis del

SPC es en las herramientas asociadas con el proceso pero no en técnicas de aceptación de productos.

Las cartas de aplican en procesos de producción o servicio como ser:

- ❖ Espesor de soldadura
- ❖ Diámetro interno de tubos
- ❖ Tiempo de entrega del servicio
- ❖ Tiempo de ciclo de instalación del servicio

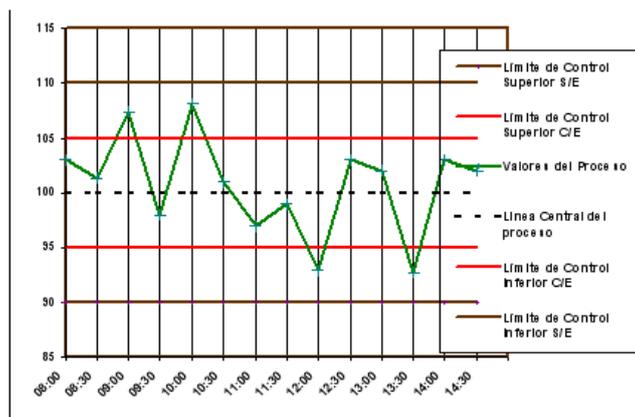


Figura N° 4.34. Carta de Control

Promedio móvil exponencialmente ponderado (EWMA)

La técnica EWMA es una carta de control que toma en cuenta el promedio ponderado de observaciones del pasado con una pequeña y progresiva cantidad del tiempo actual, por lo que se la puede utilizar en balance entre datos viejos y las más recientes observaciones.

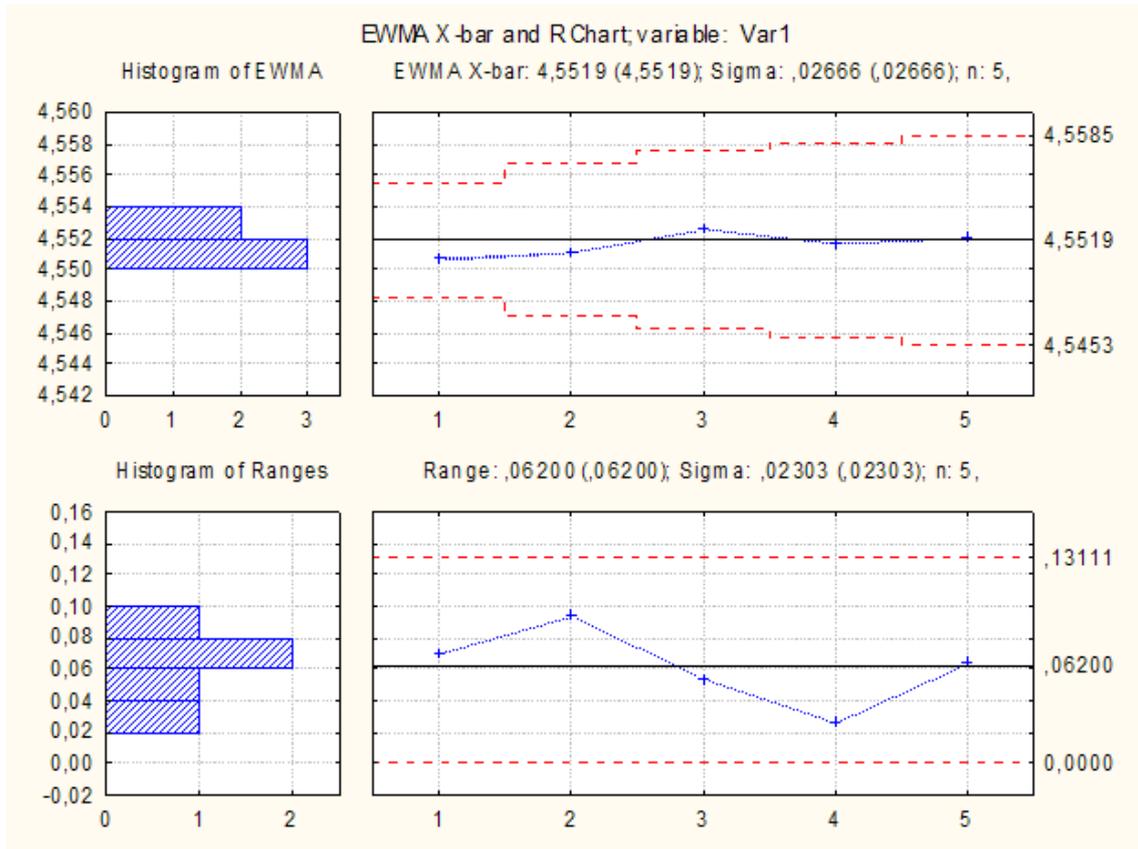


Figura N° 4.35. Carta EWMA

Poka – Yoke

El instrumento Poka-Yoke es un mecanismo que previene los errores, facilitando la visualización de estos obvios errores. Poka-Yoke puede ofrecer soluciones a las organizaciones que con frecuencia tienen frecuentes discrepancias entre los procedimientos y obliga a los trabajadores ser más cuidadosos.

Kiasen

Kaisen es una traducción natural del japonés y significa mejora continua. La fortaleza del Kaisen es el empowerment que se traspasa a la gente para alentar su creatividad. Kaisen ha sido descrito como una nueva manifestación de logro u obtener motivación personal.

Plan de Control

El plan de control se utiliza para asegurar que el proceso está operando de acuerdo a la meta o está excediendo los requerimientos de los clientes. El plan de control ofrece una sistemática aproximación para encontrar y resolver condiciones fuera de control. Es una guía documentada para reducir inadecuadas correcciones de procesos, suministrando un medio para la iniciación e implementación de actividades de mejora de procesos, describe las necesidades de entrenamiento y documentada los requerimientos de mantenimiento.

Ensayo de ensayo/falla

La estrategia ensayo/falla se ajusta a situaciones donde el número de escenarios de ensayos necesitar ser mucho menor que todas las posibles combinaciones. Esta aproximación se usa para seleccionar un pequeño subconjunto de configuraciones de ensayos que podrían identificar los tipos de problemas que son base o el fundamento para muchas situaciones.

La estrategia ensayo/falla se dirige para identificar en forma eficiente circunstancias donde existen problemas combinatoriales, dando una respuesta en una situación lógica pasa/falla.

4.3. Propuesta de factores necesarios para implementación de Six Sigma

En la identificación de los factores necesarios para implementar los proyectos de Six Sigma, Pande (2001) presenta algunas preguntas que la empresa debe responder antes de empezar sus esfuerzos. Según el autor, la profundidad del impacto en los procesos de gestión puede variar a la medida en que se desea aplicar las herramientas de Six Sigma y el resultado perseguido.

Las preguntas se refieren a: la evaluación de las perspectivas, la evaluación del desempeño actual de la empresa y su capacidad de absorber los cambios.

	Objetivo	preguntas clave
Evaluación de las perspectivas	Revisión del estado actual de la compañía y sus expectativas para el futuro, tanto a corto y largo plazo.	<p>¿El camino estratégico es claro para la empresa?</p> <p>¿Las probabilidades de lograr nuestras metas financieras y el crecimiento son buenas?</p> <p>¿La organización es buena para responder con eficacia y eficiencia en la cara de las nuevas circunstancias?</p>

La evaluación del desempeño actual de la empresa	Para evaluar más concretamente la eficiencia y la eficacia de las operaciones y los resultados de negocio globales.	En la actualidad, ¿cuáles son los resultados globales de la empresa? ¿Qué eficazmente focalizamos y atendemos las necesidades del cliente? ¿Cuán eficazmente estamos operando?
Capacidad para absorber los cambios	Para evaluar los procesos de mejora en la organización y su capacidad para comprender una nueva iniciativa.	¿Qué tan efectivos son nuestros actuales sistemas de mejora y de "gestión del cambio"? ¿Nuestros procesos trans-funcionales son bien administrados? ¿Qué otras iniciativas o actividades de cambio podría entrar en conflicto o apoyar una iniciativa de Six Sigma?

Tabla N° 4.8. Preguntas para la identificación de la necesidad de la implementación de Six Sigma (Pande 2001)

Al final de estas evaluaciones, la empresa debe ser consciente de sus fortalezas y sus limitaciones, ser capaz de decidir qué proyectos se dará prioridad y que debe ser abandonado, ser capaz de poder definir el alcance de cada proyecto aprobado, y en especial cuantificar las inversiones y recursos necesarios para la ejecución de cada proyecto Six Sigma y su viabilidad.

Otro punto importante es permitir a la empresa identificar cambios actuales en los procesos que están sobrecargados de personas y recursos. En este caso,

la adopción de proyectos concurrentes puede hacer descarrilar los resultados esperados.

Pande (2001) también sugieren una hoja de ruta para la implementación de Six Sigma, donde los caminos de acceso conducen a la profundidad de los cambios que desea realizar. La hoja de ruta complementa las preguntas anteriores, ayudando a la visualización de la(s) ruta(s) a ser seleccionada(s).

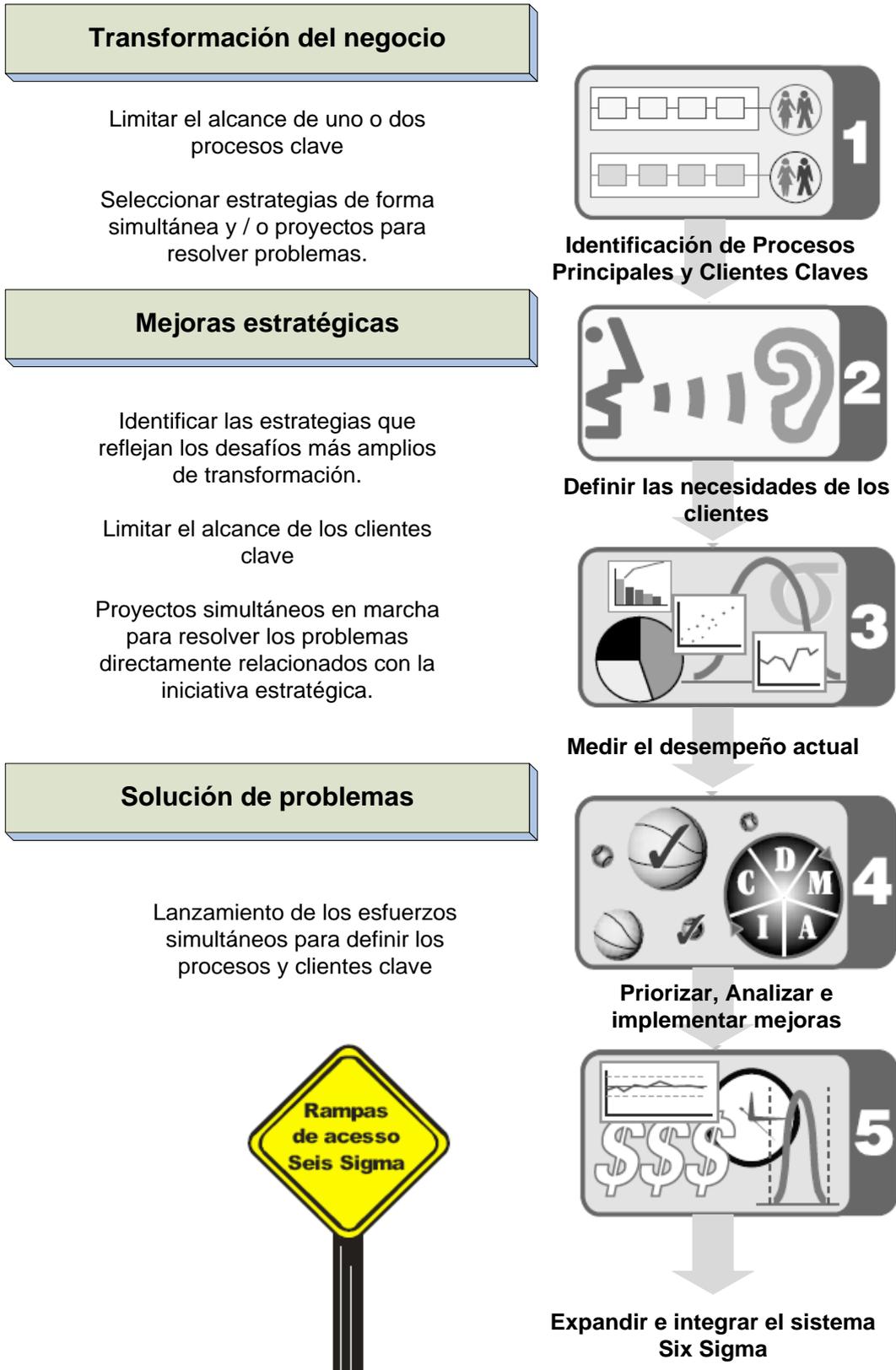


Figura N° 4.36. Hoja de Ruta de Six Sigma (Pande, 2001).

Cuando se trata de empresas de servicios, algunas características específicas deben ser consideradas en el esfuerzo de la implementación de Six Sigma. Antony, Kumar y Madu (2005) señalan algunas de las fortalezas y debilidades encontradas en estas empresas. Entre las principales fortalezas, se pueden citar: la rápida introducción de los cambios, poseen una tecnología de punta, rápida decisiones de ejecución e implementación y respuesta rápida a las necesidades del mercado, personal con experiencia en el sector de servicios. Como debilidades son: bajo grado de estandarización, centrándose en las cuestiones operativas en vez de la planificación, la frecuencia de las operaciones de "apagar incendios", una formación limitada y la estrategia informal del proceso de formación intuitivo que analítico, alto nivel de la burocracia.

En la investigación realizada en Alemania, Wessel y Burcher (2004) planteó características similares a las citadas por Antony, Kumar y Madu (2005). De acuerdo con Wessel y Burcher, diez factores deben ser observados en una iniciativa de Six Sigma en el contexto de las organizaciones de servicio. Estos factores se resumen en la Tabla N° 4.9.

Factor 1: Rápida recuperación de la inversión.

Cada proyecto Six Sigma debe contribuir de manera positiva y directamente a los beneficios de la empresa.

Factor 2: Enfoque en los procesos centrales y ajuste a la metodología de proyectos.

Los proyectos deben ser diseñados con tiempo suficiente para darse cuenta de los resultados financieros esperados y también para reducir al mínimo los esfuerzos para su realización.

Factor 3: Atención a los dos primeros factores.

Los programas Six Sigma para las organizaciones de servicios deben centrarse estrictamente en los proyectos para asegurar un nivel óptimo de valor y la asignación de recursos alineada con la estrategia empresarial.

Factor 4: Formación rápida y objetiva.

Los programas de formación deben tener un tiempo menor a los implementados en grandes empresas; y, que sus métodos y herramientas sean ajustados según las necesidades específicas en las organizaciones de servicios.

Factor 5: El conocimiento de la calidad.

Las organizaciones de servicios deben promover un día para conferencias sobre la calidad y así facilitar la implementación cultural de los elementos de Six Sigma y fomentar el apoyo y la participación.

Factor 6: Reducción de la extensión de las reglas.

Las reglas de la metodología de Six Sigma para organizaciones de servicios debe ser restringidos a los líderes del proyecto. El resto de colaboradores sólo deben participar en la formación de la concienciación.

Factor 7: Alineación del programa con los valores y la cultura de la empresa.

Los elementos del programa deben ser desarrollados para apoyar la cultura de la organización, la incorporación de métodos gerenciales y herramientas perfectamente adaptados a las necesidades de la empresa.

Factor 8: Alineación del programa con los procesos de gestión de la empresa.

Los elementos clave del proceso de gestión debe ser incorporado en el programa Six Sigma, alineados a las necesidades específicas del grupo objetivo.

Factor 9: consultores externos.

Las organizaciones de servicios necesitan consultores que ofrecen servicios modulares, que se pueden hacer adiciones o sustracciones de elementos sin comprometer el programa o el éxito de las acciones.

Factor 10: Combinación con los requisitos de la norma ISO 9000:2000.

Como los elementos de gestión de procesos son los requisitos de las normas ISO 9000 y Six Sigma, se recomienda la combinación de esfuerzos.

Tabla Nº 4.9. Factores necesarios para la implementación de Six Sigma en las organizaciones de servicio (Wessel y Burcher, 2004).

Sobre la base de revisión de la literatura y los datos recogidos en las organizaciones de servicios, algunos elementos básicos han sido identificados como necesarios para la implementación de Six Sigma. El mayor o menor atención de estos factores implican, respectivamente, en mayor o menor trabajo de la implementación inicial.

Los elementos identificados para la implementación de Six Sigma son:

1. Conocimiento del negocio, competidores y el mercado: el conocimiento de los competidores y las necesidades del mercado es tan importante como el conocimiento de los procesos operativos de la compañía. La negligencia de estos elementos ha sido la causa de muchos fracasos en los negocios. Fuentes confiables de información acerca de los competidores y clientes, y la perfecta comprensión de los procesos de producción y los servicios pueden reducir al mínimo los trabajos de implementación.

2. Misión, objetivos y valores: estos elementos crean la identidad de la empresa, identificar su cultura, su razón de ser y sus ideales en la satisfacción de los requerimientos y necesidades de los clientes. La acción integrada de estos elementos sirve como base para la toma de decisiones estratégicas, pues la estrategia de los valores está arraigada a su cultura. La existencia de estos elementos ayuda a las etapas de evaluación de las perspectivas y la capacidad de absorber los cambios.

3. Estructura organizativa y los procedimientos: junto con la percepción del concepto de calidad, la estructura organizativa y los procedimientos de trabajo promoverá la organización de actividades que indican las asignaciones de cada empleado en el proceso y cómo las actividades deben llevarse a cabo. Estos dos elementos proporcionan una mayor firmeza en la identificación y solución de las deficiencias en el proceso.

4. La percepción del concepto de calidad, indicadores y métricas: la comprensión de los requisitos de calidad como resultado de la competencia en el mercado es el punto de partida para la labor de concienciación de la adopción de mejoras. La presencia de programas de calidad, indicadores de desempeño y métricas para medir los resultados indica un conocimiento previo de esta necesidad y ayuda a evaluar el desempeño actual de la empresa. Estos datos también son importantes en las fases de medición y análisis del ciclo DMAMC.

5. Compromiso con el cambio: crucial para cada proyecto, el compromiso de la alta dirección y otros miembros del personal revelan la participación de todo el mundo en busca de mejoras. La adquisición de la aprobación de la Junta de la empresa reduce el esfuerzo y disminuye la resistencia al cambio. Involucrar a los empleados les hace sentirse parte de un equipo y los propietarios del proyecto en cuestión.

El análisis de los elementos identificados supone que cualquier empresa, independientemente de su tamaño y función, es capaz de adoptar el programa Six Sigma en sus procesos, porque los factores que se presentan son parte del sentido común en cualquier iniciativa empresarial.

CAPÍTULO 5:

PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SIX SIGMA EN UNA EMPRESA DE SERVICIO

Sobre la base de revisión de la literatura, en este capítulo se explica en qué consiste cada uno de los elementos que componen el modelo para la implementación de la metodología Six Sigma en la empresa de servicios.

5.1. Misión, Objetivos y Valores

La misión es la razón de la empresa. La misión de la empresa sirve como función orientadora y delimitadora de la acción empresarial, dentro de un periodo de tiempo normalmente largo, y que están comprometido las creencias, expectativas, conceptos y recursos (Oliveira, 1992).

Además, el establecimiento de la misión requiere de una revisión externa (la amenaza de nuevos competidores y nuevas oportunidades de negocio) e internos (fortalezas y debilidades) de la empresa, lo que refleja su planificación estratégica, la dirección de los esfuerzos y consolidar la comprensión.

Los objetivos pueden ser conceptualizados como un estado, situación o resultado futuro que la empresa quiere lograr. Tienen un plazo para la realización y resultan de la sumatoria de la composición de los objetivos de sus líderes. Están diseñados para dar a la gente un sentido de su función específica y adecuado rol en la empresa, dando consistencia a la toma de decisiones, estimular el compromiso y los logros sobre la base de los resultados esperados, y sentar las bases para las acciones correctivas y de control (Oliveira, 1992).

Como complemento a los elementos anteriores en la formación de una identidad corporativa, son los valores de la empresa. De acuerdo con Montgomery (1998), la construcción de un sistema de valores es esencial para determinar las directrices y líneas de acción en una organización. Y el inicio de la construcción es la definición de la visión corporativa, un "sueño imposible" que guiará la misión corporativa. Una vez definida la visión y la misión, la empresa debe traducir estos valores en sus sistemas de gestión.

Aunque la función de la alta dirección es la definición de los valores, que son base para la visión futura de la empresa, estos valores corporativos deben traducirse en valores individuales para los empleados. Por lo tanto, es extremadamente importante escuchar las opiniones de los empleados en la construcción de la identidad corporativa, por lo que se puede construirse sobre la base de los valores y creencias importantes para el grupo.

El concepto de calidad ha pasado de ser simplemente procedimientos de operación a una dimensión más estratégica, en el que el consumidor ahora dicta las reglas del mercado. De acuerdo con Carvalho (2005), esta nueva dirección comenzó a considerar el mercado de consumo como una prioridad para la definición de las políticas gerenciales de la organización. Las principales razones para este cambio fueron: la globalización de la economía, la reducción del poder adquisitivo, la facilidad de acceso a la información y la creciente competencia. También de acuerdo con el autor, el programa Six

Sigma promueve la alineación del área de calidad con las estrategias de negocio de la organización.

Este desarrollo se realiza a través de una estructura jerárquica que alinea las estrategias y los objetivos de negocio con el portafolio de programas y proyectos, que son la base de la pirámide presentada en la Figura N° 5.1. Así, vemos la importancia de la misión, objetivos y valores en la orientación de las directrices estratégicas de la empresa y en la selección de proyectos de Six Sigma.

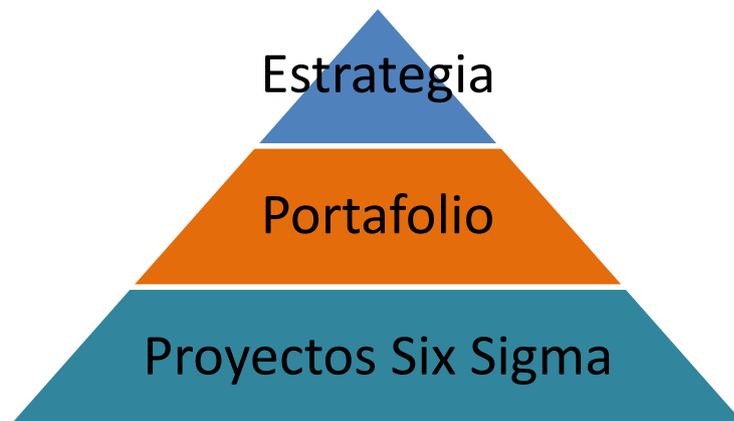


Figura N° 5.1. Alineamiento estratégico de los proyectos Six Sigma (Carvalho, 2005).

Finalmente, Carvalho (2005) resume la dimensión estratégica de la calidad en 17 principios, de los cuales tres fueron seleccionados para incorporar los aspectos tratados:

- a) La calidad se produce por un proceso de evolución (modificación en los valores de los individuos y organizacionales), y no por simples mecanismos para la aplicación práctica.
- b) La calidad se genera a partir de conceptos y filosofías, es decir, entendiendo que es un valor estratégico. Solamente después de estos valores definidos y se debe seleccionar las herramientas, técnicas y métodos para producirla.
- c) La calidad debe tener objetivos a largo plazo, fijados en metas a medio plazo y en resultados prácticos constantes en el corto plazo.

Balanced Scorecard (BSC)

Debido a que es un trabajo que requiere evaluaciones del mercado, competidores y también la visualización de las amenazas y oportunidades para la formulación de la estrategia, la misión de la empresa, como la visión, objetivos y metas, deben ser desarrollados por la alta dirección, ya que esta posee la información, el conocimiento y la experiencia necesaria para realizar esta tarea.

