

*Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo
Departamento de Ingeniería Industrial*

Trabajo de Diploma

Título: “Metodología basada en seis sigma para la mejora de los procesos de Asistencia Técnica de la Red de Abonados de la Dirección de ETECSA en Villa Clara.”

*Autor: Rodolfo Sánchez Ávila
Tutor: Ing. Maykel Chávez Rodríguez*

ETECSA

*Santa Clara, Junio 2009
“Año del 50 aniversario del triunfo de la Revolución”*

Pensamiento

“No son los productos sino los procesos que crean los productos los que llevan a las empresas a tener éxito perdurable. Buenos productos no hacen ganadores. Los ganadores hacen buenos productos.”

Michael Hammer. Reengineering the Corporation.

Dedicatoria

A mi madre en especial porque ella es la razón de mi existencia y de no ser por ella no podría haber realizado este sueño.

Te quiero mucho.

Agradecimiento

A mi familia por darme apoyo en todo momento y así poder concretar esta tarea.

A mi novia por su dedicación infinita y ofrecerme su amor en todo momento de mi vida.

A mis padres por los buenos consejos que me ha dado en la vida.

A mi tutor por su excelente labor como profesional, asesor y amigo, por haber utilizado gran parte de su tiempo libre y laboral para atenderme y así contribuir a la buena realización de este trabajo.

A mis amigos por darme aliento, por comprenderme y regalarme ese tesoro tan preciado como lo es la amistad.

A la vida por haberme guiado por el camino correcto, y demostrarme que cualquier sueño puede realizarse con un poco de dedicación, amor, paciencia y fe.

A todas las personas que me ayudaron de una forma u otra en la realización de este trabajo, para que lo culminara en tiempo y sin ningún tropiezo.

Muchas Gracia.

Resumen

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la Dirección Territorial de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA. (ETECSA) en Villa Clara, con el objetivo de diseñar e implementar una metodología de mejora basada en el método seis sigma en las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados. Como soporte a la investigación se confecciona un marco teórico-referencial que aborda temas tales como, gestión de la calidad, mejora continua, metodología Seis Sigma, entre otros.

En el Capítulo II se presenta un análisis de diferentes indicadores de desempeño del proceso de Asistencia Técnica a la Red de Abonados demostrándose de forma definitiva la necesidad de implementar mejoras incidan sobre la capacidad de las actividades involucradas. Concluyendo el Capítulo II se diseña una metodología para la ejecución de proyectos Seis Sigma con aplicación específica en procesos de telecomunicaciones. Dicha metodología es aplicada en el Capítulo III, utilizando variables relacionadas con la demora promedio en el mantenimiento correctivo. Dentro de los métodos y herramientas aplicadas están los estudios de capacidad de procesos, los gráficos de control y los indicadores Seis Sigma.

Summary

The present work of investigation was developed in the Territorial Direction of the Company de Telecommunications of Cuba SA. (ETECSA) in Villa Clara, with the lens to design and to implement a methodology of improvement based on method Six Sigma in the activities of Technical Attendance to the Network of Subscribers. As it has supported to the investigation makes a theoretical-referential frame that bords subjects such as, management of the quality, continuous improvement, methodology Six Sigma, among others.

In Chapter II an analysis of different indicators appears completely from performance of the trial of Technical Attendance from the Network of Subscribers showing itself the necessity to implement improvements affect the capacity of the involved activities. Concluding Chapter II a methodology for the execution of Six Sigma is designed projects with specific application in trials of telecommunications. This methodology is applied in Chapter III, using variable related to the delay average in the medium repair. Within the methods and applied tools they are the studies of capacity of trials, the graphs of control and indicators Six Sigma.

Introducción	1
Capítulo I. Marco Teórico - Referencial de la Investigación	
1.1 Introducción.....	4
1.2 Calidad. Conceptualización.....	4
1.2.1 Conceptos generales.....	4
1.2.2 Calidad de los servicios.....	8
1.2.3 Gestión de la calidad	10
1.2.4 Modelos de gestión de la calidad.....	12
1.2.4 Modelos de gestión de la calidad.....	12
1.3.1 Conceptos generales.....	16
1.3.2 El ciclo Deming de la mejora continua.....	18
1.3.3 Herramientas para la mejora continua.....	19
1.4 Control estadístico de los procesos.....	19
1.4.1 Generalidades del control estadístico de los procesos.....	20
1.4.2 Gráficos de control.....	23
1.4.3 Medición de la capacidad de los procesos.....	27
1.5 Metodología Seis Sigma.....	29
1.5.1 Conceptos fundamentales Seis Sigma.....	29
1.5.2 Aplicación de la metodología Seis Sigma.....	33
1.6 Conceptos de calidad de las telecomunicaciones.....	38
1.6 Conceptos de calidad de las telecomunicaciones.....	38
1.7 Conclusiones parciales.....	42
Capítulo II. Desarrollo de la metodología para el Proyecto Seis Sigma	
2.1 Introducción.....	43
2.2 Caracterización de ETECSA.....	43
2.2.1 Perfil de la Organización.....	43
2.2.2 Características de la fuerza laboral.....	45
2.2.3 Tecnología.....	47
2.3 Diagnóstico del desempeño del proceso de Asistencia Técnica a la Red de Abonados en la DTVC.....	48

2.4 Propuesta de la Metodología Seis Sigma para procesos de telecomunicaciones.....	53
2.5 Conclusiones parciales.....	60
Capítulo III	61
Conclusiones	78
Recomendaciones	79
Bibliografía	80
Anexos	84

En la época actual las telecomunicaciones han constituido un fenómeno de amplia expansión, ya que se ha extendido a todas partes del mundo, lo que ha provocado una repercusión económica y social en las que los servicios de telecomunicaciones se han convertido en una necesidad básica.

La política económica que desarrolla nuestro país referente a las telecomunicaciones, presenta como uno de sus objetivos más importantes alcanzar el máximo nivel de calidad en los servicios que brinda la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA (ETECSA) que constituye el principal operador de telecomunicaciones del país. Para cumplir con este objetivo se han implementado importantes acciones de mejora en el servicio de provisión del servicio telefónico básico, con el objetivo de alcanzar una mayor satisfacción del cliente, mejorar la calidad de los servicios prestados, lograr la reducción de pérdidas en el cumplimiento del plan de ingresos y garantizar la modernización y expansión de los servicios. En el presente trabajo de diploma se realiza una contribución a estos proyectos de mejora mediante la propuesta y validación de una metodología de mejora basada en el método Seis Sigma con aplicación específica a los procesos de telecomunicaciones.

La situación problemática que sirve de justificación para el desarrollo de la presente investigación se caracteriza de la forma siguiente:

Existe una situación desfavorable en cuanto a niveles de calidad del servicio, lo que provoca insatisfacciones relacionadas con la capacidad de respuesta en las reparaciones y la mala calidad de las mismas, esto se manifiesta por los resultados de los estudios de calidad percibida realizado a los clientes externos. Existen problemas en cuanto a la oportunidad de la instalación de los nuevos servicios que están dados por cuellos de botella que se originan en las interfaces entre las actividades comerciales y de operaciones de la red. Los análisis que se hacen del desempeño de los procesos carecen de profundidad y veracidad ya que no se están empleando métodos estadísticos y la información que se obtiene es muy limitada. Los bajos niveles de calidad que se están ofreciendo en las actividades de reparación de averías y el mantenimiento preventivo afectan la eficiencia y la eficacia de la empresa. No se conoce la capacidad real de los procesos y las mediciones de desempeño

realizadas hasta la fecha no son integrales y no abarcan todas las áreas clave de la organización.

Como solución a la situación planteada, en el presente trabajo de investigación se desarrolla un método de mejora basado en la metodología Seis Sigma que busca contribuir a la sistematización de la mejora en los procesos de la Dirección territorial de ETECSA en Villa Clara.

El objetivo general de la presente investigación es el siguiente:

Objetivo general:

Analizar las potencialidades de mejora del proceso de asistencia técnica de la red de abonados utilizando una metodología Seis Sigma adaptada a los procesos de telecomunicaciones.

Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico de las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo a la red de abonados y su desempeño.
- Diseñar una metodología de mejora basada en un método Seis Sigma aplicable a los procesos de telecomunicaciones
- Implementar la metodología propuesta basada en el método Seis Sigma en las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados contribuyendo a su validación y generalización.
- Calcular la capacidad de las actividades objeto de estudio utilizando la metodología Seis Sigma propuesta.
- Proponer acciones de mejoras teniendo en cuenta los resultados del análisis realizado.

La hipótesis de la presente investigación es la siguiente:

Mediante la aplicación de la metodología de mejora Seis Sigma adaptada a los procesos de telecomunicaciones se obtiene información importante en la cual basar proyectos de mejora en las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados.

Para cumplimentar dichos objetivos la investigación se estructurará en tres capítulos:

En el **Capítulo I** se desarrolla un marco teórico referencial formado por diversos temas de interés para la investigación. Se profundiza acerca de la gestión de la calidad, las normas ISO 9000, se abordan conceptos relacionados con la metodología Seis Sigma y diferentes aplicaciones de la misma.

En el **Capítulo II** se hace una caracterización de la empresa. Se realiza un diagnóstico de la actividad objeto de estudio utilizando los indicadores fundamentales que miden su desempeño. Además se desarrolla una metodología Seis Sigma específica para los procesos de telecomunicaciones.

En el **Capítulo III** se lleva a cabo una recopilación de la información necesaria para la implementación de la metodología Seis sigma en las actividades objeto de estudio. Se realiza la aplicación de la metodología Seis Sigma así como la propuesta de un programa de mejoras.