Para Oliveira (1992) pone de manifiesto algunas precauciones que deben ser observadas por el Ejecutivo en el establecimiento de la misión de la empresa:

- No explicar lo que están haciendo, ya que estas definiciones no cumplen con su objetivo básico, es decir, las decisiones para lograr un cambio;

- No se relacionan directamente con los productos y servicios que se ofrecen, ya que reduce, en gran parte la extensión de la misión de la empresa;
- No buscar definiciones cortas, ya que esto puede afectar a la claridad y comprensión. tampoco establecer definiciones largas, que pueden entorpecer su asimilación; y,
- No establecer una frase definitiva de la misión de la compañía, ya que no está exento de los cambios en el tiempo y en las circunstancias internas y externas de la empresa.

Además, el autor advierte que la misión de la empresa debe satisfacer los criterios racionales y sensatos enfocados a la satisfacción del cliente, ser capaz de reflejar las habilidades esenciales de la empresa, ser realista y motivador.

Como ejemplo de la definición de la misión, se presenta una propuesta para *CNEL-Santo Domingo* para el servicio al mercado en el que opera (Figura N° 5.2). Esta definición sirve como base para el desarrollo de un modelo de integración de los objetivos e indicadores operacionales, alineados con la misión de la empresa, conocida como *Balanced Scorecard* (cuadro de mando integral).

MISIÓN
Corporación Nacional de Electricidad
Regional Santo Domingo
CNEL- STD

“SATISFACER LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE NUESTROS CLIENTES

OBTENER RENTABILIDAD PARA EL DESARROLLO DE LA EMPRESA Y EL RETORNO DE LA INVERSIÓN PARA LOS ACCIONISTAS.

CONTRIBUIR A LA CALIDAD DE VIDA Y DESARROLLO PROFESIONAL DE SUS EMPLEADOS.”

Tabla N° 5.2. Declaración de la Misión de CNEL – STD

En la figura N° 5.3, muestra el cuadro de mando integral desarrollado en sus cuatro perspectivas: financiera, del cliente, la innovación interna, y el aprendizaje.

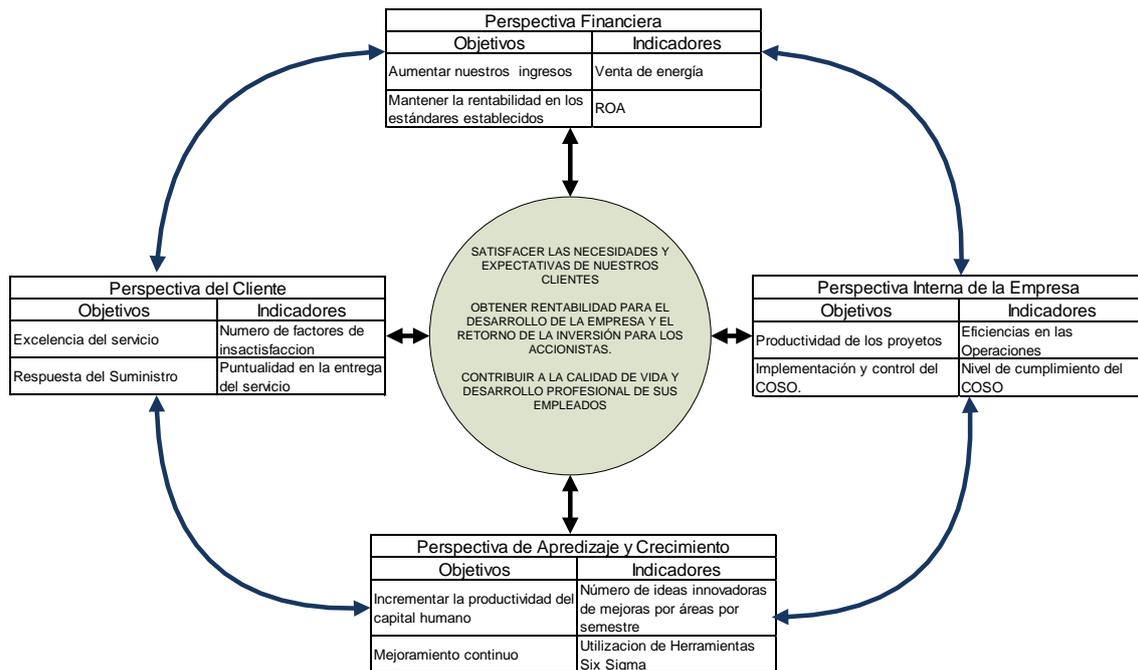


Figura N° 5.3. Cuadro de Mando Integral propuesto para CNEL-STD.

Definidos los indicadores, se pueden desarrollar *scorecards* organizados jerárquicamente entre directores y los niveles gerenciales de la empresa. Para Mergulhao(2003), los directores, gerentes y empleados puede monitorear y desarrollar sus contribuciones a los objetivos de la organización.

Completando la jerarquía, se encuentran los *dashboards*, que detallan los indicadores de los *scorecards* que une a sus propios indicadores y promueven un nivel más preciso de la información. La Figura N° 5.4, ilustra esta estructura.

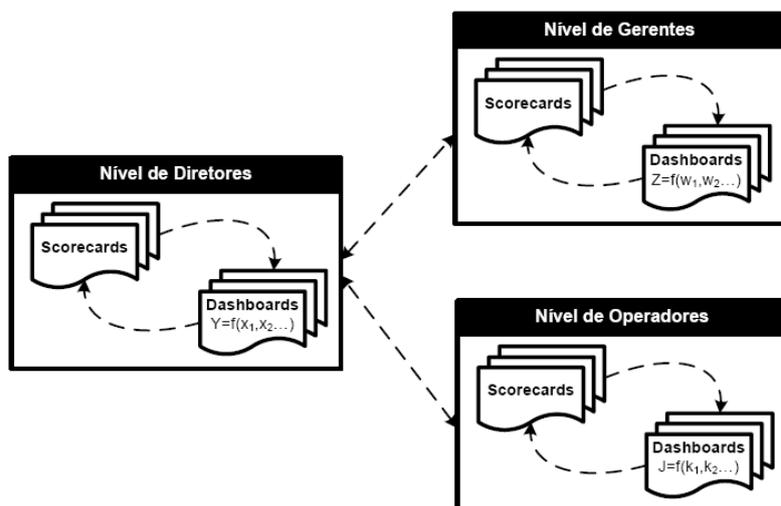


Figura N° 5.4. Jerarquía de los *scorecards* (adaptado de Mergulhao, 2003).

Para Pyzdek (2003), el BSC y Six Sigma están perfectamente integrados. Según el autor, Six Sigma se utiliza tanto para aproximar los espacios entre los indicadores críticos, y para ayudar a desarrollar nuevos procesos, productos y servicios consistentes con la estrategia de la alta dirección. Esta opinión también es compartida por Mergulhao (2003), argumenta que la integración entre el BSC y Six Sigma, si se hace de manera constructiva, promueve la mejora de la misma, posiblemente asegurando que ambos también puedan ser potencializados.

De acuerdo con Mergulhao (2003), esta integración se puede hacer por el desarrollo sucesivo de los indicadores contenidos en los *dashboards* y

scorecards. Para ello, se utilizan matrices de relación que dan prioridad a los indicadores de acuerdo con el grado de importancia dada por el cliente. Los indicadores seleccionados se comparan con los de menor jerarquía para que se pueda determinar cuales están más alineados con la estrategia organizacional. El proceso termina con la selección de indicadores a nivel operativo, que finalmente se transforman en proyectos de Six Sigma para los dueños de proceso. El proceso de síntesis se muestra en la Figura N° 5.5.

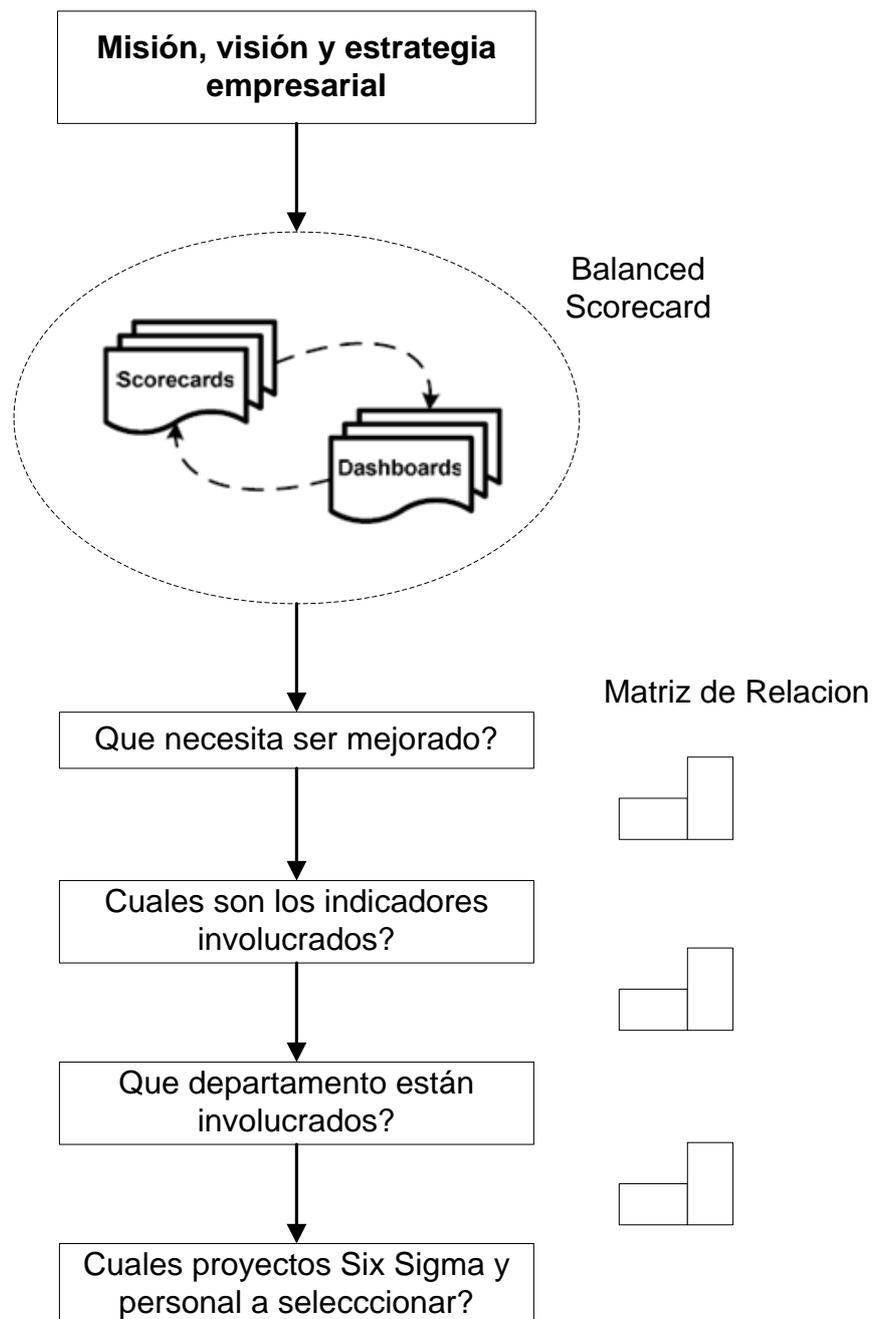


Figura N° 5.5. La integración de procesos entre el BSC y Six Sigma (adaptado de Mergulhao, 2003).

Por último, con respecto a la creación de la misión, objetivos y valores, es necesario que **los indicadores deban ser pocos y esenciales**. Los *dashboards* debe tener el menor número de indicadores posibles, para que las

organizaciones no se pierda mucho tiempo con su relleno y con ello perder su mayor fortaleza: la agilidad en la ejecución de decisiones y ejecución, y la respuesta rápida a las necesidades del mercado.

5.2. Conocimiento del negocio, clientes, competidores y el mercado.

Una buena planificación es esencial no sólo en la etapa previa a la apertura de un negocio, sino también para la vida de una empresa, independientemente de su tamaño y funcionalidad. El conocimiento de los procesos internos de la organización, los clientes, los principales competidores y la posición de mercado en los que opera son factores clave para la estructuración de la planificación estratégica de la compañía. El plan estratégico debe orientar las acciones con el fin de maximizar el rendimiento de la empresa.

Oliveira (1992) señala que la planificación es impulsada por tres áreas estratégicas:

- 1) La Misión de la Empresa;
- 2) La relación (positiva o negativa) entre las oportunidades y amenazas;
- 3) La relación (positiva o negativa) entre las fortalezas y debilidades que la empresa tiene que enfrentar las oportunidades y amenazas del entorno.

Por oportunidades se entiende como las variables externas y no controlables por la empresa, lo que puede crear condiciones favorables para la empresa.

Las amenazas, por el contrario, tienden a crear opciones desfavorables para la empresa. Se trata que la empresa pueda desarrollar una visión para la transformación de las amenazas en oportunidades. Como puntos fuertes, las variables internas y controlables que indica también una condición favorable para la empresa. Los puntos débiles son también fuente interna y controlable y causan una situación desfavorable para la empresa.

La combinación de estos factores puede ser elaborada con la ayuda de un arreglo matricial llamado FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). La matriz FODA organiza en forma integral la información pertinente al análisis interno y externo de la empresa, y la síntesis de esta información es de fácil visualización. Cada cuadrante representa una posición estratégica, adecuada al análisis conjunto de los elementos seleccionados (tabla N° 5.1).

		Factores internos	
		fortalezas	Debilidades
Factores externos	Oportunidades	Generar estrategias que utilizan las fortalezas para aprovechar las oportunidades	Generar estrategias que aprovechen las oportunidades para superar las debilidades
	Amenazas	Generar estrategias que utilizan las fortalezas para evitar amenazas. Convertir las amenazas en oportunidades.	Generar estrategias para minimizar las debilidades y evitar las amenazas. Convertir las amenazas en oportunidades.

Tabla N° 5.1. Matriz FODA (adaptado Oliveira, 1992).

El *benchmarking* es una herramienta que puede ayudar a identificar los factores internos y externos útiles para la formulación de estrategias. Por

benchmarking se entiende: "[...] la continua búsqueda de los mejores métodos que producen un mayor rendimiento, cuando adaptadas y aplicadas dentro de la organización" (Bogan, 1996). Por *benchmarks* se define como: "[...] las mediciones para calibrar el desempeño de una función, operación de la empresa en relación con otros" (Bogan, 1996). En el proceso de formación de la estrategia, la *benchmarking* se presenta como una herramienta poderosa en la definición de los puntos de referencia, en el cual la compañía se basa para establecer sus metas y objetivos.

Bogan (1996) sostiene que antes de establecer la estrategia, la organización debe establecer su situación actual. Según el autor, los Gerentes pueden hacer esto más eficazmente desarrollando algunas medidas de referencia o *benchmarks* para ayudar a definir cuál es su posición en relación a su competencia, para esto compara las mediciones de *benchmarks* con las suyas para identificar sus fortalezas y debilidades y definir las oportunidades y amenazas competitivas.

Las interrelaciones de *benchmarking* con la matriz FODA para el desarrollo de la estrategia se muestran en la Figura N° 5.6. Las **Condiciones y tendencias ambientales** entiéndase como las instrucciones técnicas, económicas y sociales. Sobre las **oportunidades y riesgos** resáltese como la capacidad de identificar, realizar investigaciones y la evaluación de riesgos. La **competencia diferencial** habla respecto a los recursos financieros, organizativos y de gestión de la empresa, y los **recursos de la empresa** se refieren a los

programas para aumentar la capacidad y la expansión / restricción de oportunidades.

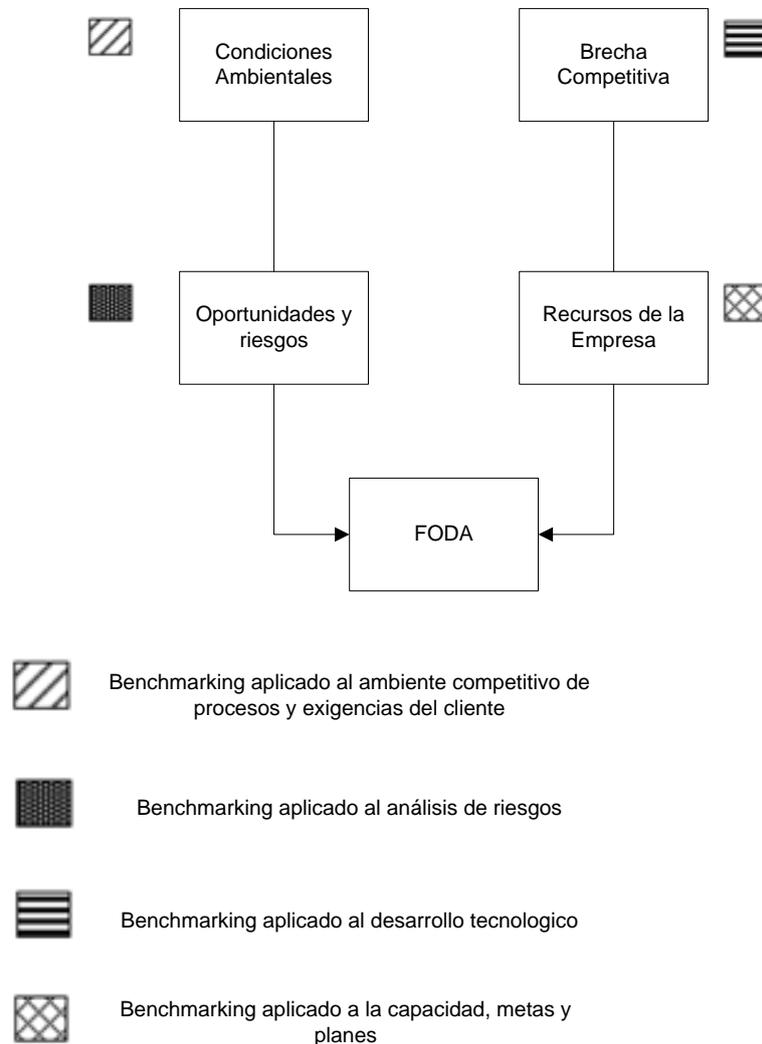


Figura N° 5.6. Integración entre Benchmarking y el análisis FODA (Sobre la base Bogan, 1996; Oliveira, 1992; Montgomery, 1998).

Debido a su característica de gestión basada en hechos y datos, la implementación de Six Sigma se beneficia fuertemente de los resultados encontrados las investigaciones de benchmarking. Según Pyzdek (2003), el *benchmarking* es una de las muchas herramientas de Six Sigma que pueden ayudar a la resolución de problemas, mejora de procesos y reingeniería. El

benchmarking es compatible y complementario a otras herramientas que pueden utilizarse para reducir el tiempo de ciclo, reducir costos y minimizar las variaciones. El autor también hace hincapié en que todas las actividades de *benchmarking* deben ser realizadas por la administración como parte de una estrategia global que alinea la misión de la organización y la visión, vinculando los objetivos de corto y largo plazo.

5.3. Estructura de la organización y procedimientos.

La estructura organizativa es fundamental para la definición de roles y asignación de tareas en el entorno empresarial. Su propósito es: “[...] armonizar las actividades de dos o más personas a través de la división del trabajo y la jerarquía de las autoridades con el objetivo de lograr un propósito o meta común“(Pinto, 2002)

Esta definición supone una delegación de autoridad y responsabilidades entre los empleados de la compañía para que puedan alcanzar los objetivos establecidos. La delegación de autoridades se puede hacer de manera formal o informal. La estructura formal es deliberadamente planeada y formalmente representada en algunos de sus aspectos. La estructura informal es creada por una red de relaciones interpersonales que pueden influir en la toma de decisiones. (Pinto, 2002)

Para Oliveira (1992), la operación de un negocio está asegurada cuando las personas desarrollan su papel, para cumplir o exceder los estándares cuantitativos y cualitativos de desempeño establecidos por los objetivos y desafíos del negocio. En esta concepción, observa la mejora del rendimiento como consecuencia de la construcción de la estructura organizativa. Para Pinto (2002):

“Cuando la estructura organizativa se ha establecido correctamente, ofrece algunos aspectos a la empresa:

- *Identificación de las tareas necesarias;*
- *Organización de las funciones y responsabilidades;*
- *Información, recursos y retroalimentación a los empleados;*
- *Medidas de desempeño compatibles con los objetivos; y*
- *Las condiciones para la motivación “*

Ciertamente, el concepto de una estructura organizativa no es una tarea sencilla. Hay factores condicionantes que guían la construcción de esta estructura. Estos factores están estrechamente relacionados con el análisis de las fortalezas y debilidades, oportunidades y amenazas e impuestas a la organización. Para Pinto (2002), cuatro son los factores determinantes del proceso de organizar: el medio ambiente, estrategia, tecnología y recursos humanos.

Estos factores influirán en la toma de decisiones con respecto a la definición de la división del trabajo, la definición de un sistema de autoridades y la definición de un sistema de comunicación, importantes en la construcción de la estructura. Pinto (2002) explica que en cada una de estas categorías hay varios

aspectos a considerar. La definición de un conjunto de aspectos definen los respectivos sistemas (tabla N° 5.2).

Tipo de decisión	Aspectos principales a considerar
La división del trabajo (Sistema de responsabilidades)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de experiencia. 2. Definición de responsabilidades y tareas. 3. Definición de las unidades de trabajo.
Sistema de Autoridades	<ol style="list-style-type: none"> a) Definir los tipos de autoridad. b) Definición de los niveles jerárquicos. c) Definición de las amplitudes de control. d) Definir el grado de centralización y la descentralización.
Sistema de Comunicación	<ol style="list-style-type: none"> i. Definición de los medios de comunicación. ii. Definición de los tipos de comunicación.

Tabla N° 5.2. Tipos de decisiones tomadas durante el proceso de organización y los principales puntos (Pinto, 2002).

Es de destacar que los factores condicionantes, así como los sistemas construidos a partir de los procesos de toma de decisiones, se han dilucidado con el fin de relacionar el proceso de construcción de la estructura organizativa para el análisis de los factores internos y externos a la empresa, y también se relaciona con la secuencia de acciones para lograr los factores necesarios para la implementación de Six Sigma. Los detalles de estas condiciones y la construcción de sistemas, sin embargo, no forman parte del ámbito de búsqueda.

Dentro de este contexto encuéntrese a los procedimientos. Los procedimientos pueden ser definidos como reglas predeterminadas para la ejecución de una actividad determinada. Al condicionar al operador de seguir un conjunto ordenado de reglas, los procedimientos facilitan la detección de desviaciones, o el estudio de los posibles errores y el control de todo el proceso.

5.3.1 Organización

Según Pande (2001), una de las tareas principales, para iniciar los esfuerzos de Six Sigma, es la definición de los roles apropiados para la organización y aclarar las responsabilidades. La construcción de una estructura organizativa facilita la identificación y selección de los actores de los proyectos de Six Sigma. Es importante aclarar que Six Sigma no puede ser aplicado de cualquier manera, de hecho es necesario que exista una estructura en la organización, misma que estará determinada de acuerdo a reglas muy estrictas en las que cada uno de los integrantes de dicha estructura tendrá ciertas funciones y roles que dependerán del puesto que ocupen para Six Sigma. Estos agentes de cambio serán los que impulsen y dirijan las mejoras de la organización.

Para alcanzar Six Sigma, no es necesario un recambio del personal de organización. Uno de los objetivos de Six Sigma es conducir o provocar un cambio cultural en la organización y preparar a los empleados a usar la metodología. Esta preparación consiste en entrenar a toda la organización,

haciendo que se suministre todo su potencial para la mejora de la calidad. Esta preparación consiste en enseñar a todos: nuevos métodos, técnicas, herramientas, métricas y mostrar cómo se usan, para que absolutamente todos puedan entender la relevancia de la metodología y puedan trabajar con ella.

Se recomienda implementar Six Sigma en forma gradual, por proyectos liderados por equipos multidisciplinarios dentro de la organización. Los equipos se organizan a diferentes niveles y con distintos grados de conocimientos y habilidades. El ingrediente esencial que hace que funcione, radica en la selección adecuada de las personas que integrarán los equipos de trabajo.

En la Figuras, se muestra una organización típica para Six Sigma.

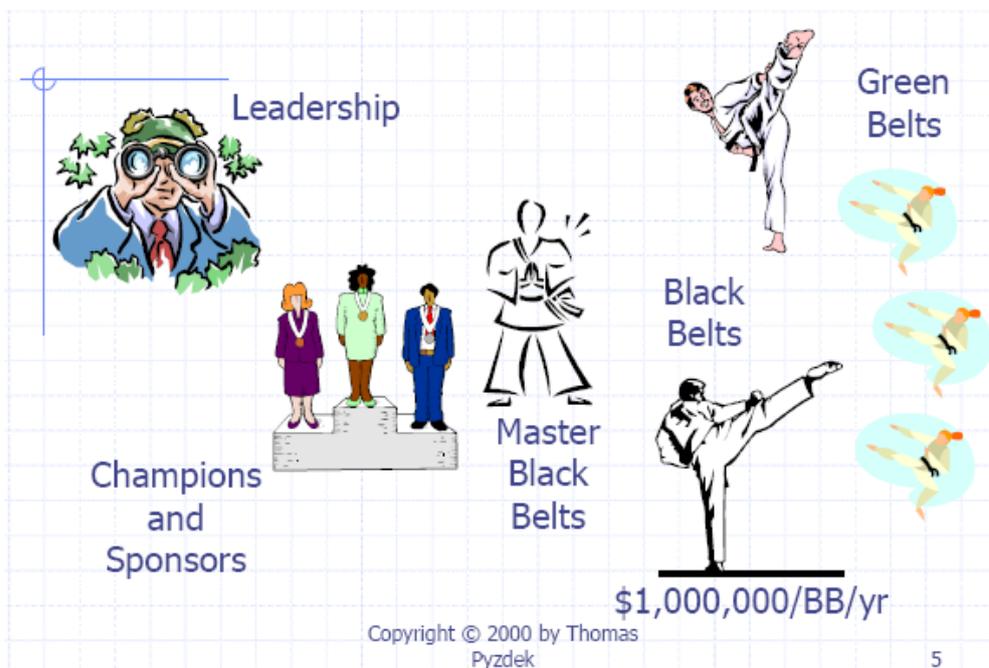


Figura N° 5.7. Agentes de cambio dentro de la estructura Six Sigma.

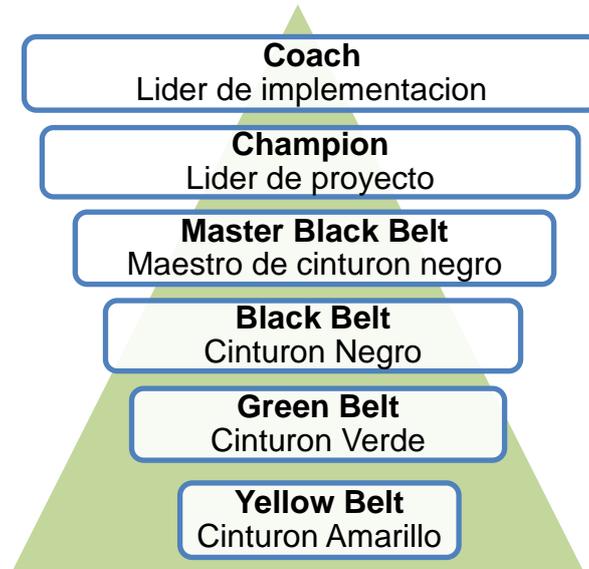


Figura N° 5.8. Organización para Six Sigma

Esta organización, es la que motiva y produce una cultura de Six Sigma que junto con un proceso de pensamiento sistémico en toda la organización genera la mejora basada en los conocimientos.

El soporte y compromiso por parte de la Alta Dirección es vital y fundamental, para lo cual se entrenan y definen los Maestros, que en el lenguaje de Six Sigma son conocidos como Champions, quienes son los dueños de los proyectos críticos para la organización. Para desarrollar estos proyectos se seleccionan y preparan expertos a los que en Six Sigma se denominan como; Master Black Belt, Black Belt, Green Belt y Yellow Belt, quienes se convierten en agentes de cambio para impulsar y desarrollar estos proyectos, en conjunto con los equipos de trabajo seleccionados para los mismos.

No existe una regla genérica que indique cuantas personas deben integrar los equipos de mejora para Six Sigma, ni cuantos Master Black Belt, Black Belt, Green Belt o Yellow Belt deben existir en la organización pero la experiencia de algunas organizaciones exitosas en la implementación de la metodología han determinado que los principales roles de los miembros de la estructura organizacional para Six Sigma, es la siguiente; un Champion por Proceso, un Master Black Belt por cada 30 Black Belts o por cada 1000 trabajadores, un Black Belt por cada 100 trabajadores para industrias de manufactura, y uno por cada 50 trabajadores para empresas de servicios, un Green Belt por cada 20 empleados, y finalmente los Yellow Belt que sirven de apoyo a los proyectos de mejora.

5.3.2. Funciones y roles para Six Sigma

Un camino para lograr el éxito de los proyectos de mejora aplicando la Metodología Six Sigma es a través de una clara definición de los roles y responsabilidades que deben tener cada uno de los integrantes de los equipos de mejora. Una vez que la Alta Dirección ha escogido un plan para la implementación de Six Sigma, el trabajo real es lograr conjuntar líderes, equipos de proyecto y líderes de los equipos. Algunos papeles que desempeñan los miembros de los equipos de mejora pueden tener títulos tomados de las artes marciales; como Master Black Belt (Maestro Cinturón **Negro**), Black Belt (Cinturón **Negro**), Green Belt (Cinturón Verde), Yellow Belt (Cinturón **Amarillo**).

- 1.- Líder de implementación (Coach)
- 2.- Champion (Líder de proyecto)
- 3.- Master Black Belt (Maestro de Cinturón **Negro**)
- 4.- Black Belt (Cinturón **Negro**)
- 5.- Green Belt (Cinturón **Verde**)
- 6.- Yellow Belt (Cinturón **Amarillo**)

Existen varias funciones y roles que pueden desarrollar los miembros de los equipos de mejora de la Metodología Six Sigma, los cuales se describen a continuación:

5.3.2.1. Coach (Líder de implementación)

Este papel del Coach¹⁸ puede tener varios nombres; Vicepresidente de Six Sigma o Director Ejecutivo de Six Sigma. Este individuo es el que dirige completamente la iniciativa Six Sigma en la organización. El líder de implementación suele tener a menudo un nivel de Vicepresidente Corporativo quien reporta directamente al Presidente, al Consejo de Administración o a un Vicepresidente Sénior.

El Líder de implementación es un profesional con experiencia en la mejora empresarial, en calidad o un ejecutivo respetado con una gran experiencia y

¹⁸ Pande, P. Holpp, L. (2002). ¿What is Six Sigma? (pp. 24-25). USA: McGraw Hill

conocimiento de la organización además de contar con habilidades administrativas y de liderazgo. Este es un puesto con un alto sentido de responsabilidad, muy exigente con objetivos a corto plazo y con una visión de largo plazo.

Como pasa con un Black Belt, el Líder de implementación es a menudo una posición temporal con el líder moviéndose a otra posición ejecutiva o directiva al cabo de pocos años. La meta última del Líder de implementación es impulsar el pensamiento, las herramientas y los hábitos de Six Sigma a través de toda la organización y ayudar a que la iniciativa resulte en beneficios financieros y permita incrementar la satisfacción del cliente.

De varias maneras, el Líder de implementación sirve como la conciencia del equipo directivo de la organización, ayudando a sus miembros a mantener las prioridades de Six Sigma en un lugar privilegiado de su agenda. Tiene como responsabilidad fundamental en la organización la ejecución de planes de implementación de la metodología Six Sigma.

5.3.2.2. Champion (Líder de proyecto)

Los Champions¹⁹, son líderes de Alta Dirección quienes sugieren y apoyan los proyectos Six Sigma, ayudan a obtener los recursos necesarios y eliminan los obstáculos o barreras que impiden el éxito de los proyectos de mejora. A los

¹⁹ Pande, P. Holpp, L. (2002). ¿What is Six Sigma? (pp. 23-24). USA: McGraw Hill.

Champions se les puede localizar en el máximo nivel de decisión de la organización; normalmente del nivel gerencial, son los creadores de la visión del programa, definen su implementación, establecen objetivos para alcanzar los máximos niveles de desempeño de Six Sigma y seleccionan los proyectos de mejora. Frecuentemente los Líderes de proyecto o Champions son conocidos como dueños del proceso y son los encargados de darle seguimiento a los proyectos individuales con el fin de alcanzar los resultados planeados.

El Champion es un miembro del Comité de Liderazgo o de Dirección. A veces, un Champion supervisa uno o más Champions dentro de la misma organización. En cualquier caso, las responsabilidades del Champion son:

- ◆ Asegurar que los proyectos están alineados con los objetivos de la empresa;
- ◆ Proveer de dirección a los proyectos Six Sigma cuando esto no ocurra;
- ◆ Mantener informados a los otros miembros del comité de Liderazgo sobre el progreso de los proyectos Six Sigma;
- ◆ Suministrar o persuadir a terceros para aportar al equipo los recursos necesarios, tales como tiempo, dinero, y la ayuda de otros;
- ◆ Conducir reuniones periódicas de revisión de resultados de proyectos Six Sigma;
- ◆ Negociar conflictos, y procurar enlaces con otros proyectos Six Sigma;
- ◆ Estar preparado para cambios en la definición del proyecto y en su alcance;

- ◆ Aconsejar y aprobar cambios en el equipo y alcance del proyecto;
- ◆ Defender el equipo de trabajo frente al CEO;
- ◆ Eliminar barrera burocráticas que se encuentran;
- ◆ Trabajar junto a otros directivos para garantizar la implementación

Desafortunadamente, el papel del Champion tiende a recibir la menor formación y preparación, de modo que puede convertirse en uno de los eslabones más débiles de la Metodología Six Sigma, en especial cuando se inicia con su implementación.

5.3.2.3. Master Black Belt (Maestro de Cinturón Negro)

Los Master Black Belt²⁰, suelen ser Gerentes o Jefes altamente capacitados en Six Sigma con un enfoque particular en mejorar la satisfacción del cliente y reducir los costos, son muy técnicos y con un alto grado de dominio de las herramientas estadísticas básicas y avanzadas lo que les permite tener un liderazgo técnico a los proyectos de mejora y asisten a los Black Belts en soluciones estadísticas avanzadas. Son de tiempo completo, asesoran y administran proyectos, coordinan las actividades de los Black Belts y son los encargados de negociar los proyectos con la Alta Dirección. Principalmente están involucrados en el entrenamiento de los Black Belts y Green Belts y la identificación y generación de nuevos proyectos de Six Sigma. En la mayoría de las organizaciones el Master Black Belt sirve como entrenador, asesor o

²⁰ Pande, P. Holpp, L. (2002). ¿What is Six Sigma? (pp. 23-24). USA: McGraw Hill.

consultor para los Black Belts que trabajan en una variedad de proyectos. En muchos casos, el Master Black Belt es un experto en las herramientas analíticas de Six Sigma, con una formación en Ingeniería, en Ciencias o Economía. En algunas compañías, el Master Black Belt toma el papel de agente de cambio de la organización, ayudando a promocionar el uso de los métodos y soluciones de Six Sigma. El Master Black Belt también puede actuar como formador de tiempo parcial de los Black Belts y de otros grupos. Finalmente, el Master Black Belt puede involucrarse en proyectos especiales de Six Sigma, por ejemplo, el investigar los requerimientos de los clientes o desarrollando medidas para procesos claves de la organización.

Algunos Master Black Belt adquieren su experiencia básicamente cuando trabajan en las áreas de calidad de sus organizaciones, sin embargo cada vez es más común encontrar que algunos, después de haber sido Black Belts, tienen la oportunidad de ser Master Black Belt y deciden permanecer en el área de mejora. Desde luego, necesitan tener las habilidades apropiadas para ocupar el papel de Master Black Belt en su organización.

En su papel de entrenador, el Master Black Belt es asegurarse de que el Black Belt, y su equipo siguen enfocados en el proyecto, completan su trabajo adecuadamente y pasan las etapas sucesivas del proceso de mejora Six Sigma. El Master Black Belt da su opinión e incluso participa en tareas como son la toma de datos, los análisis estadísticos, el diseño de experimentos y la comunicación con Directivos claves.

Como muchos entrenadores, los Master Black Belts tienen varios Black Belts bajo su cuidado con el fin de apoyarlos en la identificación de oportunidades y desafíos en el esfuerzo de la Metodología Six Sigma. Los Black Belts, son más numerosos y son fundamentales para la mayoría de las iniciativas Six Sigma. Los Master Black Belt juegan un papel crítico en mantener vivo el proceso de cambio, el ahorro en costos y mejorar la satisfacción del cliente.

5.3.2.4. Black Belt (Cinturón Negro)

Los Black Belt²¹, son individuos con orientación técnica y habilidades matemáticas. Son facilitadores ya que desarrollan e implementan proyectos asignados en tiempo, calidad y costo, una de sus funciones principales es liderar a los equipos responsables de Medir, Analizar, Mejorar y Controlar los procesos que afectan la satisfacción del cliente, la productividad y calidad; están involucrados en la administración como agentes de cambio y son expertos en el uso de las herramientas necesarias para Six Sigma.

Los Black Belts, se seleccionan entre el personal con más potencial de la empresa, reciben un entrenamiento inicial intensivo. Generalmente se dedica tiempo completo a esta tarea durante aproximadamente dos años. Entre sus funciones principales está el entrenamiento a los restantes miembros de los equipos de mejora, Green Belts y Yellow Belts. Se les asigna la responsabilidad directa sobre los objetivos de mejora establecidos con

²¹ Pande, P. Holpp, L. (2002). ¿What is Six Sigma? (pp. 21-22). USA: McGraw Hill.

indicadores económicos concretos. También tienen un fuerte incentivo dado por la posibilidad concreta de evolucionar en la organización a partir del cumplimiento exitoso de los planes de mejora.

Con lo anterior, este es el nuevo papel más crítico en Six Sigma. El Black Belt, es una persona de tiempo completo dedicado a enfrentarse con oportunidades de cambio críticas y a conseguir que logren resultados. El Black Belt: lidera, inspira, dirige, delega, entrena, cuida de sus colegas y se convierte en casi un experto en herramientas para analizar problemas y fijar o diseñar procesos y productos y servicios. Normalmente el Black Belt trabaja con un equipo asignado a un proyecto Six Sigma.

El Black Belt es básicamente responsable de lograr que el equipo comience el proyecto, adquiera confianza, observa y participa en su entrenamiento, gestiona la dinámica del grupo y mantiene el proyecto en marcha para lograr los resultados con éxito. El Black Belt debe poseer muchas habilidades, incluyendo una gran capacidad de resolución de problemas, habilidad para recopilar y analizar datos, capacidad de organización y liderazgo, además debe ser un adepto a la administración de proyectos, el arte y la ciencia de hacer que se hagan las cosas a tiempo mediante el esfuerzo de otros.

Los Black Belt, se seleccionan entre los mandos intermedios o bien son jefes con grandes proyecciones en la empresa, sirven por lo general entre año y medio y dos años en esa función, completando entre cuatro y ocho proyectos

y/o recibiendo asignaciones especiales. En la mayoría de las empresas consideran el pertenecer al grupo de Black Belts como una plataforma para otras oportunidades, incluyendo promociones e incentivos.

5.3.2.5. Green Belt (Cinturón Verde)

El Green Belt²², es personal técnico o de soporte del área involucrada en el proyecto de mejora, son de tiempo parcial en los proyectos de Six Sigma, una de sus principales funciones dentro del equipo es ser ayudantes de los Black Belts. Facilitan y forman equipos de trabajo para desarrollar proyectos de principio a fin, se apoyan en los Black Belt en el uso de herramientas estadísticas. Son entrenados por los Black Belt en herramientas estadísticas básicas y de mejora continua.

Los Green Belt, son personas con formación en los métodos Six Sigma, a veces con el mismo nivel que un Black Belt. En ocasiones funge como líder del equipo lo que le permite aplicar los nuevos conceptos y herramientas de Six Sigma a las actividades del día a día.

5.3.2.6. Yellow Belt (Cinturón Amarillo)

²² Pande, P. Holpp, L. (2002). ¿What is Six Sigma? (pp. 21). USA: McGraw Hill.

Los Yellow Belt²³, son personas de las diferentes áreas de la organización, son de tiempo parcial dedicado a proyectos Six Sigma, su función es de apoyo a los proyectos de mejora en los procesos de su competencia.

Las personas que participan como Yellow Belt dentro de los proyectos Six Sigma no requieren ser unos expertos en estadística, sin embargo es necesario tener conocimientos de estadística básica que aunados con su experiencia del proceso les permitirá brindar una valiosa aportación para lograr el éxito de los proyectos en los que participan.

Generalmente las funciones y roles de los integrantes de los equipos de mejora varia de una organización otra, sin embargo como una forma de visualizar a las organizaciones, en la tabla N° 5.3, se muestran los roles, responsabilidades, posiciones, perfil y cantidad de personas para proyectos Six Sigma en empresas de mediana a grande. Empresas pequeñas, requerirán una organización más compacta, pero la idea es la misma. Se requieren de uno o varios Black Belts de tiempo completo, y algunos más de tiempo parcial como coordinadores que cuentan con un puesto formal en la organización así como Green Belts y Yellow Belts de tiempo parcial.

²³ Reyes, D. (2002, Noviembre). 6 Sigma Transaccional, Experiencia y Proyectos Exitosos en Mabe Comercial.

Tabla N° 5.3. Funciones y roles de Six Sigma

Rol	Responsabilidad	Posición	Perfil	Cantidad
Coach	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Promover cambios mayores en la cadena de valor. ▶ Remover barreras ▶ Incluir a la Metodología Six Sigma como parte de la Planeación Estratégica de la organización. 	Vicepresidente	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Visión <input checked="" type="checkbox"/> Liderazgo <input checked="" type="checkbox"/> Autoridad 	1
Champion	<ul style="list-style-type: none"> • Promover el cambio • Identificar proyectos Six Sigma • Proporcionar recursos para los proyectos 	Gerentes de área	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Dedicación <input checked="" type="checkbox"/> Entusiasmo <input checked="" type="checkbox"/> Administrador <input checked="" type="checkbox"/> Seguimiento 	2 ó más
Master Black Belt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover un liderazgo técnico en la Metodología Six Sigma. ▪ Asistir a los Black Belts en buscar soluciones estadísticas inusuales. ▪ Entrenar a los Black Belts y Green Belts ▪ Promover el cambio en la organización 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Gerentes de área ★ Jefes de área 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Habilidad estadística <input checked="" type="checkbox"/> Conocimientos de estadística. <input checked="" type="checkbox"/> Liderazgo 	1 por 1000 Personas en Empresas grandes
Black Belt	<ul style="list-style-type: none"> ★ Desarrollar e implementar proyectos asignados en tiempo, calidad y costo. ★ Ser agentes promotores del cambio para el negocio. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Ingenieros de área ★ Técnicos ★ Jefes de área 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Habilidades para comunicarse. <input checked="" type="checkbox"/> Reconocimiento 	10 por cada Master Black Belt
Green Belt	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Líder o coordinador de proyecto ➤ Motivar y encauzar a los participantes a la acción. 	Personal técnico	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Iniciativa <input checked="" type="checkbox"/> Cooperativo <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad 	2 ó 3 por c/Black Belt
Yellow Belt	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Apoyar los proyectos de mejora de los procesos de su competencia 	Personal general	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Cooperativo <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad 	Varía según el proyecto

5.3.3. Diferencia entre Green Belts y los Círculos de Calidad

Los Círculos de Calidad son grupos de tiempo parcial, entrenados en estrategias de calidad, técnicas de medición y análisis de problemas. Tienen un área compartida de responsabilidad y se reúnen con regularidad, para analizar los problemas de calidad, investigar sus causas, recomendar soluciones y emprender acciones correctivas.

Las principales diferencias entre los Green Belts y los Círculos de Calidad son:

- i. Los Green Belts se forman por proceso o proyecto. Tienen una duración limitada, hasta cumplir con la meta prevista y luego se disuelven. Sus integrantes pueden pasar a formar parte de otros equipos de mejora. En cambio los círculos de calidad son por lugar de trabajo y de por vida.
- ii. Los Green Belts, toman en forma directa las decisiones de mejora a realizar en los procesos. En cambio, en los círculos de calidad administrativa suele tener el control sobre la decisión final de la implementación de las soluciones recomendadas:
- iii. Los Green Belts trabajan hasta llevar el proceso a un nivel Six Sigma. En cambio, los círculos de calidad no tienen definido en forma institucional el límite de mejora para todos sus procesos.
- iv. Los Círculos de Calidad tuvieron grandes fallas en su implementación; pasaron un mecanismo más de la organización y le faltó la planificación y compromiso de la administración superior. En cambio, los Black Belts

tiene una forma planificada de implementación y cuentan con el apoyo de la totalidad de la estructura de la organización.

5.4. Percepción del concepto de calidad, indicadores y métricas.

Como se discutió en capítulos anteriores, la intensificación de la competencia ha contribuido a la evolución del concepto de calidad, de la simple inspección de los productos defectuosos al concepto de la calidad desde el proyecto. Esta nueva visión introduce dentro de la calidad los principios de la estrategia, el desarrollo de productos y/o servicios basados en las expectativas y aspiraciones del cliente.

La valoración de las necesidades del cliente y la comprensión de la calidad, se convierten en los elementos directores de las acciones para la mejora de productos y servicios. Las encuestas de opinión y bases de datos adquieren significativa importancia en la recopilación y almacenamiento de esta información.

En este punto, las normas y certificaciones de calidad, que la serie ISO 9001:2000 es la más difundida, sólo indican lo *que debe* hacerse para los estándares de calidad, eficiencia y eficacia que se cumplan, pero ellos dicen *como* se debe hacer. Su uso, sin embargo, garantiza la calidad interna y externa de la empresa. De acuerdo con Carvalho (2005), la garantía de calidad externa habla con respecto a la garantía que debe suministrarse a los clientes

que la compañía ha podido ofrecer con productos y servicios solicitados en la calidad, cantidad y en los plazos convenidos. La garantía interna de calidad tiene como objetivo proporcionar a la alta dirección la certeza de que las operaciones y procesos internos se llevan a cabo conforme a lo planeado y que un proceso de mejora continua está en curso. Es necesario, entonces el uso integrado de herramientas y métodos difundidos en todo el proceso evolutivo de la calidad como una manera de alcanzar los requisitos de la norma.

Sumando todas las herramientas desarrolladas y promover una utilización lógica y secuencial de estas herramientas dentro de un enfoque orientado a resultados, Six Sigma se integra perfectamente a los requisitos de la normativa, utilizando la definición de las necesidades del cliente, el establecimiento de criterios de medición y análisis para la prestación de mejoras y, especialmente, la asignación de recursos en las actividades estratégicas, lo que garantiza altos estándares de eficiencia y eficacia.

5.5. Compromiso con el cambio.

El compromiso con el cambio es crucial en el inicio de las actividades de implementación de cualquier sistema de gestión. El apoyo de los niveles directivos en la aceptación y la difusión de la metodología constituyen un factor determinante en el éxito de los proyectos.

El compromiso de cambio debe estar presente en la cultura organizacional, formar parte de las actividades cotidianas y ser un valor para cada empleado. Deben permitir la toma de decisiones siempre con el objetivo de mejorar la forma de realizar una tarea.

Para ello, se hace necesario capacitar al profesional y convertirlo en un agente de cambio. Esta capacidad puede ser alcanzada enfrentando a la calidad como un componente estratégico para la satisfacción del cliente y el desarrollo de una formación específica en técnicas y herramientas de calidad.

En este sentido, Six Sigma ayuda a ampliar las oportunidades de colaboración ya que la gente aprende como sus funciones encajan en el "imagen general", y pueden reconocer y valorar la interdependencia de las actividades en todas las partes de un proceso (Pande, 2001).

Como se señaló anteriormente, los proyectos Six Sigma en las organizaciones de servicio deben tener características muy específicas: debe ser compacto y objetivos, deben priorizar algunas herramientas, no necesita profesionales con altos conocimientos estadísticos (Master Black Belt y Black Belt), debe establecer los resultados en el corto plazo. Todos estos factores deben ser considerados en el diseño de un entrenamiento.