La presente investigación tiene valor teórico, debido a la consulta de la literatura internacional y nacional más actualizada acerca la gestión de la calidad y la mejora continua de los procesos. Su valor metodológico está en que el resultado de la investigación será la aplicación de una herramienta que puede ser aplicada a otras direcciones territoriales del país. Su valor práctico está dado en que la aplicación de la metodología Seis Sigma ayudará a mejorar la calidad de lo servicios de ETECSA y le permitirá a la dirección corregir deficiencias que se presentan y detectar las oportunidades que podrían ayudar a reducir gastos y mejorar niveles de calidad.

Una vez formalizado el resultado de la presente investigación la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba estará en mejores condiciones para enfrentar la mejora continua de sus procesos y servicios.

CAPÍTULO I: Marco teórico-Referencial de la Investigación

1.1 Introducción

En el presente capítulo se provee la investigación de un marco teórico referencial, presentando un grupo de aspectos que van a facilitar la comprensión del contenido de la presente investigación y que están basados en la revisión de material actualizado en el tema objeto de estudio. El hilo conductor de la revisión teórica-referencial se muestra en el anexo 1.

1.2 Calidad. Conceptualización.

1.2.1 Conceptos generales.

La calidad de un producto o servicio es satisfactoria cuando responde a las necesidades del cliente, es decir, es lo que esperaba o más de lo que esperaba el cliente. Antiguamente, el concepto de calidad se hallaba en un segundo plano, lo importante era producir. Llegó un momento en que la oferta superó la demanda, los clientes tenían donde elegir, es entonces cuando la preocupación por la calidad supera a la preocupación por producir. (www.exopol.com).

Existen varios conceptos de calidad que han sido desarrollados por teóricos del tema. [Aragón Gonzáles, N. (2005)]. En la tabla siguiente mostramos la esencia de cada una de las definiciones.

Tabla 1.1 Conceptos de calidad.

Conceptos de calidad
Juran [1974]; [1983]
Plantea como definición de calidad “aptitud para el uso o propósito”. Mas tarde Juran (1993) aporta dos definiciones de calidad, una que se refiere al producto “calidad es el conjunto de característica de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes y en consecuencia hacen satisfactorio el producto” que coincide con la anterior en su conclusión y otra que se refiere a la organización “la calidad consiste en no tener deficiencias”.
Ishikawa [1988]
Manifiesta que “calidad es aquella que cumple los requisitos de los

consumidores” e incluye el costo entre estos requisitos. Ishikawa [1978a; 1978b; 1987; 1988; 1991] plantea respeto a la humanidad como filosofía gerencial y dice: “cuando la gerencia resuelve implantar el control de calidad en toda la empresa, tienen que normalizar todos los procesos y procedimientos y luego valerosamente delegar la autoridad en los subalternos.

Yamaguchi [1989]

Manifiesta que la calidad es “el conjunto de propiedades o características que defienden su aptitud para satisfacer necesidades establecidas “. La filosofía de Yamaguchi está basada en que el objetivo principal de las actividades productivas radica en la elevación de la productividad.

Feigenbaum [1971]

Define la calidad como “la resultante de una combinación de características de ingeniería y de fabricación determinantes del grado de satisfacción que el producto proporcione al consumidor durante su uso”.

Philips Crosby [1979], [1987]

Puntualiza que la calidad es “entregar a los clientes y a nuestros compañeros de trabajo productos y servicios sin defectos y hacerlo a tiempo” En este caso considera dos tipos de clientes los internos y externos e involucra en la definición su filosofía de producir con cero defectos. Su filosofía de calidad esta basada en que las cosas se hagan bien desde la primera vez, o sea tiene un solo patrón de actuación, desempeño libre de errores, “cero defecto”, lo cual logra con la prevención.

W. Edwards Deming [1986]

Define la calidad como un “predecible grado de uniformidad, a bajo costo y útil para el mercado”. La filosofía básica de W. Edwards Deming es que la calidad y productividad de las empresas aumentan cuando la variabilidad de los procesos que en ella se realizan disminuye, porque todas las cosas varían y por esto, que los métodos estadísticos deben ser usados.

Conway [1988a], [1988b]

Plantea que la calidad se alcanza al, “desarrollar la fabricación, administración y distribución a bajo costo de productos y servicios que el cliente quiera o necesite”, Este autor en su definición hace referencia a la necesidad de observar la calidad del trabajo y desarrollar un sistema adecuado para obtenerla.

Fuente: Elaboración Propia.

Para los efectos de la presente investigación adaptaremos el concepto de calidad que ha desarrollado la Norma Internacional ISO 9000 del año 2005 y que está en absoluta correspondencia con la esencia de los conceptos abordados anteriormente. La **ISO 9000** [2000] tratando de resumir todo lo señalado por estos “gurúes” plantea que calidad es: el grado en el que unas características de un producto o servicio cumple con los requisitos. (ISO 9000, 2005)

1.2.2 Calidad de los servicios.

Tradicionalmente se asociaba a la calidad solamente a la producción de bienes tangibles y a la manufactura. Actualmente esta realidad ha cambiado y la calidad del servicio ha alcanzado gran connotación diferenciándose cada vez más de los antiguos conceptos de calidad.

Según Juran y Bingham (1974) un servicio es “un trabajo realizado para otros.” (Apud. Fernández, 2002, p.4). Quinn y Gagmon (1987) lo definen como “todas aquellas actividades económicas en que la producción primaria no es un producto ni una obra constructiva”.

La Norma Internacional ISO 9000:2000 establece que el servicio es una de las cuatro categorías genéricas de productos y lo define como “el resultado de llevar a cabo necesariamente al menos una actividad en la interfaz entre el proveedor y el cliente y generalmente es intangible” (ISO 9000: 2000, p.12).

El concepto de calidad del servicio más difundido internacionalmente es el enunciado por Zeithaml, Parasuraman y Berry en el año 1988. “Calidad es la diferencia entre el servicio percibido por el cliente y lo que este espera de el”.

Según Parasuraman A. y Berry L. (1993) los Elementos Básicos de la Calidad del Servicio son los siguientes:

1. Dimensiones del la calidad del servicio (atributos): está compuesto de varios atributos o dimensiones tanto objetivas como subjetivas. Solamente a través de la comprensión de las dimensiones de la calidad es que seremos capaces de desarrollar medidas para evaluar nuestro desempeño en el suministro de servicios. Por ejemplo en un servicio de atención al cliente, algunas dimensiones fundamentales como:

- *Elementos tangibles.*
- *Capacidad de Respuesta.*
- *Fiabilidad.*
- *Seguridad.*
- *Empatía.*

2. Servicio Esperado: Conocer lo que es los clientes esperan con relación a los varios atributos del servicio es posiblemente la etapa más crítica para la prestación de servicios de alta calidad.

3. Factor de Influencia: varios factores están constantemente influenciado y moldeando las expectativas de los clientes en relación al servicio, Son ellos; las comunicaciones de boca a boca, las necesidades personales, las experiencias pasadas con un mismo proveedor y/o con otros proveedores (concurrentes) y las comunicaciones externas.

4. Servicio percibido: Este elemento es el resultante del contacto del cliente con el proveedor del servicio.

5. Calidad del servicio prestado: La percepción general de los clientes tienen sobre la calidad de una determinada empresa de servicios está basada en diversos atributos que los clientes consideran importantes.

6. El nivel de satisfacción: Es la diferencia que hay entre lo que el cliente espera recibir del servicio y el servicio real que recibe.

7. Nuevas actitudes: Son los cambios que introducen las empresas en sus procesos de prestación de los servicios dirigidas a mejorar la satisfacción de sus clientes.

8. Nuevo Comportamiento: Es el comportamiento dirigido a lograr un aumento de la utilización de los productos o servicios, un aumento de la intención de realizar nuevos Negocios y la divulgación entre otras personas sobre los aspectos positivos de la experiencia.

Eigler y Langeard (1989), incorporaron el termino “servuccion” para denominar con este al proceso de creación de servicio y la define en la organización de servicios como “la organización sistemática y coherente de todos los elementos físicos y humanos de la relación cliente-entidad necesaria para la realización de una prestación de servicio cuyas características y niveles de calidad han sido determinados”. (Fernández, A 2002, p.8).

1.2.3 Gestión de la calidad.

Juran [1993] y Harrington [1993] consideran que la calidad se obtiene utilizando procesos productivos bien diseñados, así como diseñar adecuadamente los procesos de la empresa y en ambos casos utilizar, de acuerdo a la empresa, todas las armas que se tengan a la mano para lograrlo, entre ellas y muy fuertemente utilizada la prevención.

La ISO 9000:2000, como norma rectora, fija el concepto de gestión de la calidad como las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad, que generalmente incluye el establecimiento de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, la planificación de la calidad, el control, mejoramiento y aseguramiento de la calidad. (ISO 9000, 2005)

La gestión de la calidad tiene en cuenta para su despliegue los elementos siguientes:

- 1) La estructura de la organización: La estructura de la organización responde al organigrama de los sistemas de la empresa donde se jerarquizan los niveles directivos y de gestión.
- 2) La estructura de responsabilidades: La estructura de responsabilidades implica a personas y departamentos. La forma más sencilla de explicitar las responsabilidades en calidad, es mediante un cuadro de doble entrada, donde mediante un eje se sitúan los diferentes departamentos y en el otro, las diversas funciones de la calidad.
- 3) Procedimientos: Los procedimientos responden al plan permanente de pautas detalladas para controlar las acciones de la organización.
- 4) Procesos: Los procesos responden a la sucesión completa de operaciones dirigidos a la consecución de un objetivo específico.