Otro factor se refiere a quienes deben ser entrenados. Werkema (2002) sugiere que para el éxito de Six Sigma la formación debe ser a personas con perfil

adecuado. Entre las características que cita el autor para la formación de un candidato para *Green Belt*, son: la persistencia, la motivación para lograr resultados y hacer los cambios, la capacidad de trabajar en equipo, capacidad de gestionar proyectos, el razonamiento analítico y cuantitativo, elevado conocimientos técnicos en su área de trabajo, y la capacidad de concentración.

En relación a la preparación que deben recibir los integrantes de los equipos Six Sigma se puede decir que existen variantes de acuerdo al tipo y tamaño de la organización, pero en promedio el entrenamiento requerido para los principales roles, es de 24 a 40 horas para los Champions, de 240 a 400 horas para los Master Black Belts, de 160 a 240 horas para los Black Belts, y finalmente, de 48 a 120 horas para los Green Belts.

Por lo general, cada rol requiere de un conjunto de habilidades, destrezas y experiencias adecuadas al tipo de actividad y responsabilidad a manejar; la Alta Gerencia y Ejecutivos familiarizados con las herramientas estadísticas, como Champions, Gerentes o Jefes con grados técnicos y dominio de las herramientas estadísticas básicas y avanzadas, como Master Black Belts, Ingenieros, técnicos o personal con cinco o más años de experiencia y con dominio de las herramientas estadísticas básicas, como Black Belts, personal técnico o de soporte del área involucrada y con conocimientos básicos de las herramientas estadísticas, como Green Belts, y finalmente, personal en general como Yellow Belt.

En realidad, el estudio de las experiencias exitosas demuestra que no son las estadísticas la clave de la Metodología Six Sigma, sino su forma de organización y despliegue del programa en toda la organización, en la tabla N° 5.4, se presenta una propuesta del investigador acerca del contenido del programa de capacitación para el personal candidato a Black Belt en Six Sigma, y en la tabla N° 5.6, presenta una propuesta del contenido del programa de capacitación para el personal candidato a Green Belt en Six Sigma.

Objetivo del Programa: Capacitación del personal en el uso de métodos, técnicas y herramientas para candidatura a Black Belt en Six sigma				
Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5
Horas: 34 hrs. Etapa: Medir	Horas: 34 hrs. Etapa: Definir	Horas: 34 hrs. Etapa: Analizar	Horas: 34 hrs. Etapa: Mejorar	Horas: 34 hrs. Etapa: Controlar
<p>Propósito:</p> <p>Permitir al equipo identificar y/o validar su proyecto de mejora, ilustrar sus procesos del negocio, definir requisitos del cliente, y prepararse para un proyecto eficaz en equipo.</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Introducción a la Metodología Six Sigma. ◆ Identificación y selección de áreas de oportunidad. 	<p>Propósito:</p> <p>Determinar la medida crítica necesaria para satisfacer requisitos del cliente y para desarrollar un plan de medición para documentar el funcionamiento del proceso.</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ Mapeo de procesos ☑ Estadística básica ☑ Diagrama de Causa y Efecto. 	<p>Propósito:</p> <p>Aprender como analizar el funcionamiento de los datos para refinar la oportunidad de la mejora.</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Análisis de gráficas ★ Intervalos de confianza. ★ Pruebas de hipótesis. 	<p>Propósito:</p> <p>Crear las soluciones del proceso que eliminan la causa raíz de los defectos detectados y que son transmitidos al cliente</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ DoE (Diseño de experimentos). ✚ Selección del tamaño de muestra para DoE. 	<p>Propósito:</p> <p>Implantar y mantener una solución, aun después de haber concluido el proyecto</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gráficas de control por variables. ➤ Capacidad y habilidad de procesos.

Tabla N° 5.4. Programa de capacitación para Black Belt

Objetivo del Programa: Capacitación del personal en el uso de métodos, técnicas y herramientas para candidatura a Black Belt en Six sigma				
Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5
Horas: 34 hrs. Etapa: Medir	Horas: 34 hrs. Etapa: Definir	Horas: 34 hrs. Etapa: Analizar	Horas: 34 hrs. Etapa: Mejorar	Horas: 34 hrs. Etapa: Controlar
Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Definir los proyectos de mejora. ◆ Enfoque al cliente ◆ Fundamentos de estadística. ◆ La voz del cliente VoC ◆ Definición y mapeo de procesos para la mejora. ◆ Modelo SIPOC ◆ Identificación de los requisitos del cliente. 	Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ☑ Análisis de la capacidad de los procesos (Cp y Cpk). ☑ Análisis del Modo y Efecto de la Falla (AMEF). ☑ Análisis del Sistema de Medición (MSA). ☑ Estudios de R & R ☑ Lean Manufacturing ☑ Costos de Calidad ☑ Técnicas para el muestreo. ☑ Variabilidad ☑ Cálculo de Sigma 	Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ★ Análisis de gráficas ★ Intervalos de confianza. ★ Pruebas de hipótesis. ★ Estratificación ★ Regresión lineal ★ Correlación ★ Análisis de causa y efecto. 	Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ✚ DoE (Diseño de experimentos). ✚ Selección del tamaño de muestra para DoE. ✚ Diseños factoriales ✚ Benchmarking ✚ Validación de las mejoras. ✚ Administración del cambio. ✚ Análisis de costo-beneficio. 	Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gráficas de control por variables. ➤ Capacidad y habilidad de procesos. ➤ Gráficas de control por atributos. ➤ Conceptos avanzados de CEP. ➤ Plan de control ➤ Sistemas de Calidad de los Proveedores (ISO-9000, ISO-9001:2000).

Tabla N° 5.5. Programa de capacitación para Black Belt (continuación)

Objetivo del Programa: Capacitación del personal en el uso de métodos, técnicas y herramientas para candidatura a Green Belt en Six sigma				
Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5
Horas: 18 hrs. Etapa: Medir	Horas: 18 hrs. Etapa: Definir	Horas: 18 hrs. Etapa: Analizar	Horas: 18 hrs. Etapa: Mejorar	Horas: 18 hrs. Etapa: Controlar
<p>Propósito:</p> <p>El propósito de la etapa de Definir es permitir al equipo identificar y/o validar su proyecto de mejora, ilustrar sus procesos del negocio, definir requisitos del cliente, y prepararse para un proyecto eficaz en equipo.</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Introducción a la Metodología Six Sigma. ◆ Identificación y selección de áreas de oportunidad. 	<p>Propósito:</p> <p>El propósito de la etapa de Medir es determinar la medida crítica necesaria para satisfacer requisitos del cliente y para desarrollar un plan de medición que permita documentar el mejor funcionamiento del proceso.</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ Mapeo de procesos ☑ Diagrama de Causa y Efecto. 	<p>Propósito:</p> <p>El propósito de la etapa de Analizar es aprender como analizar el funcionamiento de los datos para refinar la oportunidad de la mejora.</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Análisis de gráficas ★ Intervalos de confianza. ★ Pruebas de hipótesis. 	<p>Propósito:</p> <p>El propósito de la etapa de Mejorar es crear las soluciones del proceso que eliminan la causa raíz de los defectos detectados y que son transmitidos a los clientes.</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Análisis de ANOVA ✚ Introducción al Diseño de Experimentos DoE. 	<p>Propósito:</p> <p>El propósito de la etapa de Controlar es implantar y mantener una solución después de terminado el proyecto.</p> <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Introducción al control. ➤ Métodos de control. ➤ Introducción al CEP.

Tabla N° 5.6. Programa de capacitación para Green Belt

Objetivo del Programa: Capacitación del personal en el uso de métodos, técnicas y herramientas para candidatura a Black Bel en Six sigma				
Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5
Horas: 18 hrs. Etapa: Medir	Horas: 18 hrs. Etapa: Definir	Horas: 18 hrs. Etapa: Analizar	Horas: 18 hrs. Etapa: Mejorar	Horas: 18 hrs. Etapa: Controlar
Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Definir los proyectos de mejora. ◆ Alcance de los proyectos Six Sigma ◆ Fundamentos de estadística básica. ◆ Introducción al ANOVA. 	Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ☑ Análisis de la capacidad de los procesos (Cp y Cpk). ☑ Análisis del Modo y Efecto de la Falla (AMEF). ☑ Análisis del Sistema de Medición (MSA). ☑ Estudios de R & R 	Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ★ Análisis de Varianza ★ Análisis multivariado. 	Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ✚ Diseños factoriales. ✚ Revisión de los proyectos de Six Sigma. 	Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ➤ CEP (Gráficas por Variables). ➤ CEP (Gráficas por Atributos). ➤ Revisión y cierre de los proyectos Six Sigma).

Tabla N° 5.7. Programa de capacitación para Green Belt (continuación)

Empowerment (empoderamiento)

Una vez realizado la formación, el profesional es capaz de asumir responsabilidades mayores y completas en el contexto de su trabajo. En este momento, el concepto de *empoderamiento* muéstrase pertinente para la consolidación del marco de implementación construida.

De acuerdo con Rodríguez, 2001, el *empoderamiento* consiste en la capacidad y la valoración de los empleados a contribuir a la innovación y resolución de problemas en el lugar de trabajo.

El *Empowerment* posibilita la toma de decisiones más rápida y permite a las personas crecer y desarrollarse tanto personal como profesionalmente. En este entorno, la gente tiene auto-motivación, ya que pasan a participar en las soluciones de los problemas empresariales, crear e innovar sus actividades y, en consecuencia, aumentar la productividad y la calidad. Oliveira (1992). De acuerdo con Santos (2002), las discusiones sobre *empoderamiento* se basan en conceptos ligados a la cultura empresarial de las empresas y a los movimientos gerenciales tales como Total Quality Management (TQM) y Human Resource Management (HRM).

La comprensión de Six Sigma como una evolución de las mejores prácticas de la filosofía de calidad, se puede concluir que el enfoque de *Empowerment* está totalmente insertado en los grupos de trabajo de Six Sigma. El hecho de que

Six Sigma se base en una metodología estructurada para el análisis de datos orientada a la estrategia empresarial, posibilita a la delegación de autoridad una mayor seguridad, ya que difunde un lenguaje único y entendible por todos. Según Pande (2001) un objetivo claro es la pieza central de Seis Sigma

Además de estar relacionado con los conceptos de calidad “el desarrollo de *Empowerment* requiere de un contexto organizacional que permite la descentralización de la decisión de compartir la información y la autonomía”. De acuerdo con Santos (2002), existe una relación de *Empowerment* con la estructura organizativa, la estrategia adoptada por la empresa, gestión de calidad, gestión de recursos humanos y las etapas evolutivas de las áreas de gestión.

En este estudio, la empresa puede beneficiarse de su estructura, capacitando equipos multi-funcionales para hacer frente a la calidad del sistema de producción e identificar las necesidades permanentes de los clientes, promoviendo así la autogestión de los empleados. Finalmente, se debe establecer sistemas de evaluación y remuneración asociada al desempeño de los empleados y equipos. La remuneración y el reconocimiento estimulan la participación de las personas y fortalece el *Empowerment*.

La estructura del modelo de este capítulo se presenta en la Figura N° 5.9.

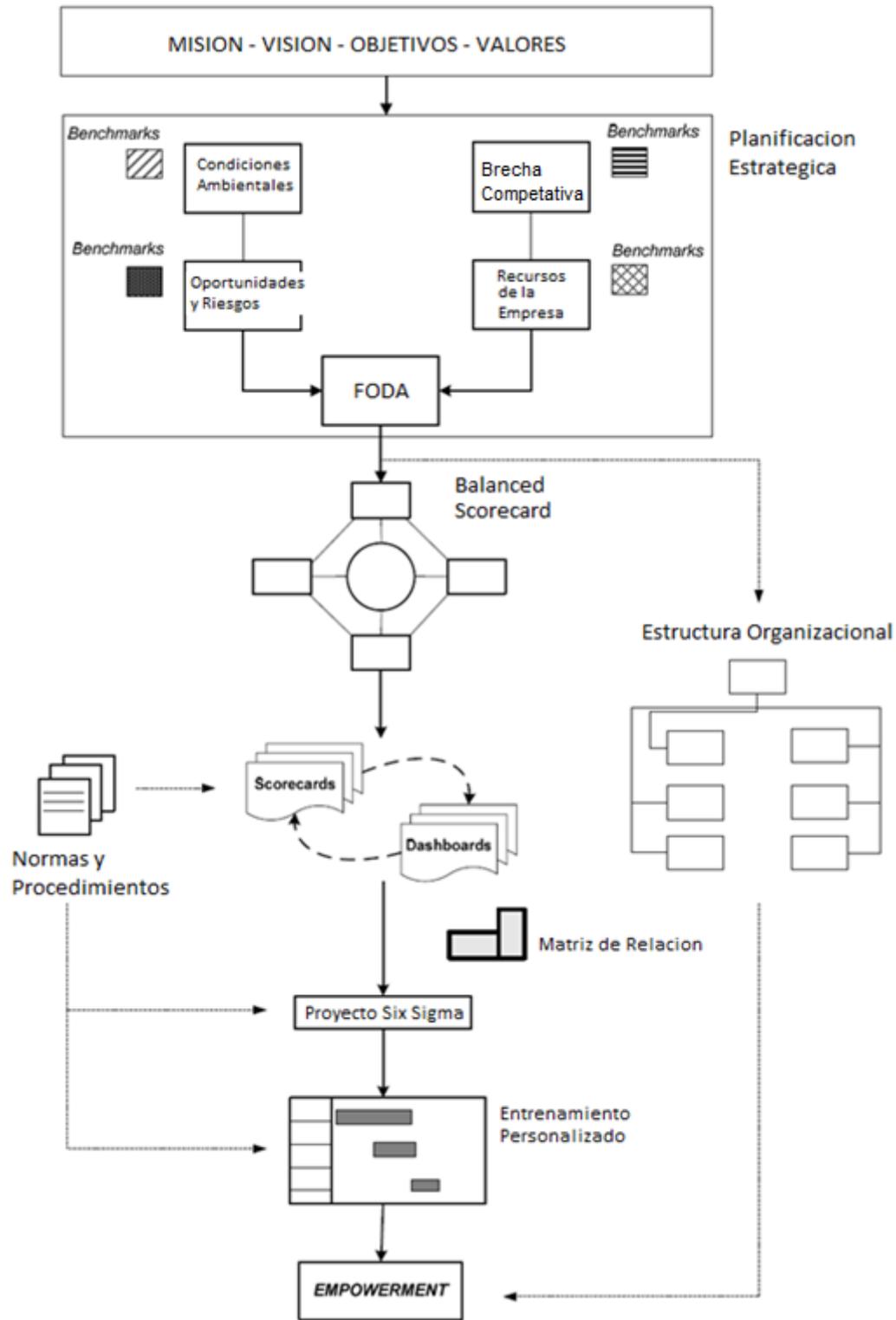


Figura N° 5.9. Estructura modelo para la implementación de Six Sigma.

CAPÍTULO 7:

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

En este capítulo se presenta un resumen de los fundamentos y la literatura, el análisis de los objetivos y la metodología utilizada, la síntesis de las conclusiones y una crítica al respecto, las limitaciones encontradas en el desarrollo de esta tesis, la conclusión general y recomendaciones para futuros trabajos.

6.1. Resumen de la revisión Bibliográfica

Con el mayor incremento de las exigencias y requerimientos de los clientes, es evidente la necesidad de un cambio en el enfoque de la calidad, de ser un método de control y de aseguramiento de la calidad a una visión más estratégica, en la que los preceptos de la calidad deben estar vinculada a la visión del cliente y la superación de sus expectativas.

Los programas de gestión de la calidad han cambiado sustancialmente desde la creación de diagramas de control, desarrollado en 1924 por Shewhart. La evolución competitiva de los mercados ha contribuido a la mejora de una visión puramente reactiva de la calidad, en la que sólo la verificación de los requisitos de un producto eran determinado, por un enfoque más estratégico, en el que las necesidades del mercado y del cliente se colocan en el enfoque.

Los cambios en el enfoque se traducen en nuevos métodos y técnicas de medición y control. La mentalidad puramente estadística de control e

inspección por muestreo dio paso a la visión sistémica e inter-relacional de los procesos organizacionales.

Entre los programas desarrollados durante el último siglo incluyen el Control Total de Calidad (CTC), desarrollado por Armand Feigenbaum en 1951; el Programa de Cero Defectos, lanzado por Philip B. Crosby en 1957; el modelo producción de Toyota (también conocido como la producción ajustada o Lean production), diseñado por Taiichi Ohno; los Círculos de Control de Calidad (CCC) y, más recientemente, los programa Six Sigma desarrollados en Motorola en 1980. Cada programa encierra las idea y visión de la calidad de sus creadores, mejora los conceptos y la creación de nuevas formas de pensar acerca de la calidad, pero sin renunciar a los elementos de sus predecesores.

Six Sigma fue desarrollado por la fábrica de Motorola en 1987. Dos años después de que comenzó el programa, Motorola recibió el prestigioso premio *Malcolm Baldrige National Quality Award*.

Fue a través de General Electric (GE), que Six Sigma se ha ganado proyección en todo el mundo. Parte de este éxito se debió a la entonces presidente de la empresa, Jack Welch, que acreditó la eficacia del programa, llevando a GE para obtener un retorno estimado de \$ 320 millones.

Six Sigma se puede definir como una metodología rigurosa y disciplinada que utiliza datos y análisis estadístico para medir y dar a las empresas un

desempeño operativo que permite la identificación y eliminación de defectos en los procesos de fabricación y de servicios. Se define comúnmente como un proceso con 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), es decir, el 99,9997% libre de defectos.

Los principales conceptos clave presentes en la metodología Six Sigma, son: el punto de vista sistémico, el uso de métodos estadísticos, la utilización del modelo de mejora de procesos conocida como DMAMC (Definir, Medida, Analizar, Mejorar, Controlar), la orientación al cliente, trabajo en equipo y la maximización de la rentabilidad financiera. Otra característica de Six Sigma es el uso de herramientas que permiten una evaluación más precisa, las acciones proactivas para corregir los problemas y la estructuración y organización de los procedimientos de trabajo. Aunque las herramientas de Six Sigma no es nuevo, su enfoque y modo de implementación son únicas y muy potentes, lo que explica el éxito del programa (WERKEMA, 2002).

La implementación de Six Sigma es reportada en artículos y documentos, sobre todo en las grandes empresas. Cuando se trata de empresas de servicios, algunas de las características específicas deben ser consideradas en el esfuerzo de la implementación de Six Sigma, como: la rápida introducción a los cambios, varios niveles de administración, la alta burocracia, y bajo grado de estandarización, se centra en problemas de funcionamiento en lugar de la planificación, la frecuencia de las operaciones "en apagar incendios", la

formación informal y limitada, y procesos de formación estratégica más intuitiva que analítica.

De acuerdo con Wessel y Burcher (2004), diez factores deben ser observados en una iniciativa de Six Sigma:

1. Rápida amortización de la inversión;
2. Centrarse en los procesos centrales y ajustar la metodología de proyectos;
3. La asistencia de los dos primeros factores;
4. Formación rápida y objetiva;
5. La concienciación de la calidad;
6. La reducción de extensas reglas y/o normas;
7. La alineación del programa con los valores y la cultura de la empresa;
8. La alineación del programa con los procesos de gestión de la empresa;
9. Consultor externo;
10. Combinación con los requisitos de la norma ISO 9000:2008.

Sobre la base de revisión de la literatura, algunos elementos básicos han sido identificados como necesarios para la implementación de Six Sigma.

Estos factores son:

1. Conocimiento del negocio, la competencia y el mercado;
2. Misión, objetivos y valores;
3. Estructura organizativa y los procedimientos;

4. La percepción del concepto de la calidad, indicadores y métricas;
5. Compromiso con el cambio.

El análisis de los factores identificados supone que cualquier empresa, independientemente de su tamaño y función, es capaz de adoptar el programa Six Sigma en sus procesos.

6.2. Resumen de los resultados

El primer paso buscaba levantar las características generales de la empresa a través de planes de trabajo de documentos y asignación de los macroprocesos. Al mismo tiempo, los factores mencionados se plantearon como fundamentales para la implementación de Six Sigma. Estos elementos se han abordado y discutido en el capítulo 5.

En primer lugar, planteó la necesidad de "*establecer la visión, misión, objetivos y valores de la empresa.*" Esto se debe a la implementación de los proyectos Six Sigma debe ser parte de una estructura jerárquica alineados con estos principios. Como consecuencia directa, se sugirió la adopción de un modelo de integración de las metas e indicadores conocidos como el *Balanced Scorecard*.

La adopción de *Scorecard* permite el despliegue de la estrategia en proyectos de Six Sigma a través de aplicaciones sucesivas de las matrices de relación.

El segundo elemento corresponde con el "*conocimiento de la empresa, clientes, competidores y el mercado.*" Todos estos conocimientos están relacionadas con la formulación de la estrategia empresarial, y la combinación de estos factores puede ser elaborado a través de dos herramientas: *la matriz FODA y benchmarking.* La *matriz FODA* organiza de forma integral la información pertinente al análisis interno y externo de la empresa, sintetizando la información y facilitando su visualización. *Benchmarking* ayuda a identificar los factores internos y externos útiles para la formulación de la estrategia, y funciona como una herramienta para establecer puntos de referencia para la empresa en establecer objetivos y metas. La implementación de Six Sigma beneficia fuertemente los resultados encontrados por las encuestas de *benchamarking.*

En seguida, se hizo hincapié en la necesidad de una "*estructura organizativa y los procedimientos.*" La estructura organizativa se vuelve importante en la definición de roles y asignación de tareas en el entorno empresarial. Permite a la empresa: la identificación de las tareas necesarias; la organización de las funciones y responsabilidades; información; recursos e información de los empleados; medidas de desempeño congruentes con los objetivos; y las condiciones de motivación. La construcción de una estructura organizativa facilita la identificación y selección de los actores de los proyectos de Six Sigma, y una vez que la estructura organizacional se relaciona con la estrategia adoptada por la empresa.

Otro elemento asignado como necesario fue la "*percepción del concepto de la calidad, indicadores y métricas*". Las normas y certificaciones de calidad de la serie ISO 9001:2000 sólo indican lo *que debe* hacerse para que los estándares de calidad, eficiencia y eficacia se cumplan, pero ellos dicen *como se debe* hacer. Su uso, sin embargo, garantiza la calidad interna y externa de la empresa. Six Sigma añade varias herramientas desarrolladas durante la evolución del concepto de calidad, y promover un uso lógico y secuencial de estas herramientas dentro de una metodología basada en los resultados, se integra perfectamente con los requisitos reglamentarios, la asistencia en la definición de las necesidades del cliente, el establecimiento de criterios para la medición y análisis para la prestación de mejoras y, especialmente, mediante la asignación de recursos en las actividades estratégicas, lo que garantiza altos estándares de eficiencia y eficacia.

El quinto y último elemento se refiere al "*Compromiso con el cambio*." Este factor es de importancia fundamental en el inicio de las actividades de implementación de cualquier sistema de gestión. El apoyo de los niveles gerenciales a la aceptación y difusión de la metodología, constituye un factor determinante en el éxito de los proyectos. El compromiso con el cambio debe penetrar en la cultura organizacional, formar parte de las actividades cotidianas y ser un valor para cada empleado. Deben permitir la toma de decisiones siempre con el objetivo de mejorar la forma de realizar una tarea. Se recomendó, entonces la adopción del concepto de *empowerment* como una forma de entrenamiento y valorización del empleado, por lo que es capaz de

contribuir a la innovación y resolución de problemas en el lugar de trabajo. El hecho de que Six Sigma basase en una metodología estructurada para el análisis de datos orientada a la estrategia empresarial, la delegación de autoridad proporciona más seguridad, ya que difunde un lenguaje único y entendido por todos.

De los cinco elementos estudiados, hemos construido un marco de implementación, integración en un orden lógico y secuencial. Esta estructura se muestra en la Figura N° 5.9.

6.3. Análisis crítico del trabajo

Este trabajo tuvo como objetivo proponer un modelo de estructuración de los procesos basados en la filosofía de Six Sigma a una empresa de servicio, una empresa de distribución para el mercado de la electricidad. La revisión de los objetivos, los métodos y las dificultades que se enumeran a continuación.

6.3.1. Análisis crítico respecto del problema de investigación

Los resultados de la investigación demostraron por qué es importante la implementación de Six Sigma en las empresas de servicios. La utilización de métodos y herramientas encerrada de la metodología permite una captura efectiva de las opiniones y sugerencias de los clientes, lo que permite conocer las medidas tomadas y vinculadas a las directrices estratégicas de la empresa.

También permite un mejor uso de los recursos de la empresa, aumentando de la asertividad de las acciones.

La investigación también mostró cómo se puede implementar Six Sigma dentro de las empresas de servicios. Sin embargo, es importante señalar que debido a sus características específicas de estas empresas, tales como bajo grado de estandarización, enfoque en los problemas operativos en vez de la planificación y la escasa formación e informal, los esfuerzos se presentaran mayor o menor conforme a la mayor o menor atención a los factores planteados.

Otro aspecto importante se refiere a las limitaciones presupuestarias de las empresas. En este sentido, las acciones de los proyectos de Six Sigma deben tener un alcance limitado y concentrado, y permitir rendimientos a corto plazo para que no haya el riesgo de abandonar el proyecto, o la motivación del personal asignado al proyecto

6.3.2. Análisis Crítico en cuanto a los Objetivos

En cuanto a los objetivos específicos, se procede con el análisis de cada uno:

- a. *Identificación de los macro-procesos que caracterizan a la empresa:* este objetivo se logró cuando se construyó el diagrama de flujo de los procesos clave de la empresa, con una breve descripción de cada operación.

- b. *Desarrollar un plan de trabajo para la implementación de los procesos de mejora de la calidad y la posterior adaptación de la metodología Six Sigma*, este objetivo se ha logrado también en que la implementación del modelo estructurado de la metodología Six Sigma a partir de las características de las empresa del sector, se ejemplifica Figura N° 5.9, en el presente estudio.
- c. *Propuesta de las técnicas y herramientas para la mejora de la calidad y la adaptación a las características para empresa del sector*: los objetivos se cumplieron cuando fueron propuestas de las herramientas de mejora de la calidad vinculadas a la estructura de implementación construida.
- d. *Identificar la estructura organizacional para realizar proyectos Six Sigma para las empresas de servicio del sector*, se cumplió a razón que es necesario que las empresas de servicio, en especial las del servicio de distribución de energía eléctrica, elijan a su mejor gente los promuevan como agentes de cambio bajo el enfoque de Six Sigma, sin olvidar que deben buscar en todos los niveles de la organización y no solo en el personal de mando.
- e. *Definir las funciones y roles de los miembros de la estructura organizacional*: se realizó la propuesta de las nuevas funciones y roles para cada uno de los integrantes de la estructura organizacional establecida para implementar el modelo propuesto.

- f. *Identificar los conocimientos y capacitación requerida para los miembros de los equipos de trabajo de Six Sigma:* definida la estructura y asignado las nuevas funciones y roles del personal que trabajaran en el modelo propuesto, y tomando como base las habilidades y destrezas del personal, se debe proporcionar la capacitación en los nuevos puestos, ya sea Champion, Master Black Belt, Black Belt, Green Belt o Yellow Belt según hayan sido asignados los puestos.

Al revisar cómo serán cubiertos los primeros objetivos específicos de la investigación y buscar sus integración como un todo, se está en condiciones de cumplir con el último objetivo específico de la investigación el cual está relacionado con la identificación de los elementos que debe contener un modelo para la implementación de Six Sigma en las empresas de servicio de distribución de electricidad.

6.3.3. Análisis crítico en cuanto a las preguntas de la investigación

Las preguntas de la investigación, se procede a analizar cada uno de ellos:

- 1) *Los métodos, herramientas y modelos propuestos pueden ser implementados en las empresas de servicio de distribución de energía eléctrica?* Sí. Como se discutió en la revisión bibliográfica, la metodología Six Sigma y sus herramientas se han utilizado con éxito en muchas grandes empresas a nivel mundial. Las herramientas y los

métodos propuestos componen un conjunto de los conocimientos que se han practicado durante mucho tiempo por estas. La estructura de implementación presentada propone una forma clara de aplicar estos conocimientos, adecuado a la realidad socio-económica de las empresas del sector eléctrico. En las grandes empresas de manufactura, la aplicación de esta estructura puede ser facilitado por la mayor cantidad de recursos en comparación a las empresas de servicio, aumentando no sólo el alcance de las acciones, así como el horizonte de retorno de los resultados.

- 2) *Los métodos, herramientas y modelos propuestos pueden ser implementados en empresas de otros sectores, con excepción del sector de la electricidad?* Sí, los métodos y herramientas, así como la estructura de implementación propuesto, no guardan relación con los sectores del mercado, pero si con la realidad y los objetivos de cada empresa. Por lo tanto, se hace hincapié en la importancia de evaluar las características específicas de cada empresa para alinear las cuales herramientas serán más adecuadas a los objetivos fijados.
- 3) *Los métodos, herramientas y modelos propuestos se pueden aplicar en las empresas de fabricación?* Sí. Además de las razones descritas en el inciso (2), las empresas de fabricación o manufactura permiten mapear los procesos y medir los resultados con mayor facilidad, por tratarse muchas veces de elementos tangibles. Resta, entonces, se adhiera a las

herramientas que desea utilizar a los objetivos de la empresa y formación a medida para el entrenamiento de los empleados.

De acuerdo con esto, se ha demostrado que tanto el Objetivo General, como los Objetivos Específicos de la investigación se han cubierto en su totalidad, asimismo se ha encontrado respuesta para cada una de las Preguntas planteadas en la investigación.

6.3.4. Dificultades

Entre las dificultades encontradas en la elaboración de este estudio se pueden citar:

- a) La carga de trabajo de los empleados de la compañía, que a menudo no tienen tiempo para responder a las dudas y preguntas que surgieron;
- b) La distribución espacial de los entrevistados de la encuesta, lo que aumentó el tiempo para recopilar los datos porque los cuestionarios fueron entregados y recogidos por separado.

6.4. Limitaciones

Al considerar la aplicación del estudio, el modelo propuesto no debe ser considerado como definitivo. Tal como se aconseja en el capítulo 5, cada

empresa tiene sus propias características que deben ser considerados para la implementación de Six Sigma. Sin embargo, este trabajo puede ser visto como una hoja de ruta inicial para el diseño de las acciones que deben tomarse para mejorar la calidad. El cuidado más o menos de los factores identificados para su implementación, implica un esfuerzo más o menos inicial.

6.5. Conclusión

Six Sigma como una práctica de gestión de calidad está adquiriendo importancia en las organizaciones de servicios. La revisión de la literatura muestra que Six Sigma se aplica principalmente en organizaciones de salud y las organizaciones de servicios bancarios. Hay muy poca literatura que explora la implementación de Six Sigma en organizaciones de servicios de electricidad, gas, telefonía, agua potable.

La investigación se concluye que la Metodología Six Sigma es la herramienta que permitirá a las empresas de servicio cumplir con los requerimientos y expectativas de sus clientes y que el modelo propuesto contiene los elementos necesarios para su implementación.

Este estudio trata de evaluar qué medidas se deben tomar para ayudar a las empresas de servicios a implementar Six Sigma como una cultura de guiar a sus procesos. La evaluación de estas medidas, se optó por una compañía en el servicio de distribución de la electricidad como un modelo para el estudio.

A partir de la investigación bibliográfica realizada sobre la implementación de Six Sigma en las empresas de servicios y el levantamiento de los procesos y las particularidades para la empresa estudiada, se concluye de la viabilidad de la implementación de Six Sigma en las empresas servicios, siempre que se reúna en su génesis de los cinco elementos básicos de la estructura: *establecer la visión, misión, metas y valores de la empresa, el conocimiento del negocio, clientes, competidores y el mercado, la estructura organizativa y los procedimientos, el conocimiento del concepto de la calidad, indicadores y las métricas, y el compromiso con el cambio.*

La ausencia de cualquiera de estos elementos inviabiliza en absoluto, la adopción de la metodología. Sin embargo, se requiere un mayor esfuerzo para adaptar la implementación del programa a la empresa. La estructura presentada busca minimizar estas diferencias con la sugerencia de herramientas y conceptos que, en su mayor parte, pertenecen a la filosofía de Six Sigma, permitiendo una mejor comprensión y aceptación en el proceso de cambio.

Por último, esta estructura no debe ser vista como única o absoluta, sino como una contribución en la búsqueda de un modelo general.

6.6. Recomendaciones

Finalmente, y tomando como base los resultados obtenidos en la investigación y teniendo en cuenta la posibilidad de desarrollar un método genérico para la implementación de Six Sigma en empresas de servicio, se ha permitido hacer las siguientes recomendaciones:

- ☑ Es imprescindible que la Dirección de la organización demuestre un alto grado de involucramiento, asigne los recursos necesarios y desarrolle un liderazgo participativo para la puesta en marcha de la metodología Six Sigma, sin su apoyo incondicional se verá frustrado cualquier intento para su implantación.
- ☑ Los proyectos de mejora continua seleccionados deberán enfocarse en las características críticas de la calidad (CTQ's) que son percibidas por el cliente, con el fin de cumplir con sus requisitos y superar sus expectativas, así como en aquellos puntos donde se tengan altos costos de pobre calidad y que representen un alto valor estratégico para el negocio.
- ☑ Identificar en todos los niveles de la organización a los mejores elementos para poder integrar los equipos de trabajo, quienes servirán como agentes de cambio y desarrollarán los proyectos de mejora continua a través de la metodología Six Sigma.
- ☑ Una vez que se han identificado a los integrantes de los equipos de trabajo se debe preparar un plan de capacitación en Six Sigma. La capacitación

para cada uno de ellos dependerá del rol o función que jugara con el equipo.

- La mejora continua a través de la metodología Six Sigma debe ser uno de los objetivos estratégicos del negocio.
- Para facilitar el análisis de la información, se recomienda el uso del Software Minitab, él cual permitirá a los equipos ahorrar tiempo en el uso de las herramientas para la calidad que empleen en sus proyectos.
- La aplicación del modelo en otras empresas del sector de la electricidad, de tamaño similar;
- Aplicar el modelo en varios casos en diferentes sectores y de tamaño similar;
- Aplicar el modelo propuesto y la verificación de los resultados operativos y financieros;
- La investigación y el diseño de otros modelos posibles;
- El análisis y la comparación de los resultados de los diferentes enfoques para la implementación de Six Sigma en las organizaciones de servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

“**Learning about quality: Quality tools**”, [Disponible: www.asq.org/learn-aboutquality/quality-tools.html].

“**What is Six Sigma: The roadmap to customer impact**”, [Disponible: www.ge.com/sixsigma/keyelements.html]

“**Los Mitos de Seis Sigma**” [Disponible en: <http://www.Seis-Sigma.Com/Mitos6S.html>]

“**Variación en los Procesos**”. [Disponible: <http://www.Seis-Sigma.Com/Variacion.html>]

Adams, C., (2003), “**Desarrollando Six Sigma**”, Boston: Butterworth-Heinemann.

Al-Mashari, M., (2000), “**Revision de BPR: una revision holistica para la practica y desarrollo**”, Business process management journal, vol. 6, No. 1,

Antony, J. (2004), “**Algunos pros and contras de Six Sigma; desde una perspectiva academica**”, The TQM Magazine, Vol. 16 No. 4.

Antony, J. (2002), “**Design for Six Sigma: A breakthrough business improvement strategy for achieving competitive advantage**”, Work Study, vol. 51 no 1.

Antony, J. (2004), “**Six Sigma in the UK service organizations: Results from a pilot survey**”, Managerial Auditing Journal, vol.19 no.8.

Antony, J. (2006), “**Six Sigma for service processes**”, Business Process Management Journal, vol. 12 no. 2.

Antony, J.(2007), “**Six Sigma in service organizations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, observations and success factors**”, International Journal of Quality and Reliability Management, vol. 24 no. 3.

Antony, J. (2002), “**Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program**”, Measuring Business Excellence, vol. 6 no. 4.

Antony, J. (2002), “**Design for Six Sigma**”, IEE Manufacturing Engineer, Feb.

Antony, J. (2004), “**Using Six Sigma**”, IEE Manufacturing Engineer, Feb/Mar.

Antony, J. (2005), “**Six Sigma in small and medium-sized UK manufacturing enterprises: Some empirical observations**”, International Journal of Quality and Reliability Management, vol. 22 no. 8/9.

Antony, J. (2005), “**An application of Six Sigma methodology to reduce the engine-overheating problem in an automotive company**”, Proceedings of

the Institute of Mechanical Engineers Part B. Journal Of Engineering Manufacture, vol. 219 no. 8.

Antony, J.(2004), “**A business process change framework for examining the implementation of Six Sigma: A case study of Dow Chemicals**”, The TQM Magazine, vol. 16 no. 4.

Avila, G. M. (2002). “**Acerca de 6-sigma**”. México. Fundación Latinoamericana para la Calidad. [Disponible: http://www.calidad.org/public/arti2002/1031513018_gerard.htm.]

Banuelas, R. (2005), “**An application of Six Sigma to reduce waste**”, Quality and Reliability Engineering International, vol. 21.

Banuelas, R. (2003), “**Going from Six Sigma to Design for Six Sigma: An exploratory study using analytical hierarchy process**”, The TQM Magazine, vol. 15 no 5.

Beaver, R. (2004), “**Six Sigma success in health care**”, Quality Digest, Mar.

Behara, R. (1995), “**Customer satisfaction measurement and analysis using Six Sigma**”, International Journal of Quality and Reliability Management, vol. 12 no. 3.

Bhote, K.R. (2002), “**The ultimate Six Sigma: Beyond quality excellence to total business excellence**”, AMACOM/American Management Association: New York.

Black, S.A. and Porter, L.J. (1996), “**Identification of critical factors of TQM**”, Decision Sciences, vol. 27.

Bogan, C.E., (1996), “**Benchmarking: Aplicaciones prácticas para mejora continua**”, São Paulo: Makron Books.

Bolze, S. (1998), “**A Six Sigma approach to competitiveness**”, Transmission and Distribution World, vol. 50 no 8.

Bott, C. (2000), “**Service quality Six Sigma case studies**”, ASQ’s 54th Annual Quality Congress Proceedings.

Brady, J. E. (2005), “**Six Sigma and the university: Teaching, research and meso-analysis**”, Ph.D Dissertation, Ohio State University: US.

Breyfogle, F.W. (2003), “**Implementing Six Sigma: Smarter solutions using statistical methods**”, John Wiley and Sons Inc: Hoboken, NJ.

Breyfogle, F. W. (2001), “**Managing Six Sigma: A practical guide to understanding, assessing, and implementing the strategy that yields bottom-line success**”. New York: John Wiley & Sons.

Cain, D. (2005), "**Six Sigma roadmap for noise exposure analysis**", Occupational Hazards, [Disponibile: www.occupationalhazards.com/Issue/Article/37877/Six_Sigma_Roadmap_for_Noise_Exposure_Analysis.aspx].

Carvalho M., (2005), "**Gestão de la Calidad - Teoría y casos**". RIO DE JANEIRO: Campus.

Caulcutt, R. (2001), "**Why is Six Sigma so successful?**", Journal of Applied Statistics, vol. 28 nos. 3 and 4.

Cho, J. H. (2006), "**Six Sigma key ingredients for successful implementation of Six Sigma in Korean companies**", 4th ANQ Congress Proceedings.

Chua, R.C.H. (2001), "**What you need to know about Six Sigma**", Productivity Digest, Dec.

Coronado, R.B. (2002), "**Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in organizations**", The TQM Magazine, vol. 14 no.2.

Dale, B.G. (1999), "**Managing quality**", 3rd Ed, Blackwell Publishers Limited:Oxford.

Damelio, R. (1999). "**Fundamentos de Mapeo de procesos**". México: Panorama.

Davenport, T. (1993), "**Process Innovation: Reengineering work through information technology**", Harvard Business School Press, Boston, MA

Dellaretti-Filho, O., (1996), "**Las siete herramientas para la planificación de la calidad**", BELO HORIZONTE: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG.

DeFeo, J. A. (2000), "**Six Sigma: New opportunities for HR, new career growth for employees**", Employment Relations Today, 27(2).

Douglas, (2003), "**The case for ISO 9000**", The TQM Magazine, Vol. 15 No. 5.

Does, R. (2002), "**Comparing non-manufacturing with traditional applications of Six Sigma**", Quality Engineering, vol. 15 no. 1.

Eckes, G. (2001), "**The Six Sigma revolution: How General Electric and others turned process into profits**", New York: John Wiley & Sons.

Ferryanto, L., (2005), "**DFSS: Lessons learned**", ASQ Six Sigma Forum Magazine, Feb.

Furterer, Sandra., (2009), **“Lean Six Sigma in service: Applications and case studies”**, USA, Taylor & Francis Group.

Geoff Tennant., (2002), **“Six Sigma, Control Estadístico del Proceso y Administración Total de la Calidad en Manufactura y Servicios”**, México: Panorama.

Goel, S.P., (2005), **“Six Sigma for transactions and service”**, McGraw-Hill: New York.

Goldstein, M.D. (2001), **“Six Sigma program success factors”**, ASQ Six Sigma Forum Magazine, vol.1 no. 1.

Gupta, P. (2001), **“Design for Six Sigma and Lean manufacturing”**, Circuits Assembly.

Gupta, P. (2004), **“Six Sigma – Business Scorecard”**, Mc Graw-Hill: New York.

Hahn, G.J. (2005), **“Six Sigma: 20 key lessons learned: Experience shows what works and does not work”**, Quality and Reliability Engineering International, vol. 21 issue 3.

Hammer, M, (2001). **“Putting Six Sigma in perspective”**, Quality.

Harry, M. and Schroeder, R. (1999), **“Six Sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world’s top corporations”**, 1st Ed., Random House Inc.: New York.

Harry, M.J. (2000), **“Six Sigma: A breakthrough strategy for probability”**, Quality Progress, May.

Harry, M. (1997), **“the vision of Six Sigma”**, USA, 6 vol Tri Star Publishing.

Harry, M. (1997), **“The Nature of Six Sigma Quality”**, USA, Motorola University Press.

Hendricks, C.A. and Kelbaugh, R. (1998), **“Implementing Six Sigma at GE”**, The Journal of Quality and Participation, Vol. 21 No. 4

Hendersen, K. and Evans, J. (2000), **“Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company”**, Benchmarking: An International Journal, Vol. 7 No. 4.

Hernández, R. (2000), **“Metodología de la Investigación”**, (2^a. Edición). México: McGraw Hill.

Ho, H.L., (2006), **“A study of implementing Six Sigma quality management system in government agencies for raising service quality”**, Journal of American Academy of Business, vol. 10 no. 1.

- Johnson, K. (2005), "**Six Sigma delivers on-time service**", Quality Progress, Dec.
- Johnston, C.G. and Daniel, M.J., (1991), "**Customer Satisfaction through Quality. An International Perspective**", The Conference Board of Canada, Ottawa, Ontario, Canada
- Khoo, N. K. (2004), "**How Six Sigma can effectively integrated into the Government agencies?**", Proceedings of the Asia Business Forum Conference, Mar.
- Klefsjo, B. (2001), "**Six Sigma seen as a methodology for Total Quality Management**", Measuring Business Excellence, vol. 5 no. 1.
- Krupar, J. (2003), "**Yes, Six Sigma can work for financial institutions**", ABA Banking Journal, Sept.
- Marques, H. T., (1999), "**Una apropiada Administración y Organización.**" Universidad Federal Fluminense, Rio de Janeiro.
- Mergulhão, R.C., (2003), "**Usando el balanced scorecard para alinear los programas seis sigma como una estrategia**". SIMPEP.
- Mintzberg, H., (1995), "**Creando organizaciones eficaces: estructuras para cinco configuraciones**". SÃO PAULO: Atlas.
- Montgomery, C.A.; PORTER, M.E. (1998), "**Estrategia - A brusquedad de la ventaja competitiva**". SÃO PAULO: Campus.
- Oakland, J. (1989), "**Total Quality Management**", Butterworth Heinemann, Oxford
- Oliveira, D.P.R., (1992), "**Planificación estratégica: conceptos, metodología y pláticas**". SÃO PAULO.
- Pande, S.P.; NEUMAN, R.P.; CAVANAGH, R.R. (2002), "**Claves Prácticas de Seis Sigma**". España, Mc Graw-Hill . 2da Edición.
- Pande, P. & Holpp, L. (2002). "**What is Six Sigma?**". New York: McGraw-Hill.
- Pande, P., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2002), "**The Six Sigma way team fieldbook: An implementation guide for process improvement teams**". New York: McGraw-Hill.
- Pande, P., Neuman, R., and Cavanagg, R. (2000), "**The Six Sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance**", McGraw-Hill, New York.
- Peters, T. and Waterman, R. (1982), "**In Search of Excellence**", Harper and Row, New York, NY

Pinho, C.T.A. (2005), **“Seis Sigma: una propuesta de implementación de la metodología en pequeñas e medianas empresas.** UFRN.

Pinto, R.L. (2002), **“Evolución de la estructura de la organización durante todo el ciclo de vida del proyecto: un estudio de caso”**, FEA, USP.

Pfeifer, T. (2004), **“Integrating Six Sigma with Quality Management Systems”**, The TQM Magazine, Volume 16, Number 4.

Pyzdek, Thomas. (2001) **“The Six Sigma Handbook. A Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts and Managers at All Levels”**. McGraw-Hill.

Patton, F. (2005), **“Does Six Sigma work in service industries?”**, Quality Progress, Sept.

Perez, Wilson M., (1999), **“Six Sigma: Understand the concept, implications and Challenges”**, USA, Advanced Systems Consults.

Perez, Wilson M., (1997), **“Six Sigma Strategies: Creating Excellent in the Workplace”**, USA, QCI International.

Reis, Delmar A. F. dos. (2003), **“Seis Sigma: Un Estudio Aplicado al Sector electrónico”**, Universidad Federal do Rio Grande do Sul.

Rodrigues, C.H.R.; SANTOS, F.C.A. (2004), **“Empowerment: estudio de casos en empresas manufactureras”**. Gestión e Producción Vol.11, No. 2, Mayo-ago.

Rotondaro, R.G. (2002), **“Seis Sigma. Estrategia gerencial para la mejoras de los procesos, productos y servicios”**. SÃO PAULO: Atlas.

Santos, A. B.; (2002), **“Un modelo de aplicabilidad para implementación de los proyectos seis sigma”**. XXII Encuentro Nacional Anual de Ingeniería de Producción. Curitiba.

Sehwall, L. (2003), **“Six Sigma in health care”**, International Journal of Health Care Quality Assurance, vol. 16 no. 6.

Stamatis, D. H. (2000). **“Who needs Six Sigma, anyway?”** Quality Digest, [Disponible: www.qualitydigest.com.]

Tague, N.R. (1995), **“The quality toolbox”**, ASQC Quality Press: Milwaukee, Wisconsin.

Werkema, M.C. (2002), **Creando una Cultura Seis Sigma**. RIO DE JANEIRO: Qualitymark.

Waxer, C. (2000-2005), "**Six Sigma Organizational Architecture**", isixsigma, [Disponibile: <http://www.isixsigma.com/library/content/c010128a.asp>.]