- 5) **Recursos:** Los recursos, no solamente económicos, sino humanos, técnicos y de otro tipo, deberán estar definidos de forma estable y además de estarlo de forma circunstancial.

El concepto de gestión de la calidad más mundialmente difundido en la actualidad es el aportado por la Norma Intencional ISO 9000:2000: Capacidad de un conjunto de características inherentes de un producto o proceso para satisfacer los requerimientos de los clientes y otras partes interesadas (Norma ISO 9000:2005).

Otro elemento importante es la identificación de los ocho principios de Gestión de la Calidad que están presentes en la norma ISO 9000:2000 los cuales pueden ser utilizados por la alta dirección, con el fin de conducir a la organización hacia una mejora del desempeño (Arenas, 2005).

- 1) **Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deben comprender sus necesidades presentes y futuras, cumplir con sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.
- 2) **Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y dirección de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente para lograr los objetivos de la organización.
- 3) **Participación del personal:** El personal, con independencia del nivel de organización en el que se encuentre, es la esencia de la organización y su total implicación posibilita que sus capacidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- 4) **Enfoque basado en procesos:** Los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando los recursos y las actividades relacionadas se gestionan como un proceso.
- 5) **Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar un sistema de procesos interrelacionados para un objeto dado, mejora la eficiencia y la eficacia de una organización.
- 6) **La mejora continua:** La mejora continua debería ser el objetivo permanente de la organización por su importancia para el desarrollo y la supervivencia de la misma.

- 7) **Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones:** Las decisiones efectivas se basan en el análisis de datos y de la información obtenida de la forma correcta en la organización y el entorno en que se desarrolla.
- 8) **Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores:** Una organización y sus proveedores son independientes y una relación mutuamente benéfica intensifica la capacidad de ambos para crear valor en su sistema.

1.2.4 Modelos de gestión de la calidad.

El desarrollo de la gestión de calidad a nivel internacional ha dado lugar a la aparición de varios modelos de gestión de calidad. Estos modelos están preparados para servir como instrumento de autoevaluación para las organizaciones. Los organismos encargados de la gestión de estos modelos utilizan como elementos de difusión de los mismos la entrega anual de unos “Premios a la excelencia de la gestión”. Los beneficios que pueden derivarse de su utilización para las organizaciones son: (<http://www.ruv.itesm.mx>).

Como sistema de autoevaluación:

- Establecer una referencia de calidad para la organización.
- Detectar áreas fuertes y áreas débiles en la organización.
- Conocer el camino de la mejora continua en los aspectos que conforman el modelo.

Como candidatos al premio:

- Someterse a un diagnóstico realizado por expertos externos que aportan múltiples ideas de mejora.
- Tensionar a la organización para lograr un objetivo.
- Si se obtiene el premio, la publicidad inherente al mismo.

Los modelos fundamentales de gestión de la calidad que se implementan en la actualidad se muestran a continuación:

➤ Modelo Deming

El primer modelo, el Deming, se desarrolla en Japón en 1951 por la JUSE (Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros). Este modelo recoge la aplicación práctica de las teorías japonesas del Control Total de la Calidad (TQC) o Control de la Calidad en

toda la empresa.

El principal objetivo de la evaluación es comprobar que mediante la implantación del control de calidad en toda la compañía, se hayan obtenido buenos resultados. El enfoque básico es la satisfacción del cliente y el bienestar público.

Este modelo recoge diez criterios de evaluación de la gestión de calidad de la organización:

- 1) *Políticas y objetivos.*
- 2) *Organización y operativa.*
- 3) *Educación y su diseminación.*
- 4) *Flujo de información y su utilización.*
- 5) *Calidad de productos y procesos.*
- 6) *Estandarización.*
- 7) *Gestión y control.*
- 8) *Garantía de calidad de funciones, sistemas y métodos.*
- 9) *Resultados.*
- 10) *Planes para el futuro.*

➤ Modelo Malcom Baldrige

El Premio Nacional de Calidad Malcom Baldrige se crea en Estados Unidos en 1987, momento en el que la invasión de productos japoneses en el mercado estadounidense precisa de una respuesta por parte de las organizaciones de este país. En la creencia de que la Gestión de Calidad Total es necesaria para que las organizaciones puedan competir en el mercado internacional, surge el proyecto del Premio Nacional de la Calidad Americano. La misión de este premio es:

1. *Sensibilizar al país y a las industrias, promocionando la utilización de la Gestión de Calidad Total como método competitivo de gestión empresarial.*
2. *Disponer de un medio de reconocer formal y públicamente los méritos de aquellas firmas que los hubieran implantado con éxito.*

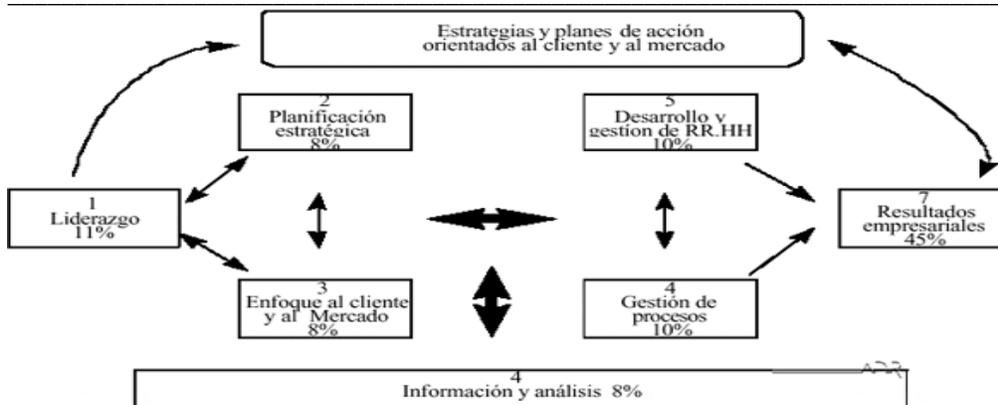


Figura 1.1 Modelo Malcom Baldrige.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gestion_de_la_calidad

➤ Modelo Europeo de Excelencia en la Gestión.

En 1991, la organización EFQM junto a la comisión de la Unión Europea y la European Organization for Quality (EQQ – Organización Europea de la Calidad) desarrollaron un modelo de gestión de la calidad total llamado a ser el referencial básico para el continente europeo, el modelo EFQM.

El modelo inicial fue modificado en 1999 (coincidió en el tiempo con la transición del concepto de Calidad Total a Excelencia) y pasó a denominarse “EFQM Model of Excellence”.

El modelo de Excelencia Europeo se basa en los resultados conjuntos de nueve criterios divididos en agentes facilitados y de resultados. Cada criterio se compone a su vez de distintos subcriterios. Cada criterio tiene un peso específico dentro del modelo y la puntuación máxima que puede lograrse es de mil puntos.

Los Agentes Facilitadores describen los potenciales de la empresa. En este apartado las preguntas se centran en:

1. ¿Qué hace?, ¿Cómo procede la empresa para el logro de la calidad total?
2. Representan los potenciales de la empresa, los medios que pone la empresa para lograr los objetivos; es decir, lograr los resultados. Se juzgan las medidas aplicadas y el grado de implantación de las mismas. Se valora si se sigue un método sistemático y si se comprueba y evalúa el sistema con periodicidad, teniendo siempre como objetivo la mejora continua.

En cambio, en los resultados el enfoque se centra en:

3. ¿De qué datos e informaciones dispone la empresa para juzgar el éxito de la misma? y ¿qué sistemas tiene para producirlos? Además interesa conocer cómo han evolucionado, qué tendencias presentan los datos en los últimos años.



Figura 1.2 Modelo Europeo de Excelencia en la Gestión.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gestion_de_la_calidad

➤ [Normas ISO 9000:2000.](#)

Unas de las referencias mas universales utilizada ha sido y es en la actualidad la familia de normas ISO 9000 (cuya versión actual es la del año 2000). Esta familia se compone de una serie de normas que permiten establecer requisitos y/o directrices relativos a un Sistema de Gestión de la Calidad.

Tabla 1.2 Normas de la familia ISO 9000 (versión del 2000).

ISO 9000:2000
Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y vocabulario.
ISO 9001:2000
Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.

ISO 9004:2000

Sistema de Gestión de la Calidad. Directrices para la mejora del desempeño.

Fuente: Elaboración propia.

Los modelos o normas de referencia de la familia ISO 9000 promueven la adopción de un enfoque basado en proceso en el sistema de gestión como principio básico para la obtención de manera eficiente de resultados relativos a la satisfacción del cliente y de las restantes partes interesadas. En este sentido, las organizaciones que deseen implantar un sistema de gestión de la calidad conforme a la ISO 9001 (orientado a la satisfacción de sus clientes), deben reflexionar sobre este enfoque y trasladarlo de manera efectiva a su documentación, metodologías y al control de sus actividades y recursos, sin perder la idea de que todo ello debe servir para alcanzar los “resultados deseados” (Tejedor, F & Carmona, M A. 2002).

1.3 Mejora continua de la calidad.

1.3.1 Conceptos generales.

Desde hace unos 20 años en que se empezó a hablar más frecuentemente sobre el término mejora continua, muchas empresas han tratado de hacer valer este principio, el cual repercute en la evidente mejora de la imagen de muchas de ellas, de sus procesos, productos y el trato al personal.

El término toma fuerza con la aparición del libro “KAIZEN La clave del éxito de la competitividad Japonesa” de Masaaki Imai y se incluye en todos los artículos relacionados con la calidad total. Hoy día vemos que hasta la última versión de ISO 9000:2000 lo incorpora como uno de sus principios cuando tímidamente propone “La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta”.

La **mejora continua** es una herramienta de incremento de la productividad que favorece un crecimiento estable y consistente en todos los segmentos de un proceso. (http://es.wikipedia.org/wiki/Mejora_continua)

La mejora continua asegura la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. (http://es.wikipedia.org/wiki/Mejora_continua).

Para llevar a cabo de manera eficaz la mejora continua se requiere:

- Apoyo en la gestión.
- Feedback y revisión de los pasos en cada proceso.
- Claridad en la responsabilidad de cada acto realizado.
- Poder para el trabajador.
- Forma tangible de realizar las mediciones de los resultados de cada proceso.

La norma ISO 9000:2005 plantea que mejora continua es la actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir con los requisitos (Norma ISO 900:2005).

La mejora continua puede llevarse a cabo como resultado de un escalamiento en los servicios o como una actividad proactiva por parte de alguien que lleva a cabo un proceso.

Es muy recomendable que la mejora continua sea vista como una actividad sostenible en el tiempo y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual. La mejora continua del Sistema de Gestión de la Calidad, se logra mediante la revisión al menos mensual por el responsable de proceso y los niveles ejecutivos que considere pertinentes, de los datos obtenidos en el cumplimiento de los objetivos de calidad, los resultados de las auditorías, las acciones correctivas y preventivas, el análisis y evaluación de los datos, identificando áreas de mejora e implementando en su área de responsabilidad las acciones que considere convenientes, mismas que se presentan en la reunión mensual de resultados al comité de calidad.

1.3.2 El ciclo Deming de la mejora continua.

Hace ya muchos años, más de 50, los autores Shewhart y Deming “descubrieron” que cualquier actividad u organización con el propósito de aumentar permanentemente su efectividad, debería considerar 4 áreas fundamentales. El Ciclo Deming o también conocido como Ciclo PDCA [**P**lan, **D**o, **C**heck, **A**ct. (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)], se usa en los programas de calidad total para desarrollar una mejora continua. Esto implica involucrarse de forma individual y organizacional en un ciclo continuo de mejora que consta de 4 fases:

- a) **planear (Plan)** lo que se va a hacer,
- b) **hacer (Do)** lo planeado,
- c) **verificar (Check)** que lo que se hizo está bien,
- d) **actuar (Act)** para reflexionar sobre todo el ciclo.



Figura 1.4 Ciclo de Deming (PDCA)

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Deming>

- **Planear.**

Planear es decidir de forma anticipada y detallada lo que se va a hacer y de qué forma. Una vez que se tienen definidos los objetivos (¿qué?) y los procesos necesarios (¿cómo?) para obtenerlos.

- **Hacer.**

Es llevar a cabo lo planeado aplicando las competencias aprendidas o mejoradas para este propósito. En esta fase, se aprende al estar realizando las acciones, si son

nuevas, cada vez que se haga se estará aprendiendo a hacerla mejor. Se aprende del entorno, de la experiencia de hacer las cosas.

- **Verificar.**

Se revisa cuidadosamente lo que se hizo para determinar a qué grado se realizó bien, o detectar si hubo errores. Se aprende de revisar los resultados, si hubo errores, al darse cuenta de ellos también se está aprendiendo.

- **Actuar.**

Reflexionar, pensar en lo que se hizo, cómo se hizo. Si hubo errores, determinar porqué ocurrieron o qué faltó para que los resultados fueran buenos o satisfactorios. Aplicando la definición de error como la diferencia entre lo esperado y lo obtenido.

1.3.3 Herramientas para la mejora continua.

En la década de los 50 se comenzaron a aplicar en Japón las herramientas estadísticas de Control de Calidad, desarrolladas anteriormente por Shewhart y Deming. Los progresos, en materia de mejora continua de la calidad, se debieron en gran medida, al uso de estas técnicas. Fue el profesor Kaoru Ishikawa quien extendió su utilización en las industrias manufactureras de su país, en los años 60, acuñando la expresión de siete herramientas para el control de la calidad. (<http://www.aiteco.com/hhvv.htm>).

Las primeras herramientas básicas para la gestión de la calidad fueron las siguientes:

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

2. Diagrama de Causa-Efecto: es utilizado como lluvia de ideas para detectar las causas y consecuencias de los problemas en el proceso.

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

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

5. Gráfica de Corrida: es utilizada para representar datos gráficamente con respecto a un tiempo, para detectar cambios significativos en el proceso.

6. Gráfica de control: se aplica para mantener el proceso de acuerdo a un valor medio y los límites superior e inferior.

7. Diagrama de Dispersión: con el cual se pueden relacionar dos variables y obtener un estimado usual del coeficiente de correlación.

Estas herramientas pueden ser descritas genéricamente como "métodos para la mejora continua y la solución de problemas". Consisten en técnicas gráficas que ayudan a comprender los procesos de trabajo de las organizaciones para promover su mejoramiento. Son de creación occidental, excepto el diagrama causa-efecto que fue ideado por Ishikawa. (<http://www.aiteco.com/hhvv.htm>).

El éxito de estas técnicas radica en la capacidad que han demostrado para ser aplicadas en un amplio conjunto de problemas, desde el control de calidad hasta las áreas de producción, marketing y administración. Las organizaciones de servicios también son susceptibles de aplicarlas, aunque su uso comenzara en el ámbito industrial.

Además de las siete herramientas clásicas de la Calidad tratadas anteriormente, existe un considerable número de técnicas dirigidas a la comprensión de situaciones complejas, la identificación de oportunidades de mejora y el desarrollo de planes de implantación. En buena medida, están indicadas especialmente en la fase de planificación, del círculo de mejora permanente PDCA. (http://es.wikipedia.org/wiki/Mejora_continua).

1.4. Control estadístico de los procesos.

1.4.1. Generalidades del control estadístico de los procesos.

El control de la calidad tiene entre sus objetivos eliminar o detectar, cuanto antes, los defectos en un proceso antes de obtener el producto final. La forma de detectar y luego eliminar los errores o defectos, se hace mediante técnicas estadísticas y gráficos de control.

No fue hasta la fabricación en cadena, que surgieron unos departamentos que se dedicaban a la inspección. Dicha inspección se realizaba sobre el producto acabado. Luego, surgió la necesidad de ofrecer productos iguales o lo más parecidos, con lo que la inspección dejó paso a los controles de procesos, si bien se continuaban detectando los defectos cuando el producto ya estaba realizado; se satisfacía al cliente a base de retirar el producto defectuoso. El enfoque moderno de calidad nos dice que hay que tratar de satisfacer las necesidades y expectativas del cliente. Se insiste en el ciclo vital que se ocupa de calidad durante todo el proceso, desde el momento que diseñamos las necesidades de los clientes hasta el buen funcionamiento del producto elaborado. El control de calidad representa una inversión que debe producir rendimientos adecuados que justifiquen su existencia. El objetivo es optimizar los resultados. (www.exopol.com).

Los controles estadísticos son los medios utilizados para saber si un proceso está en control, entre los que destacan los diagramas de control. Para poder realizar cualquier control en un proceso es esencial disponer de datos. En la recogida de datos es fundamental tener en cuenta la finalidad para la que recogemos los datos, es decir, las observaciones que recogemos deben estar relacionadas con el problema que se nos ha planteado y ante todo deben ser fiables. Antes de iniciar cualquier control estadístico, conviene ordenar los datos, de esta forma podremos visualizarlos y tendremos una pequeña guía del estado de nuestro proceso. Para ordenar los datos se disponen de varios diagramas, entre los cuales encontramos los histogramas, los diagramas de Pareto y los gráficos de control. (www.exopol.com).

Para el control estadístico de los procesos se utilizan varias herramientas gráficas y analíticas, muchas de ellas forman parte de las herramientas básicas de la calidad abordadas en el epígrafe anterior. Las más notables se presentan a continuación:

a) Histogramas.

Los histogramas son especialmente útiles cuando hay que representar la variabilidad existente.

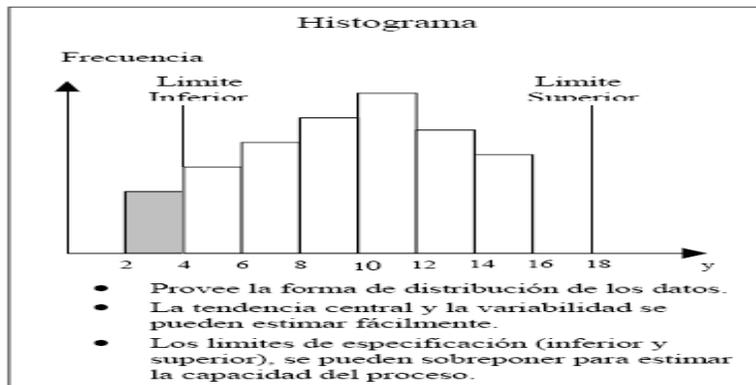


Figura 1.5 Histograma.

Fuente: neoeediciones JP&A - <http://www.mercadeo.com>

b) Diagramas de Pareto

No todos los factores o variables que influyen en una respuesta tienen la misma influencia. Un número reducido de factores son los responsables de una alta proporción de problemas. Los diagramas de Pareto son representaciones en las que se observa cuáles son los factores que más influyen en una determinada respuesta, sobre los que se deberá centrar básicamente el estudio.