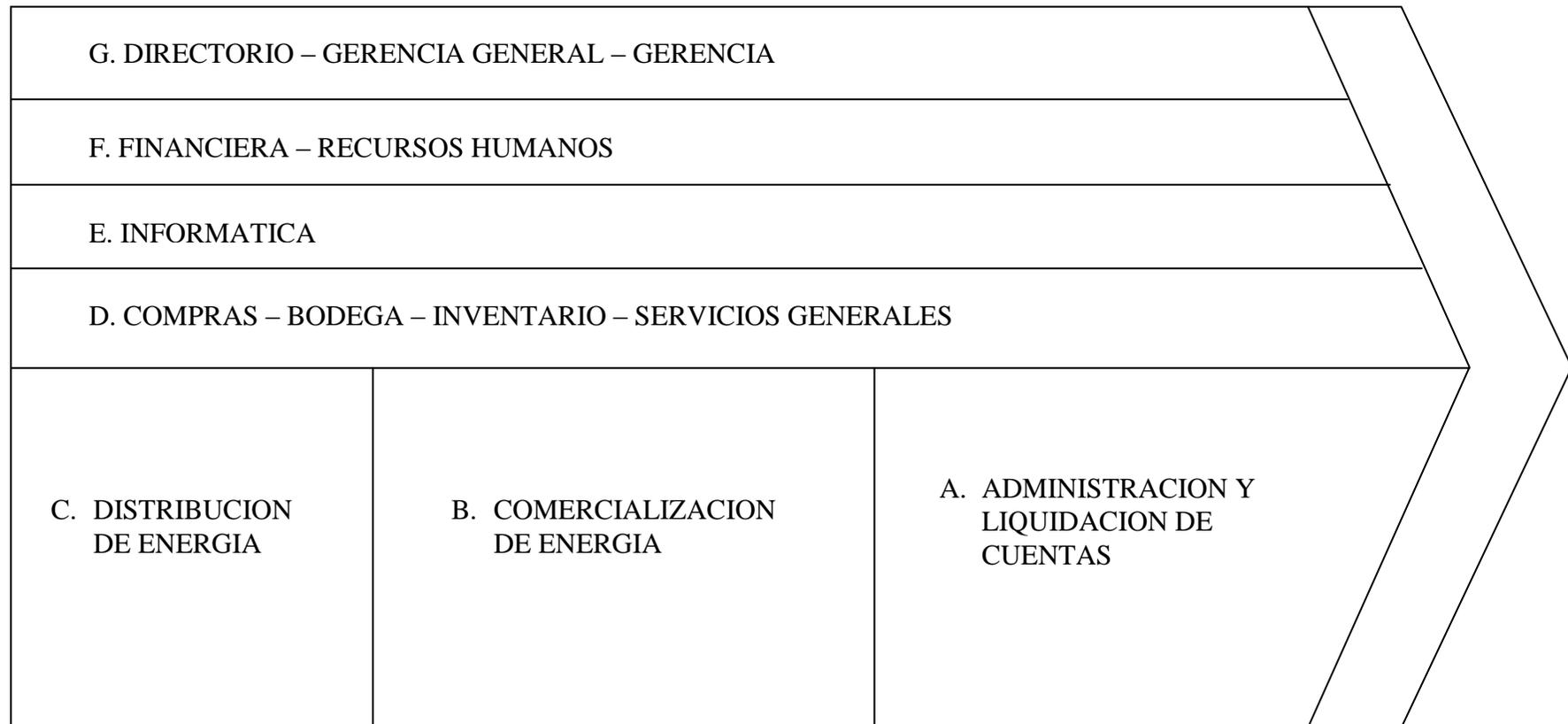
Wessel, G. (2004), "**Six Sigma for small and medium-sized enterprises**", TQM Magazine, vol. 16 no. 4.

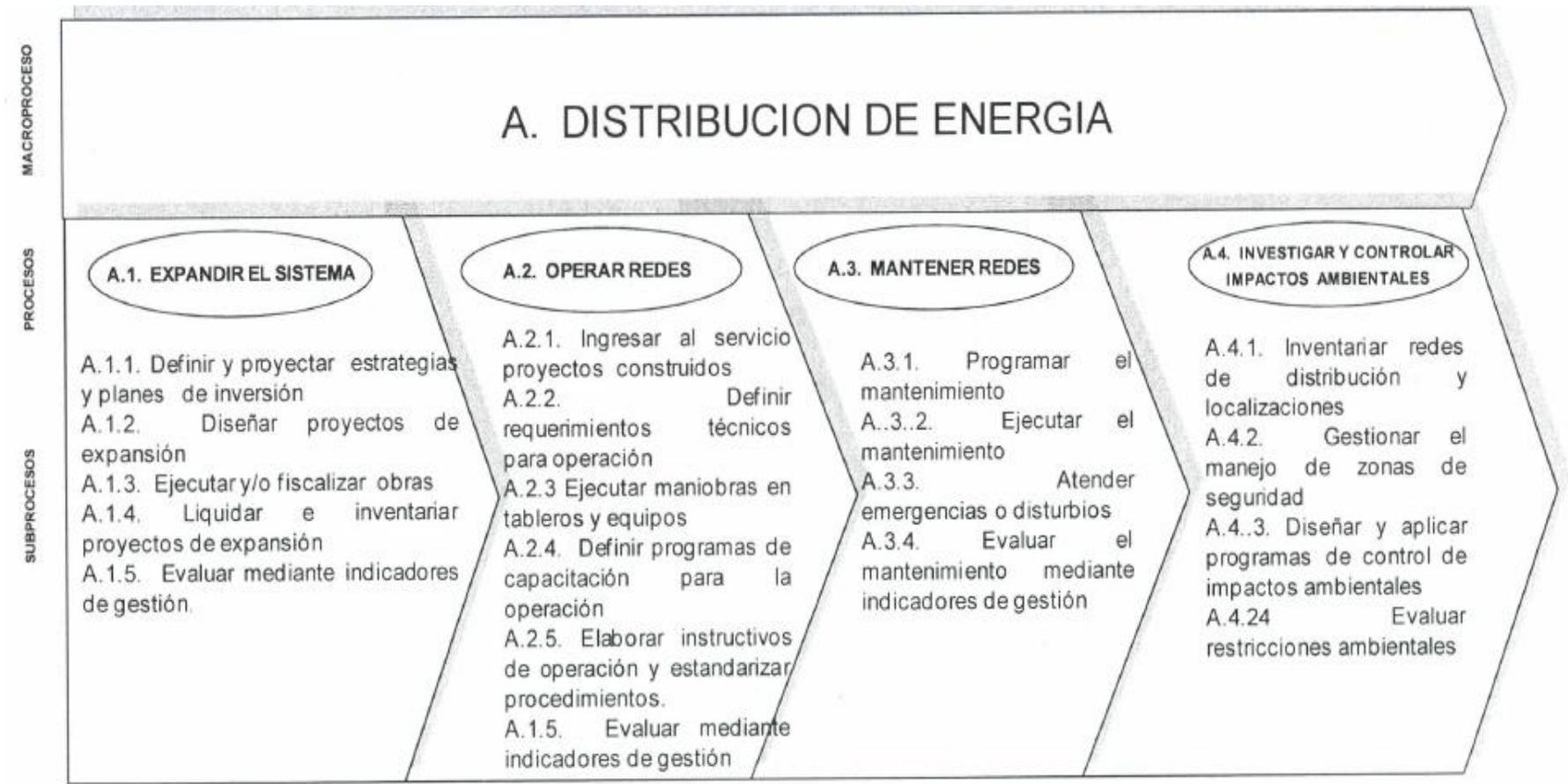
Zairi, M. (1995), "**Business process re-engineering and process management: a survey of current practice and future trends in integrated management**", Business Process Reengineering & Management Journal, Vol. 10 No. 1.

ANEXOS:

ANEXO – A

MAPA DE PROCESOS DE EMPRESA DE SERVICIOS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA





MACROPROCESO

B. COMERCIALIZACION DE ENERGIA

PROCESOS

B.1. NUEVOS SERVICIOS

- B.1.1. Proyectar demandas de energía
- B.1.2. Definir Plan de Inversiones
- B.1.3. Programar y adquirir suministros
- B.1.4. Atender requerimientos de servicio
- B.1.5. Determinar factibilidad del servicio
- B.1.6. Evaluar mediante indicadores de gestión

B.2. CONEXIÓN A LA RED

- B.2.1. Contratar instalación de acometidas y medidores
- B.2.2. Facturar suministro de energía
- B.2.3. Recaudar valores por consumo
- B.2.4. Mantener equipos de medición.
- B.2.5. Evaluar mediante indicadores de gestión

B.3. SERVICIOS POST-VENTA

- B.3.1. Atender solicitudes
- B.3.2. Programar inspecciones
- B.3.3. Realizar campañas para controlar pérdidas
- B.3.4. Recuperar cartera
- B.3.5. Promoción y Marketing
- B.3.6. Evaluar mediante indicadores de gestión

SUBPROCESOS

MACROPROCESO

C. LIQUIDACION Y MANEJO DE CUENTAS MEM

(Procesos actualmente dispersos a integrarse en uno solo)

PROCESOS

C.1. ESTUDIOS DEL VAD

- C.1.1. Proyectar aplicaciones del Valor Agregado de Distribución calcular impactos tarifarios.
- C.1.2. Proponer VAD para aprobación del CENACE.
- C.1.3. Dirigir la aplicación del VAD
- C.1.4. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión.

SUBPROCESOS

C.2. TRANSACCIONES ECONOMICAS

- C.2.1. Preparar información técnica sobre transacciones económicas
- C.2.2. Vigilar la aplicación de regulaciones y disposiciones
- C.2.3 Administrar contratos de venta y compra de energía
- C.2.4. Programar demandas de energía y generación
- C.2.5. Declarar costos variables de producción
- C.2.6. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

C.3. LIQUIDACION DE CUENTAS

- C.3.1. Consolidar informes de liquidación de obras FERUM
- C.3.2. Establecer montos y saldos
- C.3.3. Conciliar cuentas para determinar deudas por concepto de compra de energía
- C.3.4. Determinar índices de recuperación de cartera
- C.3.5. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión.

MACROPROCESO

D. GESTION DE ALMACEN, INVENTARIOS Y TECNOLOGIA

(Procesos actualmente dispersos a integrarse en uno solo)

PROCESOS

SUBPROCESOS

D.1. ADMINISTRAR ADQUISICIONES Y BODEGA

- D.1.1 Administrar adquisiciones en general
- D.1.2. Gestionar importaciones
- D.1.3. Gestionar stock y movimientos de Bodega
- D.1.4. Administrar bodegas
- D.1.5. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

D.2. ADMINISTRAR ACTIVOS

- D.2.1 Administrar inventario de activo fijo
- D.2.2 Establecer estrategias de administración de inventario
- D.2.3. Valorizar inventario
- D.2.4. Proyectar el inventario técnico de la Empresa,
- D.2.5. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

D.3 SOPORTE TECNOLÓGICO

- D.3.1. Administrar planes e inventario de infraestructura informática
- D.3.2. Suministrar sistemas de información y enlaces
- D.3.3. Operar y mantener sistemas, aplicaciones y servidores.
- D.3.4. Suministrar software básico y asesorar adquisiciones
- D.3.5. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

MACROPROCESO

E. GESTION FINANCIERA

PROCESOS

E.1. VIABILIDAD FINANCIERA

- E.1.1. Proyectar recursos de financiación.
- E.1.2. Valorar economía de la empresa
- E.1.3. Gestionar el Presupuesto y su programación
- E.1.4. Administrar cartera y efectivo.
- E.1.6. Pronosticar viabilidad financiera
- E.1.7. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

SUBPROCESOS

E.2. TRANSACCIONES FINANCIERAS

- E.2.1. Gestionar pagos
- E.2.2. Gestionar cartera y flujo de efectivo
- E.2.3. Administrar la gestión tributaria
- E.2.4. Preparar y registrar información contable
- E.2.5. Suministrar información de costos
- E.2.6. Administrar seguros
- E.2.7. Administrar garantías y
- E.2.8. Conciliar cuentas
- E.2.9. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

MACROPROCESO

F. GESTION DE TALENTO HUMANO

PROCESOS

F.1. ADMINISTRAR SISTEMAS DEL TALENTO HUMANO

- F.1.1. Planificar la gestión del recurso humano y crecimiento
- F.1.2. Conseguir personal idóneo
- F.1.3. Administrar sistemas de Clasificación, Valoración, Remuneraciones
- F.1.4. Administrar términos contractuales
- F.1.5. Evaluar gestión individual y de equipos
- F.1.6. Implementar planes de formación y crecimiento integral
- F.1.7. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

SUBPROCESOS

F.2. GESTIÓN DE SALUD Y BIENESTAR

- F.2.1. Programar gestión integral de salud y bienestar
- F.2.2. Diseñar y ejecutar programas de bienestar
- F.2.3. Ejecutar programas de salud
- F.2.4. Administrar Planes de Seguridad e Higiene Industrial
- F.2.5. Minimizar índices de siniestros
- F.2.6. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

F.3. GESTION LOGÍSTICA

- F.3.1 Administrar servicio de correo, mensajería y fotocopiado
- F.3.2. Administrar servicio de transporte y mantenimiento local
- F.3.3. Gestionar mantenimiento de instalaciones y adecuaciones
- F.3.4. Gestionar la seguridad interna
- F.3.5. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

MACROPROCESO

G. DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO Y ASESORIA

PROCESOS

G.1. CONTROL DE GESTIÓN

- G.1.1. Administrar y consolidar sistema de control de gestión
- G.1.2. Consolidar planes operativos y presupuestos
- G.1.3. Administrar el sistema de información gerencial
- G.1.4 Administrar imagen empresarial
- G.1.5. Evaluar gestión integral y diseñar mejoras

SUBPROCESOS

G.2. GESTION JURIDICA

- G.2.1. Gestionar la defensa legal y patrocinio de la Empresa
- G.2.2. Vigilar el cumplimiento de la normativa
- G.2.3. Asesorar en acciones legales a todos los procesos de la Empresa.
- G.2.4. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión .

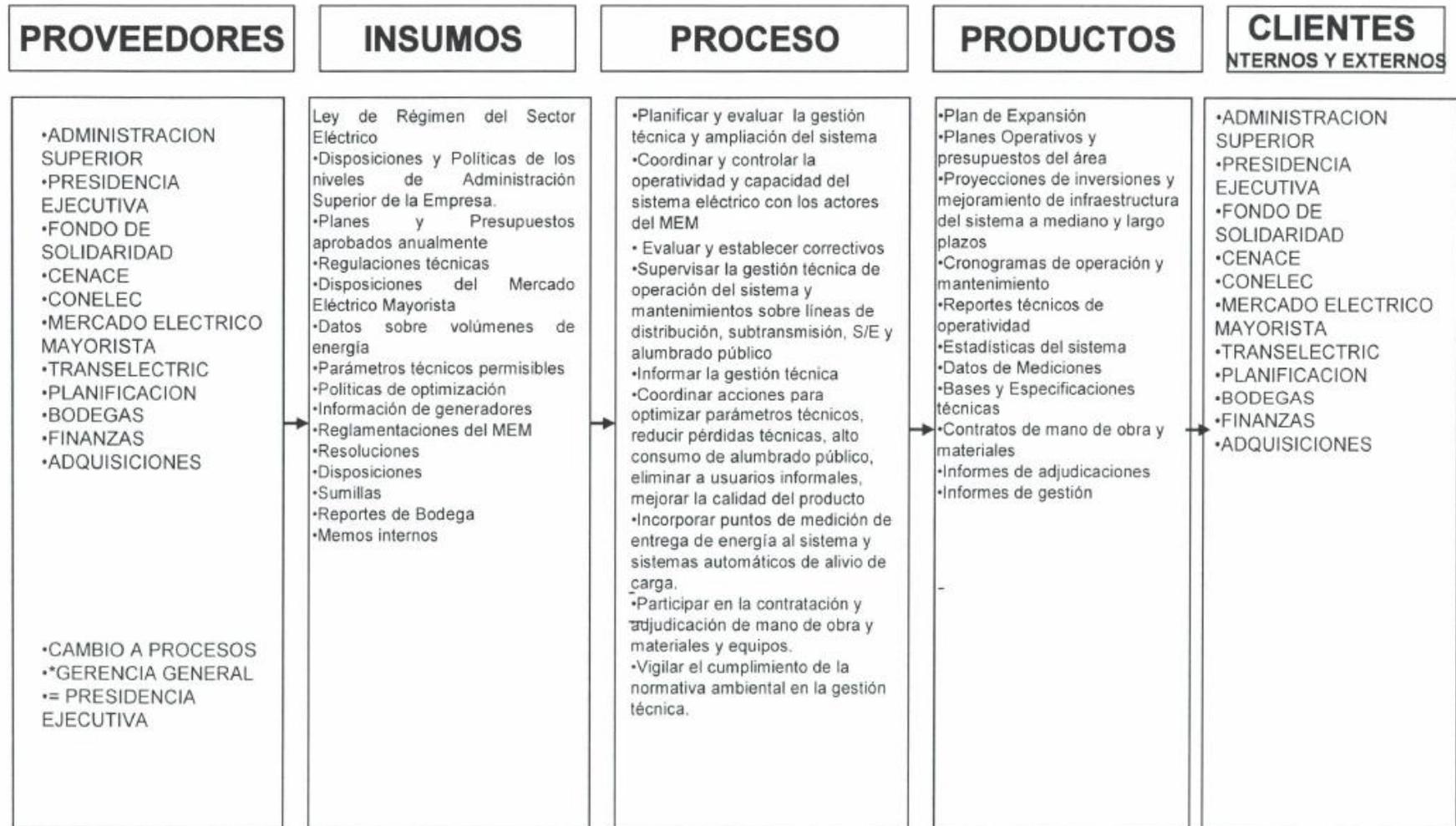
G.3. GESTION DE CONTROL INTERNO

- G.3.1 Planear la gestión de control interno de procesos
- G.3.2 Auditar la gestión procesos internos
- G.3.3 Recomendar mejoras.
- G.3.4. Evaluar cumplimiento recomendaciones
- G.3.5. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

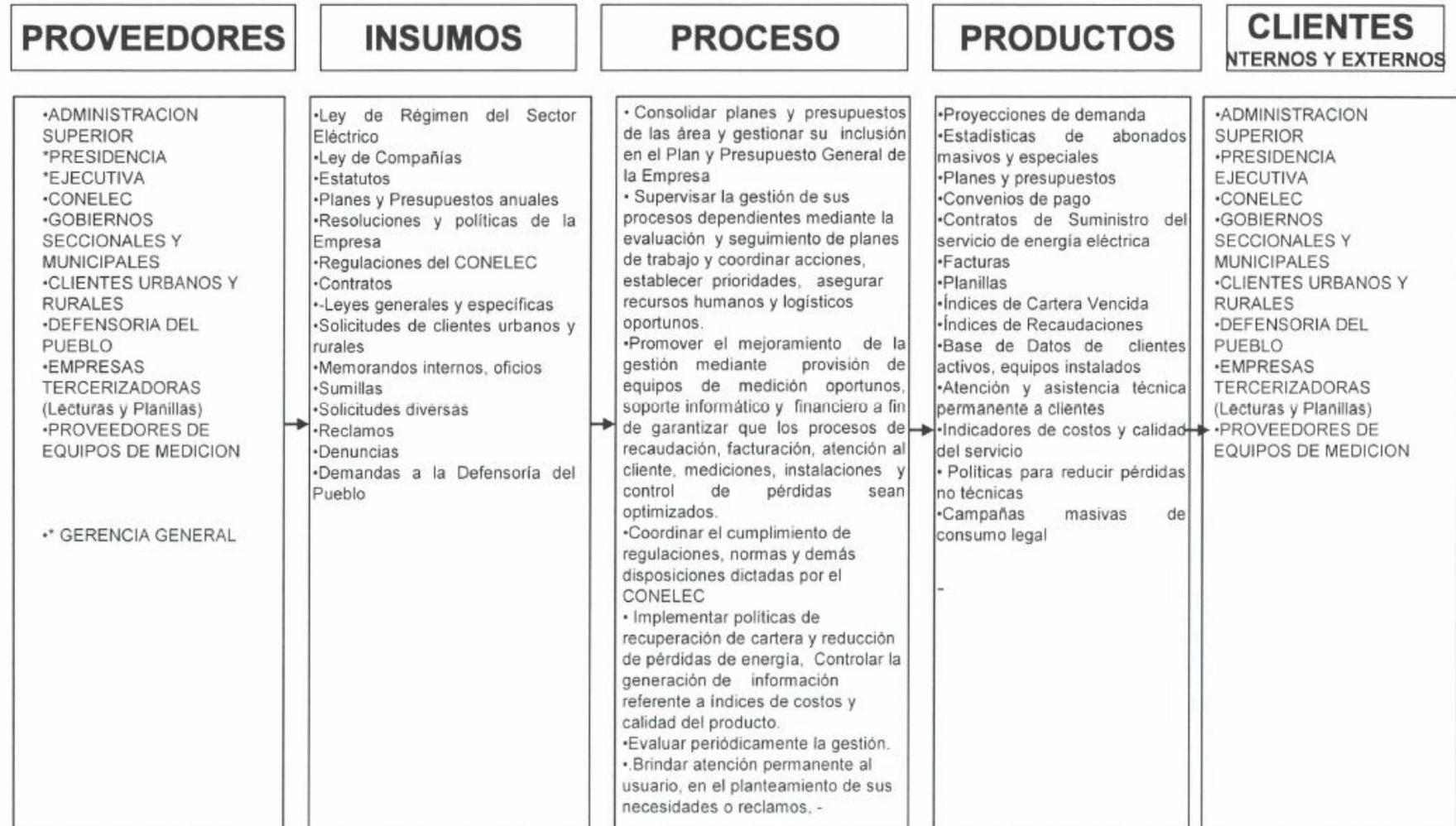
G.4. COMUNICACION

- G.4.1 Planear la gestión de comunicación mediática
- G.4.2 Fortalecer la imagen empresarial
- G.4.3 Optimizar difusión
- G.4.5. Evaluar mediante sistema de indicadores de gestión