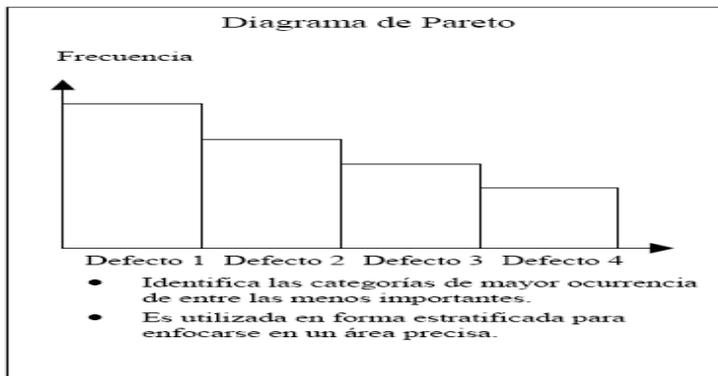


Figura 1.6 Diagrama de Pareto.

Fuente: neoeediciones JP&A - <http://www.mercadeo.com>

c) Gráficos de control.

Es la forma más habitual de controlar estadísticamente un proceso. Los gráficos de control sirven para controlar que el proceso o servicio funcione dentro de sus posibilidades. Existen gráficos de control de medias que controla donde está centrado el proceso, y gráficos de desviaciones que permiten controlar la variabilidad.

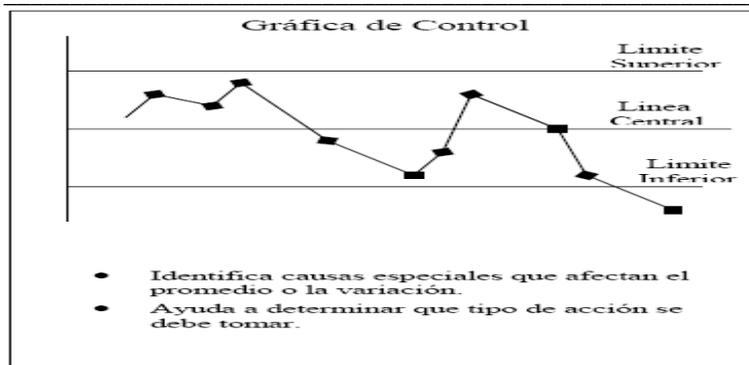


Figura 1.5 Gráfico de control.

Fuente: neoediciones JP&A - <http://www.mercadeo.com>

Debido a la importancia de los gráficos de control como herramienta de análisis para la presente investigación en el epígrafe 1.4.2 se abordan con mayor profundidad.

1.4.2 Gráficos de control.

Los gráficos de control fueron propuesto originalmente por W. Shewart en 1920, y en ellos se representa a lo largo del tiempo el estado del proceso que estamos monitorizando. En el eje horizontal X se indica el tiempo, mientras que el eje vertical Y se representa algún indicador de la variable cuya calidad se mide. Además se incluye otras dos líneas horizontales: los límites superior e inferior de control, escogidos éstos de tal forma que la probabilidad de que una observación esté fuera de esos límites sea muy baja si el proceso está en estado de control, habitualmente inferior a 0.01. (Luis M. Molinero, 2003)

La finalidad de los gráficos de control es monitorizar una situación para controlar su buen funcionamiento, y detectar rápidamente cualquier anomalía respecto al patrón correcto, puesto que ningún proceso se encuentra espontáneamente en ese estado de control, y conseguir llegar a él supone un éxito, así como mantenerlo; ése es el objetivo del control de calidad de procesos, y su consecución y mantenimiento exige un esfuerzo sistemático, en primer lugar para eliminar las causas asignables y en segundo para mantenerlo dentro de los estándares de calidad fijados.[Luis M. Molinero, 2003].

Estas gráficas tienen un límite superior de control (LSC), una línea media y un límite inferior de control. Entre los espacios de estas líneas se transcriben los resultados de las observaciones realizadas en determinados intervalos de tiempo acerca del

comportamiento del proceso y con respecto a una variable. (Joaquín Méndez; Juan José Mireles Linares, 2006)

En las graficas de control se manifiesta que:

- La consistencia de un proceso depende de la variación que éste muestre.
- Variación es la diferencia que existe entre los datos de distintas mediciones de un proceso.
- Por lo tanto un proceso es consistente cuando ninguno de los puntos graficados estén fuera de los límites de control o si no muestran ninguna tendencia.

Por ello un proceso consistente tiene las siguientes características:

1. *Es estable en el tiempo.*
2. *Es predecible.*
3. *Estás sujeto únicamente a causas comunes de variación.*

Por lo tanto un proceso inconsistente tiene las siguientes características:

1. *Es inestable en el tiempo.*
2. *Es impredecible.*
3. *Esta sujeto tanto a causas comunes y/o especiales de variación.*

Las gráficas de control proporcionan información acerca del nivel medio en el que opera un determinado proceso, del grado de variación dentro del cual se da dicho proceso y de su consistencia. (Joaquín Méndez; Juan José Mireles Linares, 2006)

Las gráficas de control más frecuentemente utilizadas son las siguientes:

Para las variables: Promedios y rangos (\bar{X} -R).

Lecturas individuales.

Para atributos: p Porcentaje de unidades defectuosas.

np Cantidad de unidades defectuosas.

c Número de defectos.

u Defectos por unidad.

Variable: Es toda cantidad que pueda ser medible o cuantificable y que independientemente de las que se evalúan se obtiene el mismo resultado, dado que los patrones de medición son universales.

Atributo: Es toda característica cualitativa y que el resultado depende de la experiencia y/o capacitación de la persona que esté efectuando la evaluación, ya que los patrones masters utilizados son a criterio del cliente.

Gráficas por variables:

Procedimiento para la construcción de una gráfica \bar{X} -R.

- La gráfica \bar{X} -R consta de 2 secciones, la parte superior se dedica a los promedios y la parte inferior a los rangos.
- En el eje vertical se establece la escala, en el eje horizontal se anotan los datos cronológicos de las muestras inspeccionadas.
- Se acostumbra a trazar las líneas centrales con una línea continua y los límites de control con líneas discontinuas.
- Si el tamaño de las muestras es menor a 7 elementos el límite inferior de los rangos es 0.

Paso 1. Se registran los datos.

Paso 2. Se efectúa la sumatoria de cada subgrupo.

Paso 3. Se calcula el promedio del subgrupo. $(X = \frac{\sum xn}{n})$

Paso 4. Se calcula el rango de cada subgrupo. $(R = VM - Vm)$

Paso 5. Se calcula el promedio de los promedios. $(X = \frac{\sum Xj}{n})$

Paso 6. Se traza el promedio de promedios en la gráfica.

Paso 7. Se calcula el promedio de los rangos. $(R = \frac{\sum Rn}{n})$

Paso 8. Se traza el promedio de los rangos en la gráfica.

Paso 9. Se calcula los límites de control de los promedios:

$$[(LSCx = X + A2 * R), (LICx = X - A2 * R)]$$

Paso 10. Se trazan los límites de control de los promedios en la gráfica.

Paso 11. Se calculan los límites de control de los rangos:

$$[(LSCr = D4 * R), (LICr = D3 * R)]$$

Paso 12. Se trazan los límites de control de los rangos en la parte inferior de la gráfica.

Paso 13. Se transcriben en la gráfica los resultados de promedios y los rangos.

Paso 14. El operario que está elaborando la gráfica en caso de que un punto salga de control deberá de tomar inmediatamente las acciones correctivas. (Joaquín Méndez; Juan José Mireles Linares, 2006).

➤ **Gráficas de atributos:**

Tipos de gráfica por atributos:

1. Gráfica “np” para el número de piezas defectuosas:

Es el instrumento estadístico que se usa para graficar las piezas defectuosas encontradas al inspeccionar tamaños de muestra constante. Las muestras deben ser lo suficientemente grandes, para encontrar piezas defectuosas en cada subgrupo. Por experiencia se recomienda que los tamaños sean de 50 unidades.

Usos de la gráfica np:

- Para obtener las causas que contribuyen al proceso.
- Para obtener el diseño histórico de una o varias características de una operación.
- Para investigar el curso o tendencia de un defecto o un grupo de defectos.
- Para detectar causas especiales, lo que no se puede con la \bar{X} -R.

2. Gráfica “p” para el porcentaje de unidades defectuosas:

La fracción de unidades defectuosas (p) es el conjunto de aquellos artículos que se encontraron defectuosos (x) dentro de un total de artículos examinados (n). Se recomienda tener clasificados los defectos. Este conjunto de artículos defectuosos se expresa como fracción decimal para el cálculo real de los límites de control. La fracción, sin embargo se convierte a porcentaje cuando se transcribe a la gráfica. Las muestras que se utilizan para evaluar esta gráfica pueden ser variables. Mientras mayor sea la muestra y el número de artículos defectuosos permanezca constante, mayor será la calidad. Si la muestra permanece constante y el número de defectuoso disminuye, también la calidad mejora.

3. Gráfica “c” para el número de defectos por unidad inspeccionada:

Al igual que en la gráfica “np”. Aquí también graficamos el número de unidades defectuosas. El uso de estas gráficas puede ser:

- 1) Reducir el costo relativo al proceso. Informar a los supervisores de producción y la administración a nivel de calidad.
- 2) Determinar que tipos de defectos no son permisibles en un producto.

3) Informar la probabilidad de ocurrencia de los defectos en una unidad.

4. Gráfica “u” de fracción de unidades defectuosas:

La gráfica de control por unidad inspeccionada en muestras de tamaño variable de más de una unidad, es el instrumento estadístico que sirve para medir la cantidad de defectos por unidad inspeccionada y una muestra de (n) unidades. Si el tamaño de muestra varía continuamente el proceso de implementación de este tipo de gráficas se hace como las gráficas “p”. Si no es tan variable, la implementación de gráficas “u” es más sencilla.

(Joaquín Méndez; Juan José Mireles Linares, 2006).

1.4.3 Medición de capacidad de los procesos.

Cuando un proceso está en pleno funcionamiento se dice que tiene capacidad, la cual se mide mediante la desviación. Así, determinar la capacidad de un proceso es equivalente a determinar la desviación típica de la distribución. A mayor valor de la desviación tenemos una mayor variabilidad y, por tanto, menor calidad. Poca variabilidad, desviación baja, significa obtener un producto más uniforme y mayor calidad. Podemos diferenciar dos tipos de variabilidad. Una llamada natural, sobre la cual no se puede actuar, mientras que la llamada variabilidad no natural sí que se puede controlar y modificar para alcanzar un valor mínimo (www.exopol.com)

Una definición de capacidad de calidad es la bondad del proceso para cumplir con unas especificaciones. Se suele aceptar que la distribución de los procesos se ajusta a una distribución normal, y como límite inferior de control del proceso $\mu - 3\sigma$ y límite superior de control del proceso $\mu + 3\sigma$, pudiendo asegurar que el dos de cada mil veces el valor observado se situará fuera de estos límites (capacidad del proceso).

(www.exopol.com)

Las especificaciones se conocen como tolerancia superior (TS) y tolerancia inferior (TI). Cualquier producto que se sitúe fuera de estas tolerancias se considerará como defectuoso. Se dirá que un proceso es capaz, si está dentro especificaciones.

Definamos también el centro de tolerancias (CT) como:

$$CT = \frac{TI + TS}{2}$$

Para tener una idea de la capacidad de un proceso se define el índice de variabilidad (Cp) de la siguiente forma:

$$Cp = \frac{TS - TI}{6\sigma}$$

Este índice relaciona la variabilidad propia del proceso con los límites de especificación establecidos para el producto o servicio resultado del mismo.

Para considerar un Proceso Capaz es necesario que Cp sea mayor o igual que 1,33. (Proceso Capaz: $Cp \geq 1,33$)

Si $Cp=1$, los límites naturales del proceso (inferior y superior) caen entre tolerancias, por tanto el número de defectos podrá ser igual a 2% si el proceso se centra en CT.

Si $Cp>1$, el número de defectos podrá ser inferior al 2.

Si $Cp<1$, los límites de control no caen entre tolerancias, con lo que el número de defectos será superior al 2.

Índice Cpk:

Valor que caracteriza la relación existente entre la media del proceso y su distancia al límite de especificación, por el cual el proceso dará un resultado menos correcto.

Es el índice utilizado para saber si el proceso se ajusta a las tolerancias, es decir, si la media natural del proceso se encuentra centrada o no con relación al valor nominal del mismo. (www.fundibeq.org)

$$Cpk = \frac{t \min}{3}$$

Siendo:

Por el Límite de Especificación Inferior (LEI).

$$TS = \bar{X} - LEI / s$$

Por el Límite de Especificación Superior (LES).

$$TI = \bar{X} - LES / s$$

Utilizar el valor mínimo de los dos obtenidos para el cálculo de Cpk.

Para considerar que un proceso opera dentro de especificación, Cpk habrá de ser mayor o igual que 1,33. (Proceso dentro de especificación: $Cpk \geq 1,33$) (www.fundibeq.org)

Sea la media de las medias, se define el índice de descentramiento relativo (Cpk) como:

Caso 1: $TS < CT$,
$$Cpk = \frac{x - TI}{3\sigma}$$

Caso 2: $CT < TS$,
$$Cpk = \frac{TS - x}{3\sigma}$$

Caso 3: $_ = CT$,
$$Cpk = \frac{TS - x}{3\sigma} = \frac{x - TI}{3\sigma}$$

Si $_ = CT$ entonces $Cp = Cpk$

Si $_ \neq CT$ entonces $Cp > Cpk$

Fuente: (www.exopol.com)

Los índices Cp y Cpk deben tomarse con cuidado ya que sólo son válidos siempre y cuando sea cierta la suposición de normalidad de la distribución. Una forma rápida de observar la normalidad es representando gráficamente los datos mediante un histograma. (www.exopol.com)

1.5. Metodología Seis Sigma.

1.5.1. Conceptos fundamentales Seis Sigma.

La historia de la mejora de la calidad comienza a principios del siglo XX cuando Frederick Taylor separó el trabajo de una empresa del planteamiento y mejora de esta. Esta separación del trabajo mismo del área de administración sigue vigente en las empresas en la actualidad (Eayol, 1984)

Posteriormente se fueron desarrollando procesos estadísticos que siguen siendo usados frecuentemente como es el caso de la distribución t de w. s. Goss en 1908, el diseño de experimentos y la tabla ANOX de Fisher (década de 1920's) las cartas de control de Walter A. Shewhar, el SQC (Control estadístico de la calidad) durante las décadas 1940 y 1950, entre otros. (Snee, 2004).

En 1986 la empresa americana de comunicaciones Motorola (creada en 1928) se encontraba a punto de desaparecer cuando un ingeniero llamado Mikel Harry decidió estudiar la variación dentro de los procesos. Este fue el inicio de la metodología Seis Sigma.

A partir de su comienzo Seis Sigma ha ayudado a compañías líderes a ahorrar millones de dólares y a satisfacer a sus clientes. Entre los casos de éxito más sonados se encuentran General Electric, Allied Signal, Telefónica, Sony, Polaroid, Kodak, Dow Chemical, FedEx, Dupont, NASA, Lockheed, Bombardier, Toshiba, IBM, J&J, Ford, ABB, Black & Decker, Texas Instruments, Navistar, entre otras. (Jorge Jiménez, 2000).

El objetivo principal de Seis Sigma es que intenta batir un enemigo de los procesos: la variabilidad, de manera pues, que facilita la creación de una cultura de muchas formas, pero quizás la más relevante sea la lucha contra la variabilidad de los procesos. (Jorge Jiménez, 2000).

En el ámbito de las telecomunicaciones se han aplicado con éxito proyectos Seis Sigma. En el grupo telefónico de España se activa un programa de seis sigma en el año 2001 de forma piloto para experimentar ésta filosofía de gestión en casos prácticos y reales de la gestión diaria. (www.fundibeq.com).

Casi a la vez el interés por seis sigma suscita en otras empresas del grupo de telefonía como Terra y atento una de las operadoras de telefonía fija en Sudamérica que tienen actualmente programas seis sigma. (www.fundibeq.com).

Otros operadores de telecomunicaciones han tomado los principios de seis sigma como filosofía de gestión como es el caso de T-LATAM. En esta organización se ha incorporado con mucho éxito seis sigma en las operadoras que agrupa. (www.fundibeq.com).

A nivel mundial la mayoría de los países industrializados aplican la metodología Seis Sigma, entre ellos México que cuenta con una gran cantidad de empresas extranjeras y nacionales principalmente en la frontera de los Estados Unidos (Ama 1999).

La metodología seis sigma utiliza herramientas estadísticas para mejorar la calidad. Estas herramientas son para conocer los problemas en el área de producción y saber el porqué de los defectos. Las principales herramientas de seis sigma son: (López, 2001).

- 1) Diagrama de flujo de procesos.
- 2) Diagrama de causa-efecto.
- 3) Diagrama de Pareto.

- 4) Histograma.
- 5) Gráfico de corrida.
- 6) Gráfico de control.

Desde el punto de vista de César Arranz Barradas de Iberphone S. A (2003) Seis Sigma no es más que un “remake” de métodos tradicionales de resolución de problemas, las famosas siete herramientas de la calidad Q.F.D. control estadístico de procesos S.P.C/CEP, estudios de capacidad entre otros.

Seis Sigma se basa en la teoría de los gráficos de control ya establecidos por Walter Shewhart en los años 30 y en los postulados de W. Edward Deming, Joseph Juran y Phillip Crosby con su concepto de cero defectos.(Barradas, 2003).

Puede considerarse que es un enfoque destinado a minimizar los errores y ha satisfacer al cliente. Es decir de vuelta al “cero defectos”. (Barradas, 2003).

La iniciativa de mejora seis sigma está teniendo un gran impacto en la cultura, en las operaciones y en la rentabilidad de algunas de las empresas punteras en el ramo de la fabricación como es el caso de Allied Signan Bleck and Decver, DuPont, Polaroid, Samsung, entre otras, mientras que en el ramo de los servicios se puede mencionar empresas como American Express, City Bank, Federal Express, Pacific Bell, entre otras muchas organizaciones (Valencia, 2000).

Seis Sigma puede definirse también como un programa que ayuda a eliminar, casi por completo, los defectos de cada uno de los productos. Técnicamente se define como no más de 3,4 defectos o errores por cada millón de oportunidades.

La herramienta Seis Sigma es aplicada mediante un conjunto de fases que funcionan como un proceso. El proceso es conocido como DMAIC estas letras son las siglas en ingles de las fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. (Domínguez, 2005).

Los proyectos Seis Sigma se desarrollan siguiendo dos metodologías claves, DMAIC y DMADV que representa las iniciales de los pasos a realizar. DMAIC se utiliza para un proceso existente, DMADV se utiliza cuando se crea un nuevo producto o proceso. Usando DMADV para nuevos proyectos por lo general puede resultar en un proceso mas previsible y, en definitiva, mayor calidad del producto. (Neoediciones JP&A, 2008)

Ciclo DEMAIC.