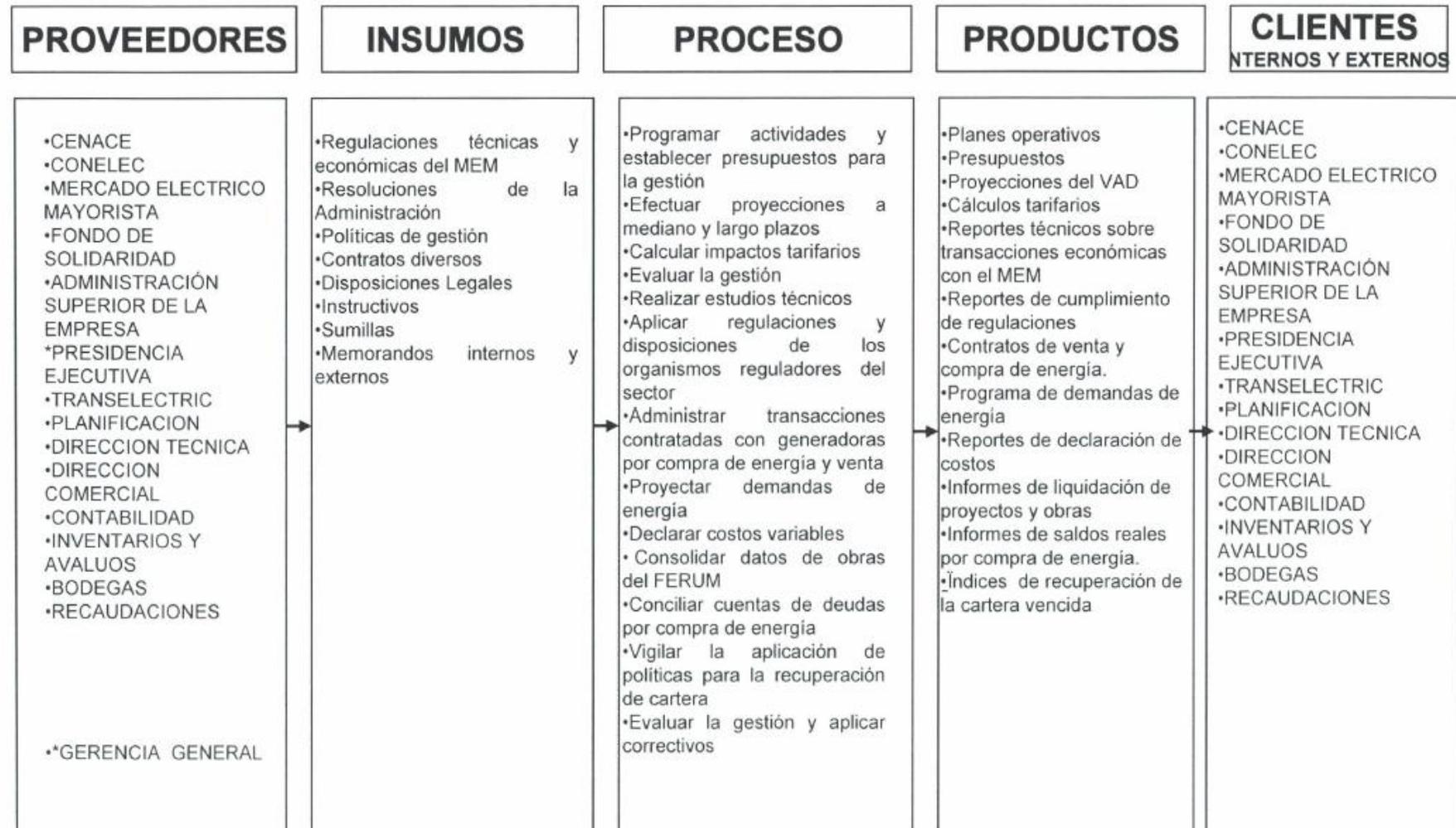
PROCESOS PRIMARIO: EXPANSION DE DISTRIBUCION DE ENERGIA



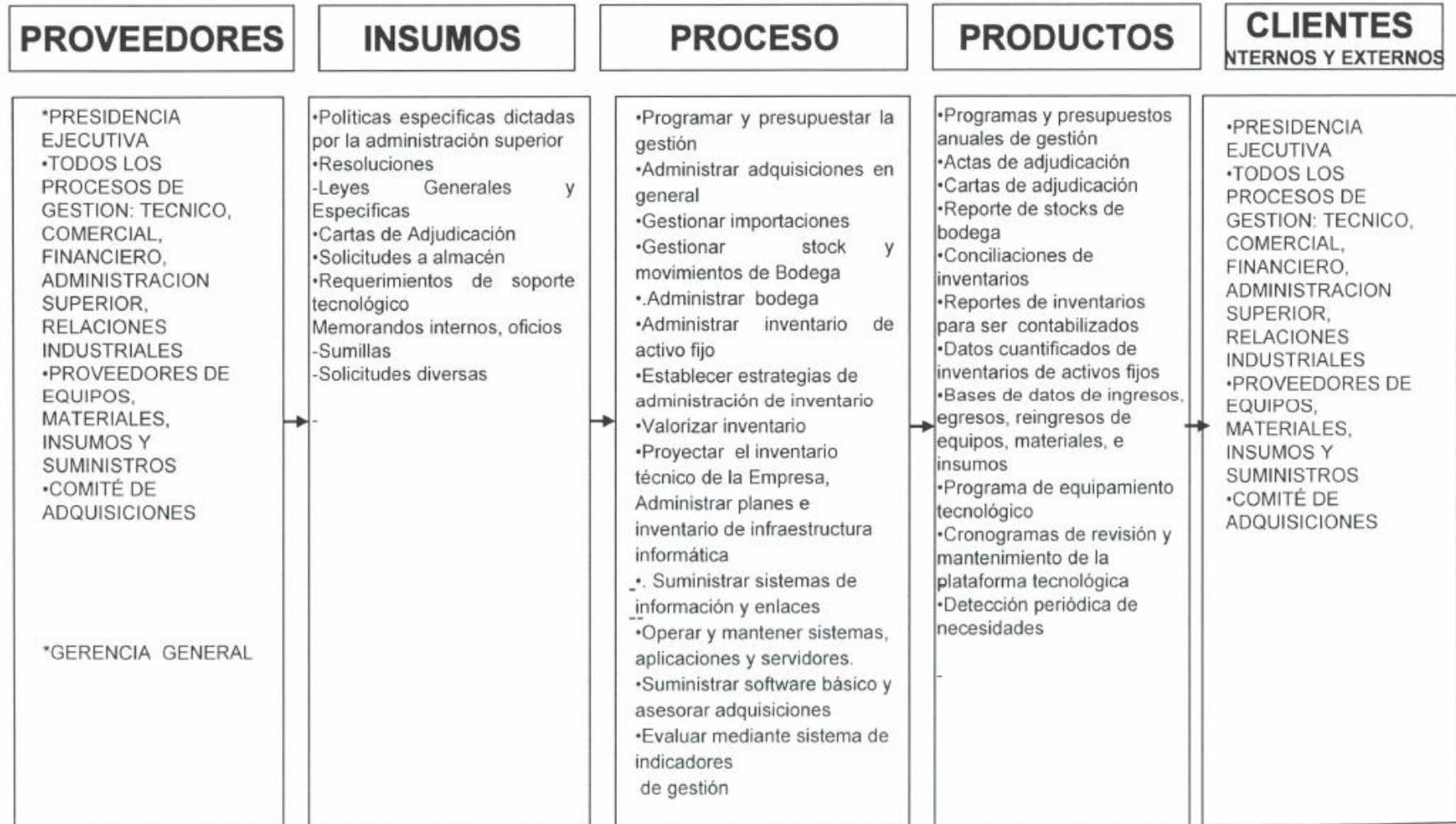
PROCESOS PRIMARIO: COMERCIALIZACION DE ENERGIA



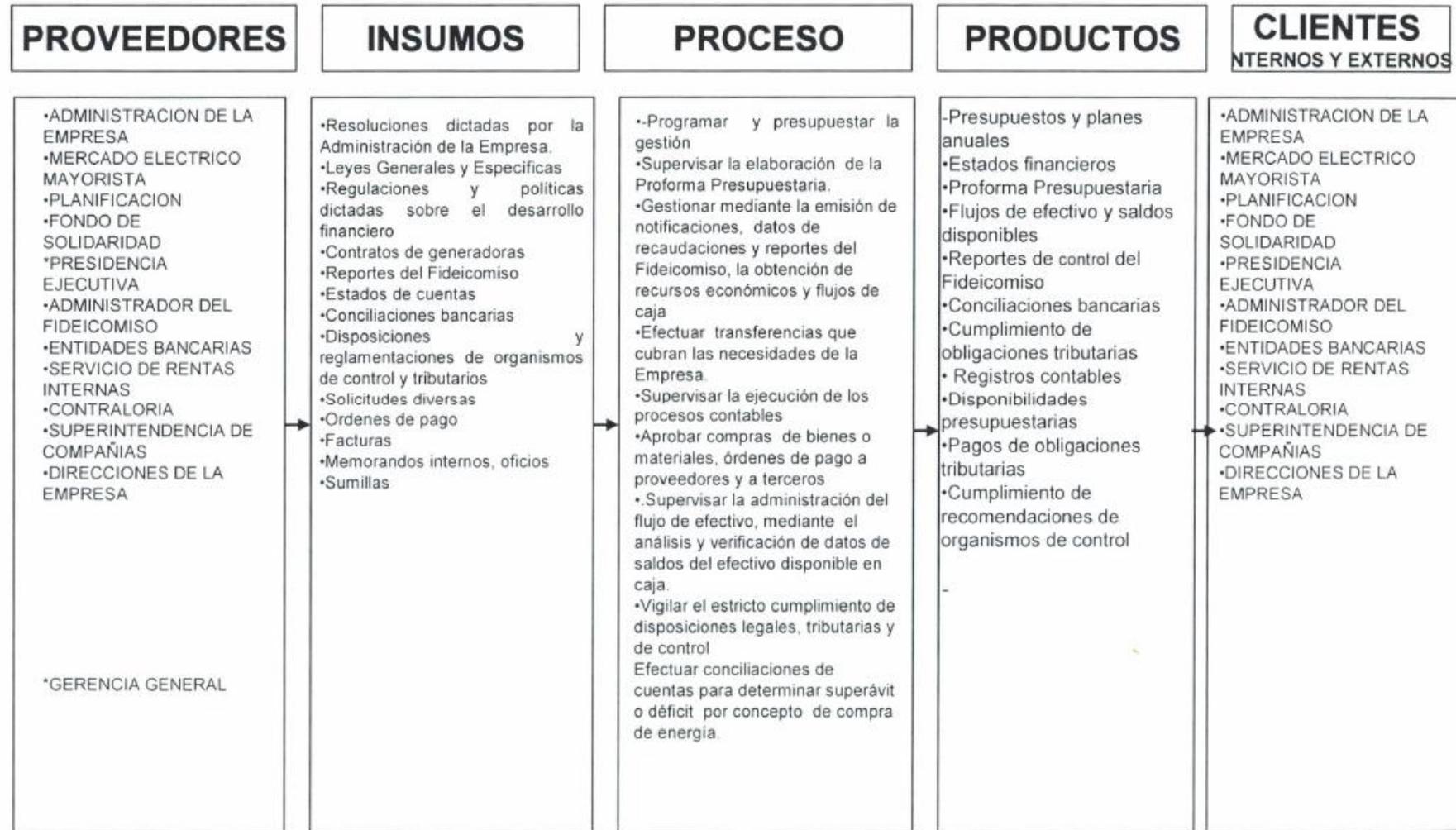
PROCESOS PRIMARIO: LIQUIDACION DE CUENTAS



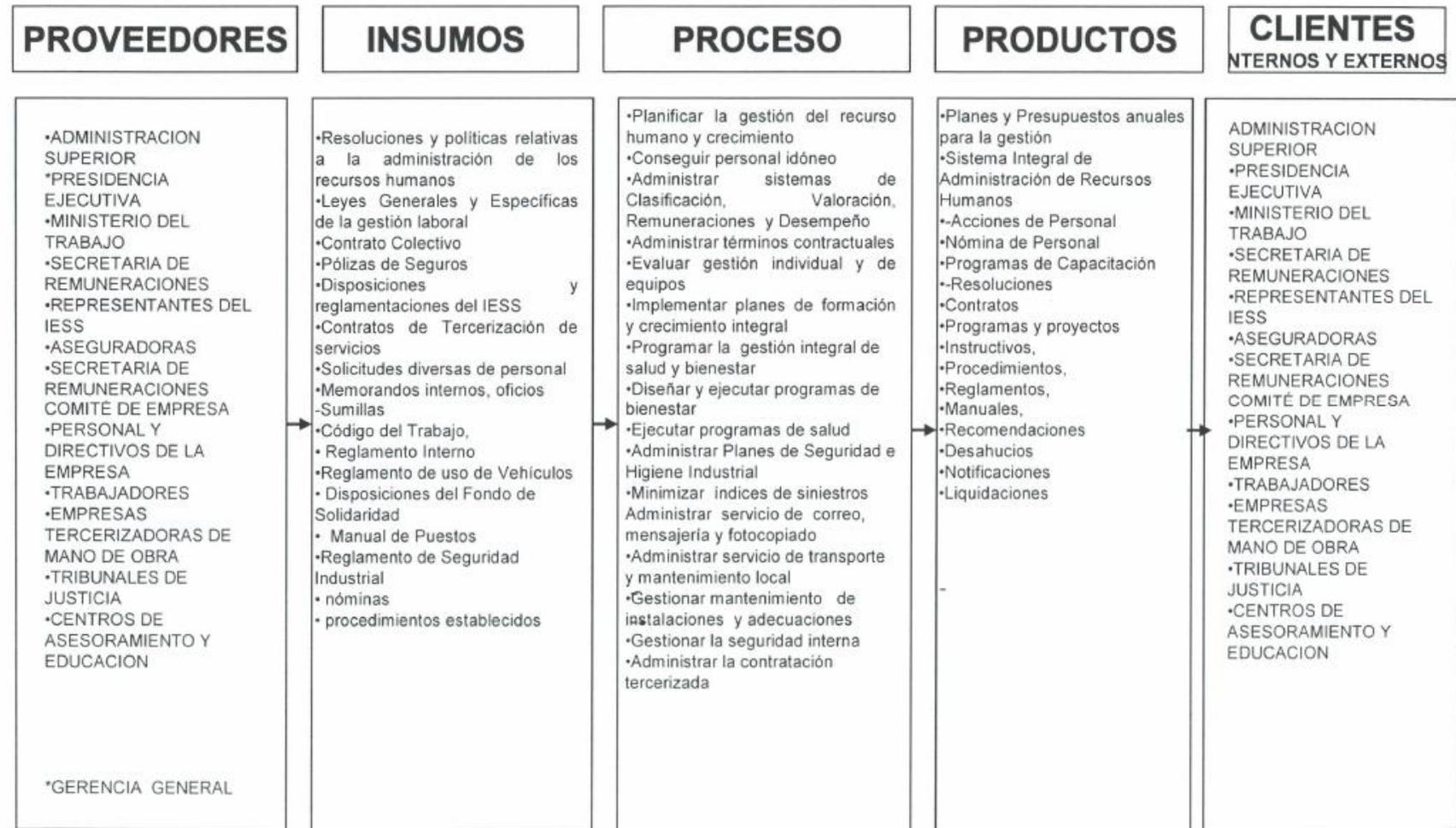
PROCESOS APOYO: GESTION DE INVENTARIO, ALMACEN Y TECNOLOGIA



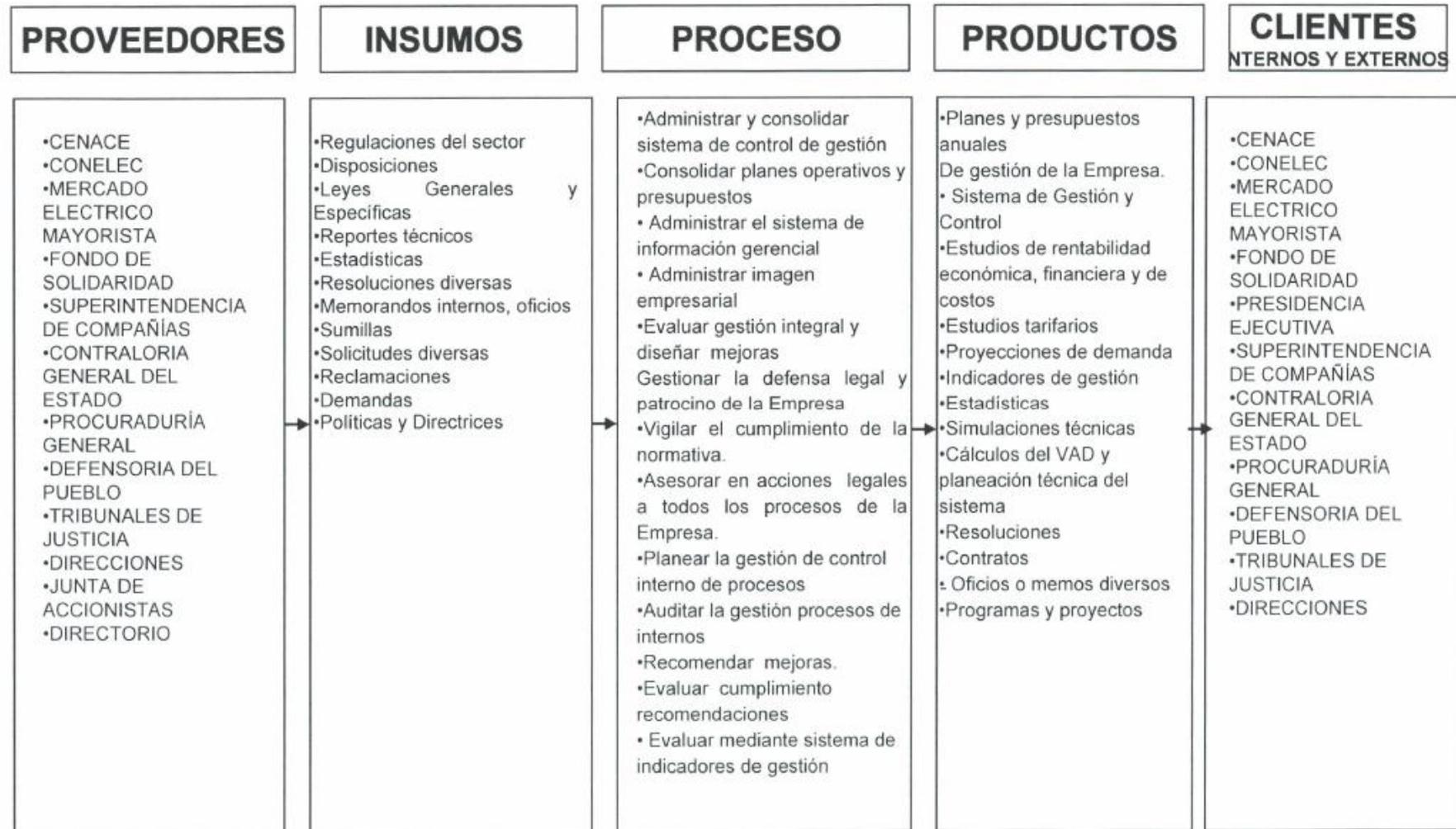
PROCESOS APOYO: GESTION FINANCIERA



PROCESOS APOYO: GESTION DEL TALENTO HUMANO



PROCESOS GOBERNANTE: DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO



ANEXO – B

HERRAMIENTAS FUNDAMENTALES PARA SIX SIGMA

El secreto del éxito del Six Sigma en su aplicación práctica radica en saber utilizar cada una de las herramientas. Dentro del arsenal de herramientas utilizadas para soportar la Metodología Six Sigma, se encuentran casi todas las conocidas en el mundo de la Calidad. Los lineamientos para seleccionar y manejar las herramientas estadísticas son tan importantes como ellas entre sí.

Para efectos de la investigación, a continuación se describe herramientas importantes y fundamentales que soportan la implementación de la Metodología Six Sigma.

AMEF

Análisis de Modo y Efecto de la Falla Potencial (AMEF) es un método de análisis de productos o procesos industriales o administrativos, que consiste básicamente en una sola tabla y se utiliza para (Rotondaro, 2002):

- ❖ Identificar todos los posibles tipos (modos) de falla potencial;
- ❖ Determinar el efecto de cada uno en el rendimiento (producto o proceso);

- ❖ Dar prioridad a los modos de falla de acuerdo a sus efectos, su frecuencia de ocurrencia y la capacidad de los controles existentes que impiden que el hecho de no llegar hasta el cliente; y,
- ❖ Identificar las acciones que se pueden eliminar o reducir la posibilidad de un potencial fallo ocurra.

**Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial
(Process FMEA)**

Nombre/Número de Parte _____ Responsable del Proceso _____ Número de FMEA _____
 Año(s) Modelo / Vehículo _____ Fecha Clave _____ Página _____ de _____
 Equipo de Trabajo _____ Fecha del FMEA (Original) _____ Rev. _____

Función del Proceso / Requerimientos Descripción simple del proceso u operación que está siendo analizada.	Modo de Falla Potencial Manera en la cual el proceso puede potencialmente fallar para cumplir los requerimientos del proceso.	Efecto(s) Potenciales de la Falla Describir los efectos de las fallas en términos de cómo lo notará o experimentará el cliente.	Sev	Clasif	Causa(s) y/o Mecánismo(s) de Falla Potenciales ¿Cómo la falla puede ocurrir descrito en términos de algo que puede ser corregido o pueda ser controlado?	Ocurrir	Controles Actuales del Proceso (Prevención) Controles que previenen hasta donde sea posible que el modo de falla o la causa/mecánismo de falla deba ocurrir.	Controles Actuales del Proceso (Detección) Controles que detectan la causa/mecánismo de falla o el modo de falla.	Dibrec	E.P.N	Accion(es) Recomendadas Acciones preventivas/corre ctivas deben ser dirigidas cuando la severidad es alta (9,10), y a RPN altos.	Responsabilidad y Fecha de Terminación Asignar a la persona responsable y la fecha de cumplimiento	Resultados de las Acciones					
													Acciones Tomadas La persona responsable debe asegurarse que las acciones recomendadas sean implantadas o adecuadamente dirigidas.	Sev	Occ	Det	R.P.N	
						Previene que la causa/mecánismo de falla o modo de falla ocurra o reducen su tasa de ocurrencia	Detectan la causa/mecánismo de falla o modo de falla e indican acciones correctivas.											

Cada campo del formulario es el siguiente:

- **Función del proceso:** título de la etapa del proceso o una breve descripción de la operación en análisis.
- **El modo de falla potencial:** Descripción de incumplimiento en la operación, observada por el cliente. Se debe considerar todos los tipos de fallas que pueden ocurrir, desde los más propensos a lo poco probable.

- **El efecto potencial de falla**: es el impacto en el cliente si un modo de fallo, no es prevenido o corregido. Es la consecuencia de falla para el cliente.
- **Índice de Severidad (S)**: Es la evaluación de la gravedad de los efectos del modo de falla potencial para el cliente. Debe estimarse sobre la base de las consecuencias del incumplimiento para el cliente.
- **Causa potencial de falla**: es identificar la causa raíz de las fallas. Se debe evitar definiciones genéricas, usando términos que pueden ser definidos o controlados (por ejemplo, la presencia de sustancias contaminantes).
- **Índice de ocurrencia (O)**: Probabilidad de una causa de la falla va a ocurrir. Evalúa al mismo tiempo, la probabilidad de ocurrencia de la causa de falla, y una vez la causa se produce, la probabilidad de que genera la falla en sí.
- **Controles actuales del proceso**: las descripciones de los controles se utilizan para detectar el modo de fallo, la presencia de la causa de la falla, o evitar la ocurrencia del modo de falla.
- **Índice de detección**: indica la probabilidad de que los actuales controles de consiguieran manejar las fallas antes de que lleguen al cliente. Para determinar esto, debemos suponer que se produjo el error y luego evaluar la eficacia de los controles actuales para prevenir el envío de los productos con falla.
- **El número de prioridad de riesgo (NPR)**: $(S \times O \times D)$. Las tasas más altas con NPR deberían tener prioridad para la acción.
- **Acciones recomendadas**: Registra las acciones correctivas propuestas para los productos con NPR "alto".

- **Responsable y plazo**: Su objetivo es garantizar que todas las acciones recomendadas han sido efectivamente adoptadas.
- **Acciones adoptadas**: Las acciones efectivamente adoptadas pueden diferir de las recomendadas. En estos casos, se deben describir en este campo.
- **resultado de NPR**: Después de la aplicación efectiva de las acciones correctivas, se debe volver a calcular los índices y la nueva NPR.

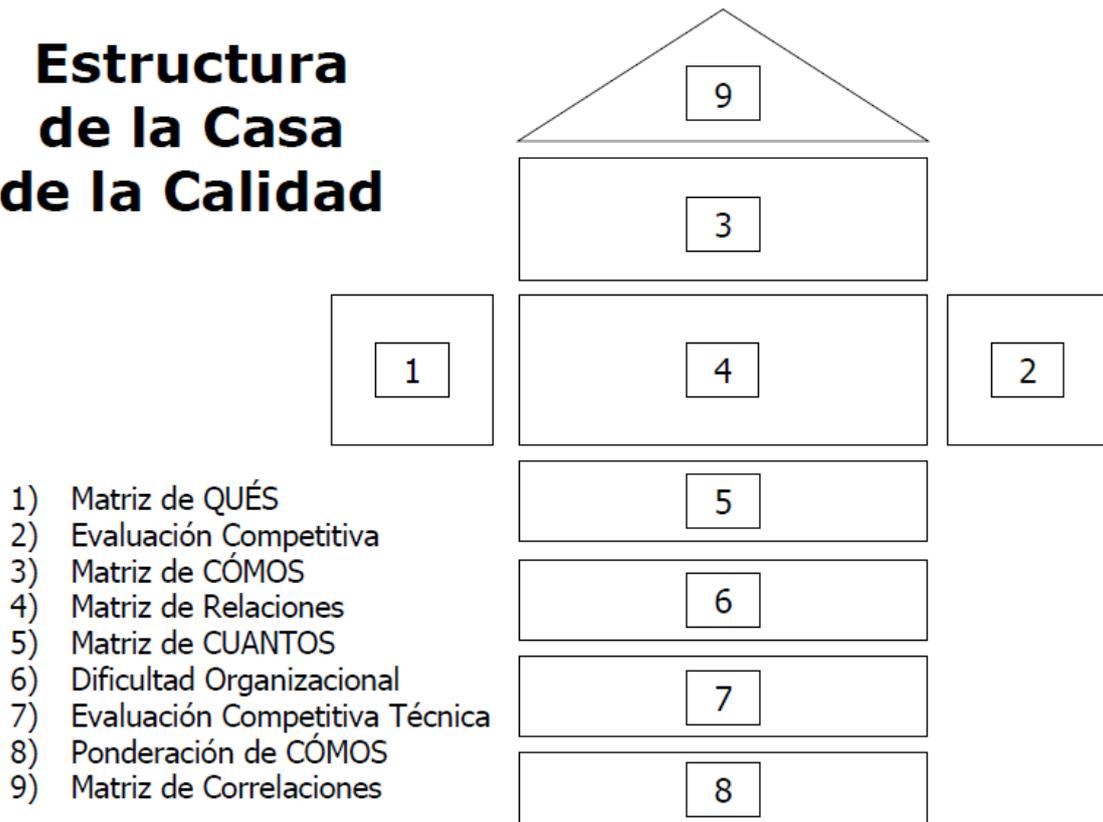
Probabilidad de ocurrencia - O	Severidad - S	Probabilidad de detección - D
Muy remota - 1		Muy alta – 1
Muy pequeña - 2	Apenas perceptibles - 1	Alta – 2, 3
Pequeña – 3	Poca importancia – 2, 3	Moderada – 4, 5, 6
Moderada – 4, 5, 6	Moderadamente grave – 4, 5, 6	Pequeña – 7, 8
Alta – 7, 8	Grave – 7, 8	Muy pequeña – 9
Muy alta – 9, 10	Extremadamente grave – 9, 10	Remota - 10

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

El Despliegue de la Función de Calidad (del Inglés, Quality Function Deployment), consiste en un método desarrollado originalmente en Japón, que tiene como objetivo estructurar y sistematizar la recopilación y tratamiento de la información del mercado.

Según Rotondaro (2002), en el proceso de QFD se desencadena por las necesidades reales de los clientes, para orientar las actividades del proyecto. Estas necesidades se definen como las características críticas para la calidad (CTQ-crítica para la calidad) y se obtiene a partir de la primera matriz de QFD, llamada Casa de la Calidad.

Estructura de la Casa de la Calidad



También forman parte de la casa de calidad el análisis del desempeño competitivo (benchmarking), que tiene como objetivo proporcionar la evaluación comparativa con los productos y/o servicios que compitan en el mercado.

Levantados todos los punto para desarrollar el QFD, se estudia la interrelación entre lo **que** es importante para el cliente y **cómo** hacer que estas demandas sean atendidas.

Metodología del QFD

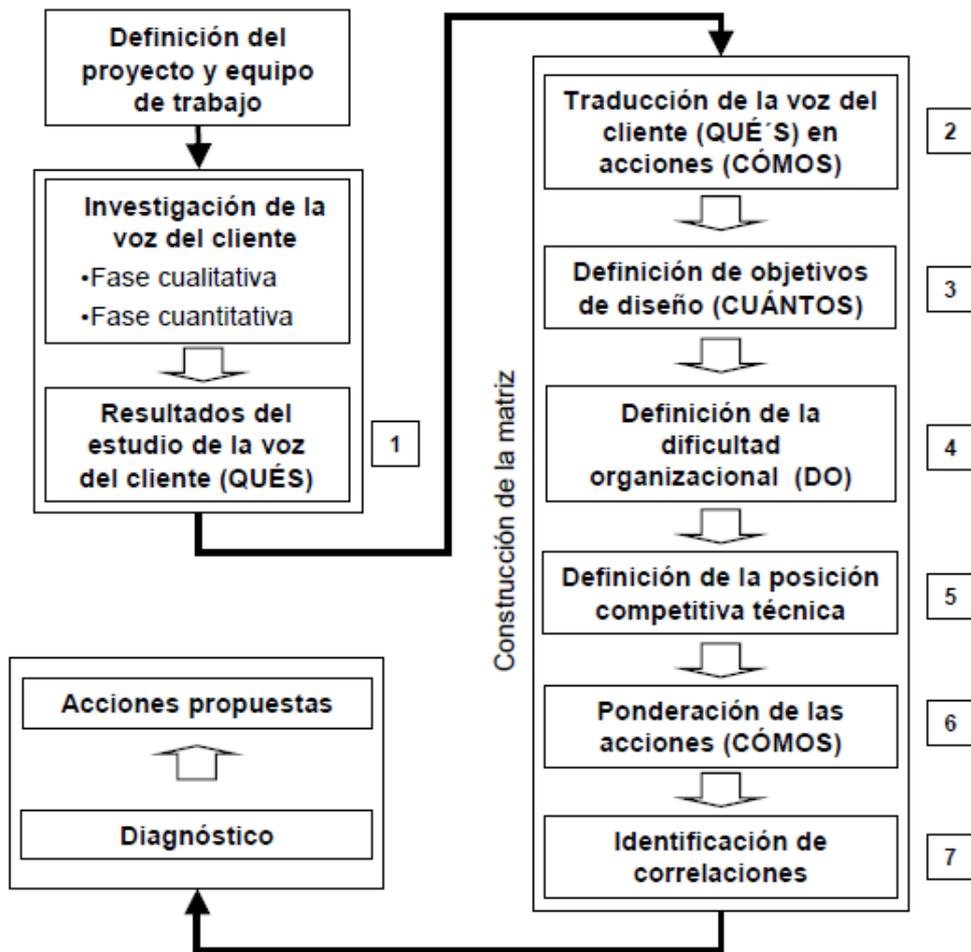


Diagrama de la matriz de PRIORIZACIÓN

El diagrama de la matriz de priorización es una matriz especialmente construido para ordenar una lista de elementos. Se trata de una herramienta para la toma de decisiones, como lo establece la prioridad, que puede o no estar basados en criterios con pesos definidos. Debe ser usado cuando:

1. Los puntos clave de un problema fueron identificados, pero su número debe ser reducido;
2. Todos están de acuerdo en los criterios para la solución, pero no están de acuerdo en el orden de aplicación;
3. Los recursos humanos y financieros son limitados y, por tanto, es preciso ordenar;
4. Se tiene dificultad en secuenciar la ejecución de una serie de tareas.

La construcción de la matriz de priorización dependerá del tema, personal y tiempo disponible. Los métodos de construcción pueden ser:

- ✓ **Método analítico:** se desarrolla sin preocuparse por el uso que se dará a los elementos, el objetivo es que los clasifique de acuerdo a criterios predefinidos.
- ✓ **Método de consenso:** diferente al método analítico, los pesos de los criterios se generan dentro del equipo.
- ✓ **Método Relación - matriz:** hace el orden de una lista de elementos cuando no hay criterios, o cuando todos los criterios tienen el mismo peso.

Proyectos	Criterios por Proyecto				Total	%	Accion
	Menor Tiempo	Facil Implementacion	Bajo Costo	Resultado Positivo			
Proyecto Candidato 1	0,0048	0,0041	0,004	0,0554	0,0683	7%	
Proyecto Candidato 2	0,0048	0,0044	0,0121	0,0494	0,0707	7%	
Proyecto Candidato 3	0,0004	0,0003	0,0006	0,0602	0,0615	6%	
Proyecto Candidato 4	0,0376	0,0324	0,0249	0,0094	0,1043	11%	
Proyecto Candidato 5	0,0048	0,0041	0,007	0,0602	0,0761	8%	
Proyecto Candidato 6	0,0305	0,0185	0,0533	0,0105	0,1128	11%	
Proyecto Candidato 7	0,0212	0,0137	0,0354	0,0037	0,074	8%	
Proyecto Candidato 8	0,0197	0,0156	0,0306	0,0344	0,1003	10%	
Proyecto Candidato 9	0,0305	0,0263	0,0533	0,0046	0,1147	12%	
Proyecto Candidato 10	0,0175	0,0153	0,0254	0,0554	0,1136	12%	Six Sigma
Proyecto Candidato 11	0,0097	0,0104	0,0254	0,0424	0,0879	9%	
					1,0	100%	

Mapeo de Procesos

Una manera práctica de entender un proceso es a través del uso de la técnica conocida como Mapeo de Procesos. El mapeo de procesos, es una representación gráfica que permite mostrar la secuencia de pasos, tareas, y actividades que se llevan a cabo para la realización de un trabajo, producto o servicio.

El Mapeo de Procesos permite efectuar una disección de aquellos procesos que están generando resultados con un alto grado de variación y/o que definitivamente se encuentran fuera de control. Con ello es posible conocer en detalle la estructura interna de los mismos, medir el impacto que estos están teniendo en los clientes del proceso (internos y externos) y su impacto negativo en costos, reprocesos, demoras y tiempos, para que a partir de esto se puedan tomar decisiones objetivas acerca de cómo rediseñarlo y contribuir así a la eficiencia y efectividad de la organización.

Existen diferentes técnicas para diagramar o graficar un proceso, entre ellas se puede mencionar:

- 1.- Diagrama de flujo
- 2.- Diagrama de procesos
- 3.- Diagrama de relaciones
- 4.- Diagrama SIPOC

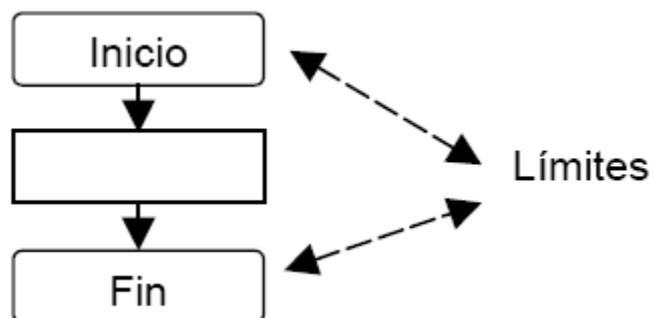
Diagrama de flujo

Para lograr un mejor entendimiento de los procesos de manufactura y/o servicio es necesario el uso de diagramas que nos permitan tener una fácil identificación de las actividades y sus relaciones con otras actividades por lo que se debe tener la capacidad de la representación sintetizada de las actividades de producción o de organización por medio de diagramas, en los que se muestren todas las actividades que dan como resultado productos o servicios de una organización. Simplificando podemos decir que un diagrama de flujo es la representación gráfica de la secuencia de pasos que integran un proceso. Para realizar un diagrama de flujo se hace necesario el uso de una simbología estándar. En la siguiente figura, se muestran los símbolos con los que se pueden elaborar diagramas de flujo.

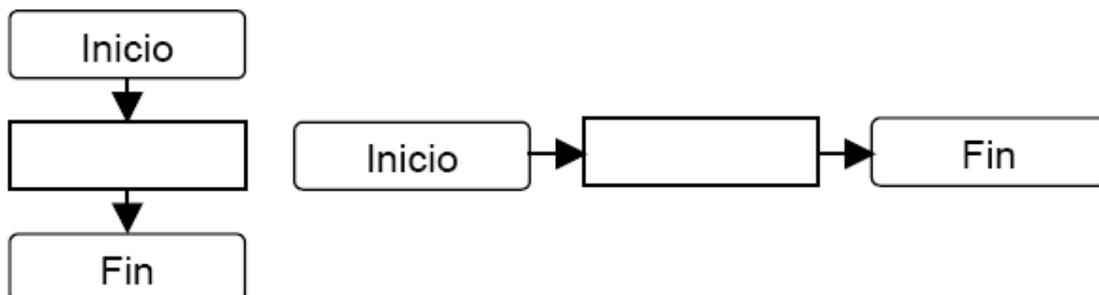
Símbolo	Descripción
	Inicio/Fin: Se identifica el principio o final de un proceso. Debe llevar en el interior las palabras "Inicio" ó "Fin".
	Operación: Actividad o tarea en el proceso que modifica un insumo. En el interior se escribe nombre de la actividad.
	Transporte: Indica el transporte o movimiento de materiales o insumos de un lugar a otro.
	Inspección: Se detiene el flujo del proceso para evaluar la calidad del producto/proceso para obtener autorización de continuar.
	Demora: Identifica cuando algo se debe esperar o ser puesto en almacenamiento temporal.
	Almacenaje: Identifica un almacenamiento en espera de un cliente. Por lo general, las actividades clasificadas como almacenaje difieren de las demoras por la duración en tiempo de espera y por la necesidad de alguna autorización para recuperarlas.
	Decisión: Designa un punto de decisión o división del flujo del proceso. Debe anotarse en su interior la cuestión a decidir, identificar cada ruta que surge del punto de decisión con las operaciones resultantes de la resolución, como: Si o No, o Concluida o No concluida.
	Documento: Identifica que el resultado de una actividad se debe registrar en un medio impreso. En el interior se anota el nombre del documento.
	Base de datos: Identifica cuando la salida de una actividad se almacena en un medio electrónico. En el interior se anota el nombre del archivo o base de datos.
	Conector: Indica una salida de un diagrama de flujo representa una entrada para otro. Una letra en el interior denota una salida o entrada. Una punta de flecha asociada a este símbolo indica si es una entrada o salida; si la punta de flecha señala el interior, representa una entrada; y hacia el exterior indica una salida.
	Flechas: Indican el flujo de entradas y salidas, la secuencia y dirección del flujo de un proceso, y por lo general representa la transferencia del resultado de una actividad a la siguiente, para la cual se convierten en insumo.

Para elaborar diagramas de flujo es necesario que se conozca perfectamente la actividad o proceso a diagramar. A continuación se mencionan los pasos para su elaboración:

1.- Definir los límites del proceso



2.- Mantener el flujo del proceso de izquierda a derecha y de arriba abajo



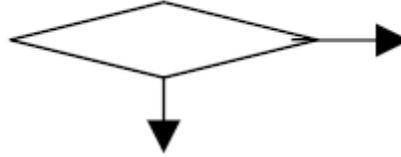
3.- Incorporar información al diagrama de flujo

4.- Mantener los símbolos equidistantes entre sí para facilitar la interpretación

5.- Las entradas y salidas deben pasar por encima o por debajo, en vez de hacer intersección.



6.- Asegurarse que los resultados de los símbolos de decisión ostenten etiquetas (p. ej. SI – No; ok - No ok).



Cuando por necesidades de la organización, los diagramas de flujo no puedan ser elaborados por quienes participan directamente en el proceso, es necesario pedirles que comprueben que el diagrama de flujo describe tal cual se desarrolla el proceso.

Diagrama de procesos

El entender un proceso a través de un diagrama de procesos es muy simple siempre y cuando se colecte la información necesaria para crear el diagrama.

Existen tres métodos básicos para recolectar la información del proceso necesaria para crear un diagrama de procesos²⁴:

- Auto-generación
- Entrevistas personalizadas
- Entrevistas en grupo

²⁴ Damelio, R. (1999). Fundamentos de Mapeo de Procesos. (capítulo 3). México: Panorama.

Método de Auto-generación

En este método, el diagrama de procesos puede ser elaborado de manera personal, con la premisa de que el responsable de su realización conozca el funcionamiento del proceso a diagramar y podrá solicitar a las personas involucradas en el proceso que le brinden el apoyo necesario para su realización. Este método da origen a un diagrama con mayor velocidad que los otros dos que se mencionarán enseguida, pero su utilidad queda limitada por la cantidad de conocimiento sobre el proceso que posea el responsable de su elaboración.

Método de entrevistas personalizadas

Una serie de entrevistas personales con proveedores, operarios y clientes del proceso, permitirá crear un bosquejo del diagrama del proceso. Luego, es posible enviar el diagrama a aquellas personas que se entrevistaron, así como a otras que conocen el proceso, y pedirles que revisen que este sea completo y que sea preciso. Este método funciona bien cuando el entrevistador posee buenas habilidades para hacer cuestionamientos, sabe escuchar y es capaz de sintetizar con rapidez la información. Asimismo es útil conocer la parte de la empresa de la que se hace el diagrama, antes de iniciar con las entrevistas.

Método de entrevista en grupo

Este método para elaborar un diagrama de proceso consiste en hacer que participen todas las personas relevantes, como grupo, en la creación del diagrama. Proporciona la máxima interacción directa entre proveedores, operarios y clientes del proceso. Un alto grado de participación eleva la sensación de titularidad que el grupo siente respecto del diagrama, y más importante del proceso de trabajo. Este método funciona mejor cuando un facilitador preparado trabaja con el grupo para ayudarlo a identificar y establecer los insumos, resultados y pasos del proceso. No es necesario que el facilitador conozca bien el proceso de trabajo. Sin embargo, deberá poseer habilidades sólidas de cuestionamiento y de escucha, así como un conocimiento firme en la elaboración de diagramas.

Diagrama de Relaciones

Un diagrama de relaciones es una imagen de las conexiones de entrada y salida (clientes y proveedores) entre las partes de una organización, como las funciones, departamentos, divisiones o plazas. Los diagramas de relaciones permiten revelar²⁵:

- Lo que la organización produce, es decir los bienes y servicios

²⁵ Damelio, R. (1999). Fundamentos de Mapeo de Procesos. (pp. 36 - 39). México: Panorama.

- Los flujos de trabajo a través de límites funcionales
- Las relaciones con los clientes internos y externos, que se usan para proporcionar o recibir bienes y servicios.

Muchas veces, los diagramas de relaciones se emplean para proporcionar una perspectiva de “alto nivel”, similar a una vista aérea del terreno, de las funciones de entrada y salida. Una vez que se identifico algo de interés, entonces se acerca uno para buscar una vista de más detalle, por lo general mediante un diagrama interdisciplinario de procesos. Los pasos para elaborar un diagrama de relaciones son los siguientes.

- a) Identificar los principales resultados del grupo o departamento
- b) Identificar a los clientes (internos o externos) que reciben primero los resultados.
- c) Enumerar los principales insumos que requiere el grupo o departamento para producir cada uno de los resultados importantes.
- d) Identificar la procedencia de los insumos (es decir quién los abastece)
- e) Cuáles son las relaciones principales (insumos y resultados) dentro del grupo o área.

Diagrama de SIPOC

El mapeo de procesos a través de la metodología SIPOC, recibe el nombre de mapa general de alto-nivel general, cada una de literal quiere decir²⁶:

Suppliers (Proveedores): Son las personas u organizaciones que proveen información, materiales y otros recursos para ser trabajados o en proceso.

Inputs (Entradas): Es la información, materiales suministrados por los proveedores que son consumidos o transformados por el proceso.

Process (Proceso): Es una serie de pasos que transforman los insumos (y que se espera que agregue valor).

Outputs (Salidas): Es el producto o servicio que será llevado al cliente.

Customer (Cliente): Es la gente, compañías u otro proceso que reciben la salida de el proceso.

Algunas veces se agregan algunos requerimientos claves para las salidas, en estos casos el modelo es llamado "SIPOC+R"; y también se pueden incluir requerimientos para los insumos.

²⁶ Pande, P., Newman, R. y Cavanagh, R. (2002). The Six Sigma Way Team Fieldbook. (pp. 94). USA: McGraw Hill.

El modelo SIPOC, puede ser de gran ayuda para orientar la mirada de las personas hacia el negocio visto desde la perspectiva de los procesos, algunas de sus ventajas son:

1.- Muestra un conjunto de funciones cruzadas de actividades en un diagrama sencillo.

2.- Utiliza un formato aplicable a procesos de todos los tamaños, incluso una organización completa.

3.- Ayuda a mantener la perspectiva de una “gran fotografía” a la que se le pueden agregar detalles adicionales.

Desarrollo de un Mapa de Procesos SIPOC

El modelo SIPOC²⁷, es una herramienta sencilla que ayuda a un equipo a definir aquellos límites en términos prácticos que hacen evidente a donde deben enfocar su atención. El principal propósito del SIPOC es proveer una perspectiva “de un vistazo” de los pasos del proceso de alto nivel, en conjunto con los proveedores, insumos, salidas y clientes del proceso. Algunas de las aplicaciones prácticas del modelo SIPOC permiten:

²⁷ Pande, P., Newman, R. y Cavanagh, R. (2002). The Six Sigma Way Team Fieldbook. (pp. 113 - 115). USA: McGraw Hill.

- La identificación de fronteras (puntos de inicio y término) para procesos o esfuerzos de mejora de procesos.
- Entendimiento del alcance o magnitud del proceso o esfuerzos de mejora de procesos.
- La identificación de las relaciones entre proveedores, insumos y el proceso.
- Determinar quiénes son los clientes clave (internos y externos)
- Ligar otros mapas SIPOC para entender el flujo de los procesos

Validación del Mapa SIPOC con otros

Para validar el mapeo de procesos con el modelo SIPOC, se hace necesario validar su utilización con respecto a otros métodos, por lo que a continuación se describen algunos criterios que pueden ayudar a entender el modelo SIPOC de manera sencilla²⁸:

- Si se tienen más de siete u ocho pasos debajo de la letra “P”, muy probablemente se está entrando en los pasos de sub-procesos detallados. Hay que recordar que el SIPOC está desarrollado para darnos un mapa del proceso desde el más alto nivel. Así que se mantendrá tan alto como se pueda.
- Crear el mapeo SIPOC sobre la unión de hojas largas de papel, colgadas en la pared. Poner el nombre del proceso en la parte superior de la hoja y

²⁸ Pande, P., Newman, R. y Cavanagh, R. (2002). The Six Sigma Way Team Fieldbook. (pp. 117). USA: McGraw Hill.

debajo de él las palabras; Supplier (proveedor) Inputs (entradas), Process (proceso), Outputs (salidas), Customers (clientes) a lo largo de las hojas.

En la figura, se muestra un ejemplo de la mencionada hoja.

Nombre del Proceso: _____

Supplier (proveedor)	Input (entrada)	Process (proceso)	Output (salida)	Customer (cliente)
.....

- ✚ Usar hojas de notas para destacar la información (sólo en caso de que se haga un re-arreglo del mapa del proceso).
- ✚ Limitar los insumos a la información o materiales actualmente empleados en el proceso incluyendo otras partidas físicas (tales como equipo o instalaciones).
- ✚ Indicar quien suministra las entradas (proveedores de las entradas)
- ✚ Revisar el plan del proyecto si es que el mapa SIPOC indica la redefinición del alcance del proyecto.

Finalmente; en la figura siguiente, se resumen varios de los aspectos fundamentales de cada una de las cuatro metodologías descritas para la elaboración del mapa de un proceso.

Diagrama				
	De flujo	De procesos	De relaciones	SIPOC
Propósito	Mostrar tareas, secuencias de estas, entradas y salidas para un proceso específico de trabajo.	Mostrar funciones, pasos, secuencias de pasos, entradas y salidas de un proceso de trabajo en particular.	Mostrar las relaciones entre los clientes y los proveedores (en las que las funciones o áreas de la organización reciben aportes de otras personas), a quienes se les proporciona un resultado.	Deja mostrar el proceso desde el más alto nivel.
Nivel de detalle	Máximo	Medio	Poco	Máximo
Enfoque	Brindar detalles del proceso.	Interfaces entre los procesos y las personas.	“Contexto” de organización	De negocios visto desde una perspectiva de los procesos.
Puntos fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mostrar las tareas detalladas que constituyen un proceso. • No muestra quien realiza las tareas. • No muestra los enlaces entre los proveedores y los clientes. ▪ Respuesta de “¿Cómo se realiza el trabajo en realidad?” 	<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar los procesos y pasos que se relacionan con estos, entradas y salidas, así como quién realiza cada paso. • Revela lo que existe en una “caja negra”. • Muestra los enlaces entre los proveedores y clientes para un solo proceso. <p>*Responde a las preguntas ¿Qué pasos toma la organización para resultados a clientes externos?, y ¿Quién realiza cada paso?.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No muestra los procesos dentro o entre las funciones. Trata éstos como “cajas negras”. • Relaciona entre sí, a todas las áreas de la organización. • Mostrar los enlaces entre los proveedores y los clientes en toda la organización. ▪ Responde a la pregunta, “¿Qué proporciona la organización a sus clientes internos y externos?. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De gran ayuda para orientar la mirada hacia el negocio visto desde la perspectiva de los procesos. Mostrar las funciones cruzadas de las actividades del proceso de manera sencilla. ▪ Aplicar un formato a los procesos de todos los tamaños, incluso a una organización completa.

ANEXO – C

COMPARACION DE VARIOS METODOS DE CALIDAD

Parámetros	Gestión de la Calidad Total	Reingeniería de Procesos	Six Sigma	Lean Manufacturing
Enfoque	Mejora general de la organización	proceso de rediseño	Reducción en la variación del proceso	Eliminación de los desperdicios y la utilización eficaz de los recursos
Naturaleza del cambio	incremental (kaizen)	radical	radical	incremental (kaizen)
Metodología	una amplia gama de metodologías	contabilidad de la gestión / información del sistema basado en metodologías	DMAIC/DFSS	Kaizen, JIT, 5S
Herramientas y técnicas	una colección de herramientas y técnicas	Mapeo de procesos, tecnología de la información	Técnicas estadísticas básicas y avanzadas	transmisión de valor
Aplicación	todo tipo de organizaciones	todo tipo de organizaciones	Fundamentalmente en la industria, pero también en algunas organizaciones de servicios	Manufactura
Enfoque al cliente	√	√	√	√
Equipos	√	√	√	√
Procesos de orientación	√	√	√	√
Cambio organizacional y cultural	√	√	√	√
Mejora continua	√	√	√	√