Existen cinco pasos importantes en esta metodología:

- **D** - Definición: se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para optimizar la utilización de recursos, también se asigna el equipo que dará seguimiento a los proyectos.
- **M** - Medición: consiste en la caracterización del proceso, identificando los requisitos claves del cliente, las características clave del producto y los parámetros que afectan al proceso.
- **A** - Análisis: el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos, se desarrollan y se comprueban hipótesis sobre las posibles relaciones causa-efecto, utilizando herramientas estadísticas.
- **I** - Mejora: el equipo trata de predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso.
- **C** - Control: se diseñan y documentan los parámetros necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios.



Figura 1.6 Gráfico de Metodología.

Fuente: Claudia Ibarra Severino (Cátedra: NTIC en el Sector Público).

Ciclo DMADV.

Existen cinco pasos importantes en esta metodología:

- **D** - Definir los objetivos que son compatibles entre su estrategia de negocio y las demandas de los clientes.
- **M** – Medida CTOs (calidades críticas) CTOs consisten en el proceso de producción, capacidad de producción de un producto, la capacidad de un producto y cualquier evaluación de los riesgos.

- **A** – Analizar y evaluar los diferentes diseños, elegir el mejor diseño para el conjunto de sus cualidades.
- **D** – Diseño detalles. Es importante no solo para el diseño de un producto, sino optimizar las características de diseño.
- **V** - Verificar el diseño. Medidas importantes para incluir la verificación de un diseño experimental de la creación de carreras y la gestión de una corta producción. Este paso también requiere que se entregue al proceso de los propietarios.

Entre los beneficios más notables que se logran con la implementación de Seis Sigma se encuentran la reducción de costos, mejora de la productividad, aumento de la cuota de mercado, fidelización de los clientes, reducción del tiempo de ciclo, reducción de defectos, cambio de cultura, desarrollo de productos y servicios, y muchas otras cosas más.

Algo importante de mencionar son los elementos esenciales de este sistema, resumiéndolos en seis principios, los cuales apoyados en muchas herramientas y métodos, nos ayudan a tener una visión preliminar de todo lo que engloba Seis Sigma.

Estos son:

1. *Auténtica orientación al cliente.*
2. *Gestión orientada a datos y hechos.*
3. *Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos.*
4. *Gestión proactiva.*
5. *Colaboración sin fronteras.*
6. *Búsqueda de la perfección.*

1.5.2 Aplicación de la metodología Seis Sigma.

Hay muchas funciones que se utilizan en la metodología seis sigma. Las funciones incluyen: (<http://www.tech-faq.com>).

- **Liderazgo Ejecutivo:** Los ejecutivos de más alto nivel son responsables de la visión y, en definitiva, la aplicación de la metodología Seis Sigma.
- **Campeones:** Campeones son generalmente superiores de gestión que se encarga de la aplicación de Seis Sigma en toda su organización.

- **Master Negro Belts:** Suelen ser recogidos por parte de campeones, es un entrenador para los demás dentro de la organización sobre la metodología Seis Sigma.
- **Cinturones Negro:** Se centra en la ejecución. Son por lo general los administradores.
- **Green Belts:** Estos papeles son generalmente asumidos por los empleados que ayudan a los Negro Belts de ejecutar proyectos específicos, así como otras responsabilidades de puestos de trabajo.

La metodología Seis Sigma según (Soledad M., 2006) se basa en la curva de la distribución normal (para conocer el nivel de variación de cualquier actividad), que consiste en elaborar una serie de pasos para el control de calidad y optimización de procesos industriales.

Los niveles de mejora del Seis Sigma, indican el porcentaje de error de un proceso. Los procesos son evaluados en base a criterios que se representan en niveles (Seis Sigma: desde el nivel 1sigma al nivel 6 sigma), obteniéndose la distribución de datos y algunos valores de la capacidad de un proceso, con su equivalente en las partes por millón de defectos y el elevador de sigma.

Tabla 1.2 Valores de la capacidad de un proceso, con sus equivalentes en las partes por millón de defectos y el valor seis sigma.

Nivel en Sigma	Defectos por millón de oportunidades
6	3,40
5	233,00
4	6,210,00
3	66,807,00
2	308,537,00
1	690,000,00

Fuente: (Soledad M., 2006).

Gráficamente:

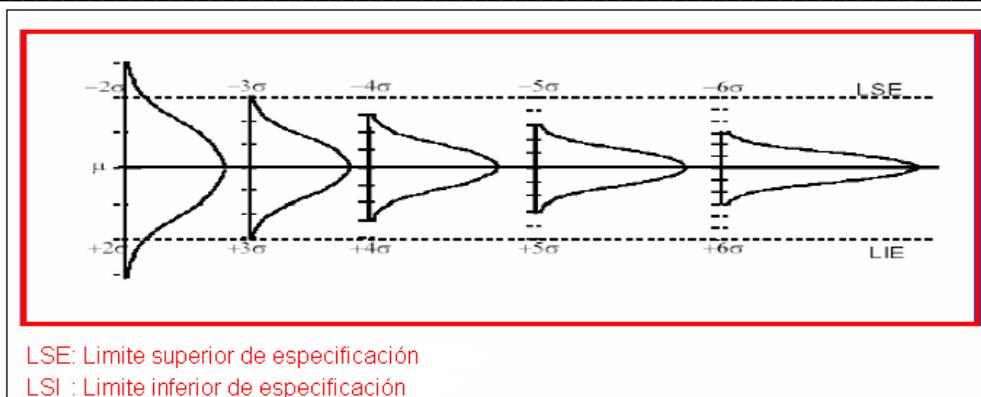


Figura 1.7 Gráfico de sigma.

Fuente: (Soledad M., 2006)

La mayor parte de los criterios de evaluación están estandarizados internacionalmente, solo algunos se pueden modificar de acuerdo a la relación proveedor-cliente. El área bajo la curva indica los niveles y valores, con porcentajes de confiabilidad diferentes, que van desde 68.27% (nivel 1) hasta 99.999943% (nivel 6). El área bajo la curva comprende el valor de la media de los datos y las desviaciones hacia la izquierda y derecha que dependen del nivel de confiabilidad (procesos de variación), donde están distribuidos los datos. Los niveles Seis Sigma están ubicados en la parte derecha e izquierda de la media, indicando el rango de distribución de los datos y se analizan ambos lados de la gráfica.

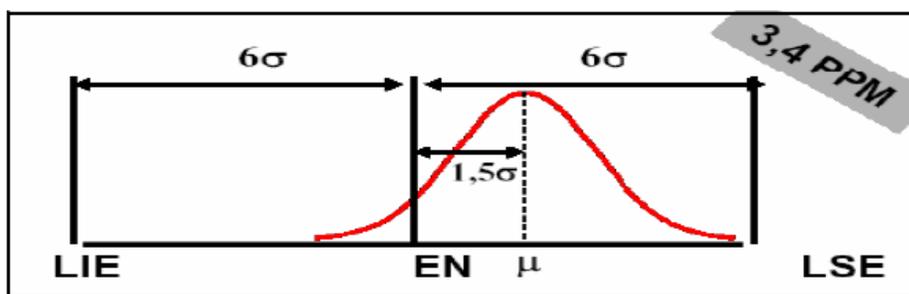


Figura 1.8 Gráfico de Sigma.

Fuente: (Soledad M. 2006)

La escala de la calidad de la mitología Seis Sigma mide el nº de sigmas que caben dentro del intervalo definido por límites de tolerancia.

1 σ = 38% de defectos

3 σ = 0.27% de defectos

6 σ = 0.00034% de defectos

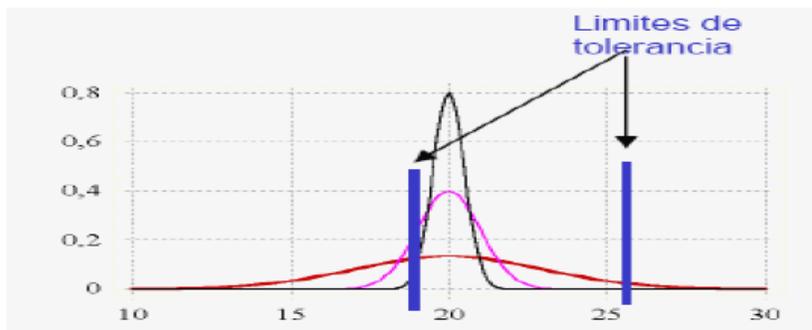


Figura 1.9: Gráfico de Sigma.

Fuente: (Soledad M., 2006)

Las variables fundamentales de la metodología Seis Sigma son:

Variables:

1. Oportunidades de defecto (OD): es la cantidad de procedimientos en los cuales se cometen errores.

2. Unidades procesadas (UP): es la cantidad de unidades medidas.

3. Defectos (D): es la unidad total de defectos encontrados en las mediciones.

Cálculos:

DPO: cantidad de defectos por oportunidades.

$$DPO: \frac{\sum D}{(\sum OD * \sum UP)}$$

DPMO: cantidad de defectos por millón de oportunidades.

$$DPMO = \left[\frac{\sum D}{(\sum OD * \sum UP)} \right] * 10^6$$

Rendimiento (R): ausencia de defectos.

$$R = 1 - DPO$$

Sigma: desviación estándar.

$$\sigma = \text{DISTR.NORM.ESTAND.INV}(R) + 1,5$$

Ejemplo: Se busca obtener $\sigma = 6$, para lograr un Rendimiento de 99.99966% (M. Soledad Liate 2006).

Sigma del Proceso	
Oportunidades de defecto	16

Unidades procesadas	10000
Defectos	145
DPO	0,000906
Rendimiento del proceso	99,909%
Sigma del Proceso	4,62

Después de obtener los resultados debemos enfrascarnos en la capacidad de proceso Cp para validar lo expuesto gráficamente en el programa:

$$Cp = \frac{USL}{3\sigma} \quad Cp \geq 1.33 \text{ El proceso es capaz.}$$

Donde:

USL: Limite de especificación superior

σ : Desviación Standard (S)

En las mejora, es una etapa importante en la elaboración de un proceso que permite obtener buena calidad. Este proceso se divide en cuatro etapas:

- **Etapa 1 (Medición).** Consiste en seleccionar una o más características del producto: como lo son las variables dependientes que identifican el proceso, tomar las medidas necesarias y registrar los resultados del proceso en las” tarjetas de control”.
- **Etapa 2 (Análisis).** Implica la clave de la ejecución de las medidas del producto. Un análisis de intervalo es tomado por lo regular para identificar los factores comunes y exitosos de la ejecución: los cuales explican las mejores formas de aplicación.
- **Etapa 3 (Mejora).** Se identifican las características del proceso que se puedan mejorar. Una vez realizado esto, las características son diagnosticadas para conocer si las mejoras en el proceso son relevantes.
- **Etapa 4 (Control).** Nos ayuda a asegurar que las condiciones del nuevo proceso estén documentadas y monitoreadas de manera estadística con los métodos de control del proceso.

Aplicar Seis Sigma a un proceso, división o compañía implica 8 fases, pertenecientes a 4 categorías. Cada fase está diseñada para asegurar la aplicación metódica y

disciplinada de la estrategia, la definición y ejecución correcta de los proyectos y la incorporación de los resultados en las metas organizacionales diarias de la empresa. Las categorías y fases son: [Mikel Harry y Richard Schroeder (www.resumido.com):

1. Identificación: incluye las fases de reconocimiento y definición, en las cuales la empresa comienza a entender los conceptos básicos de Seis Sigma y reconoce a la estrategia como una metodología orientada a resolver problemas.

2. Caracterización: incluye a la medición y al análisis, y se centra en dónde se encuentra el proceso en el momento que es medido, y establece las metas que la empresa debería aspirar, estableciendo las bases y puntos de comparación.

3. Optimización: comprende las fases de mejoramiento y control. Identifica los pasos requeridos para mejorar un proceso y para reducir las principales fuentes de variación. **4. Institucionalización:** incluye las fases de estandarización e integración de los sistemas mejores en su clase a las estructuras estratégicas de planificación.

1.6 Calidad de las telecomunicaciones.

El dinamismo y los cambios constantes que caracterizan al mundo digital totalmente conectado derivan de la integración de técnicas de información y comunicaciones. Esta integración de tecnologías revoluciona los modelos empresariales y permite obtener una eficacia y capacidad de respuesta cada vez mayores a la hora de hacer negocios (González Soto, 2005).

Dicha eficiencia esta basada fundamentalmente por la velocidad de transacciones de datos y todo es gracia al desarrollo de las telecomunicaciones que no es más que la transmisión de señales a distancia para un propósito de comunicación. En los tiempos modernos, este proceso muchas veces involucra el envío de ondas electromagnéticas mediante el uso de transmisores eléctricos pero en épocas tempranas podía incluir el uso de señales de humo, tambores, banderas o semáforos. (Wikipedia, 2009).

Se denomina telecomunicación a la técnica de transmitir un mensaje desde un punto a otro, normalmente con el atributo típico adicional de ser bidireccional. Proviene del griego tele, que significa distancia. Por tanto, el término telecomunicación cubre todas las formas de comunicación a distancia, incluyendo radio, telegrafía, televisión, telefonía, transmisión de datos e interconexión de ordenadores. (Wikipedia, 2009).

Existen dos conceptos muy difundidos de la calidad de un servicio de telecomunicaciones:

- La calidad de telecomunicaciones es el conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo. (IETF; RFC 2386)
- La “calidad de servicio” es definida por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) como el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario de dicho servicio (UIT).(UIT-T, G-1000,2004).

En países como España la regulación de las condiciones relativas a la calidad de servicio en la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas, se establece en la Orden ITC/912/2006, (España) de 29 de marzo (Orden de Calidad) y persigue los siguientes objetivos: (<http://www.mityc.es/telecomunicaciones>).

- *Facilitar la transparencia, proporcionando a los usuarios y en especial a los consumidores información relevante sobre la calidad de servicio de las distintas ofertas existentes en el mercado.*
- *Garantizar unos niveles mínimos de calidad de servicio en la prestación de los servicios básicos como el servicio universal.*
- *Ordenar la inclusión por los operadores de compromisos individuales de calidad en los contratos con los usuarios, así como los mecanismos de compensación en caso de incumplimiento.*
- *Mantener puntualmente informada a la Administración en caso de producirse grandes averías o sucesos que conlleven a una importante degradación de la calidad de servicio.*
- *Asegurar a los usuarios una facturación por parte de los operadores libre de errores.*

En los servicios de telecomunicaciones no cabe duda que una buena parte de la satisfacción del usuario tendrá relación con el funcionamiento de la red, por esta causa conceptos como el fundamento de la calidad percibida cobran cada día más importancia.

En una Empresa de telecomunicaciones existen dos enfoques de la calidad del servicio (M. Chávez, 2006).

- *Calidad Técnica*
- *Calidad Percibida*

Ambos enfoques pueden considerarse convergentes, ya que una calidad en el funcionamiento de la red debe reflejarse en los clientes externos como una buena calidad percibida. En la práctica es muy difícil establecer relaciones entre la calidad percibida y la calidad de funcionamiento de la red, este problema ha sido conocido en el mundo de las telecomunicaciones como “disparidad semántica” (Maykel Chávez, 2006).

Para esto se utilizan diferentes métodos como los que a continuación referimos:

Para la evaluación de la calidad de los servicios de las telecomunicaciones se usan varios modelos.

En el ámbito de la economía, se han desarrollado diferentes métodos con el fin de detectar el grado de satisfacción de los clientes respecto a un servicio y por tanto, su percepción de la calidad del mismo se puede agrupar en diferentes tipos (Noel, 2003), (Villalobos, 2000):

Modelos objetivos: A través de indicadores tales como el número de quejas. La validez de estos modelos es limitada.

Modelo subjetivo: Basada en la percepción del individuo de su propia satisfacción. La evaluación basada en los modelos subjetivos tienen como mayores desventajas un coste elevado, consumo de tiempo y dificultad de realización.

Modelo filosófico: Midiendo reacciones involuntarias al cuerpo.

La calidad (Qos) de un servicio puede representarse por un modelo que contiene los elementos siguientes:

1. *Parámetros de la calidad del servicio relacionados con la satisfacción.*
2. *Satisfacción del cliente en la utilización del servicio.*
3. *Parámetros técnicos de la red de soporte.*
4. *Aspectos no funcionales de la calidad.*
5. *Parámetros de contratos y mecanismos de verificación.*

1.6.1 Mejora continua de procesos de telecomunicaciones.

Las telecomunicaciones constituyen un elemento clave de la sociedad de la información, facilitando el acceso e intercambio de información entre personas o máquinas, sistemas e instituciones. No es posible entender el actual progreso socioeconómico sin tener presente el despliegue de redes de comunicaciones cada vez más sofisticadas (fijas, de cable, satélite, móviles, etc.) que, además, dan lugar a un fenómeno de tanta trascendencia social como es la comunicación ubicua, de la que Internet es un buen ejemplo.

La mejora continua en los procesos de telecomunicaciones podrá llevarse a cabo siempre y cuando el personal encargado cumpla o cuente con la capacidad de llevar a cabo todos estos parámetros que se reflejan a continuación:

1. Disponer de los fundamentos físicos y matemáticos necesarios para interpretar, seleccionar y valorar la aplicación de nuevos conceptos y desarrollos tecnológicos relacionados con las telecomunicaciones.
2. Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.
3. Concebir y diseñar circuitos electrónicos especializados, dispositivos de transmisión, enrutamiento y terminales o componentes de radiofrecuencia empleados en sistemas de telecomunicación.
4. Concebir componentes y especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos, tanto en transmisión como en enrutamiento o terminales.
5. Analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.
6. Disponer de los fundamentos y las técnicas básicas para concebir y desarrollar arquitecturas de redes de comunicaciones en entornos fijos o móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda.
7. Conocer, describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes.

8. Concebir, modelar, dimensionar y desarrollar procesos, servicios y aplicaciones telemáticas empleando diversos métodos de ingeniería software y lenguajes de programación adecuados al tipo de sistema a desarrollar manteniendo los niveles de calidad y seguridad exigidos.
9. Diseñar, proyectar, realizar y mantener sistemas, equipos e instalaciones de producción, grabación y reproducción de audio y video.

1.7 Conclusiones parciales.

- 1) La calidad ha sido conceptualizada de múltiples maneras por diversos autores, siendo un factor común definir la calidad como conformidad del producto o servicio.
- 2) Los gráficos de control son una importante herramienta estadística para el análisis de los procesos y tiene una amplia aplicación en diferentes tipos de organización y de sectores de actividades.
- 3) La herramienta de mejora Seis Sigma desde su creación por la compañía Motorola ha demostrado ser muy eficaz para implementar mejoras incrementales tanto en procesos productivos como de servicio.
- 4) El concepto de calidad que sirve de soporte a la presente investigación es el anunciado por las normas ISO 9000: del 2005.

CAPITULO II: Desarrollo de la metodología Seis Sigma

2.1 Introducción.

El desarrollo en nuestro país referente a las telecomunicaciones, presenta como uno de sus objetivos alcanzar el máximo nivel en los servicios básicos que la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA) brinda a la población, puesto que constituye un elemento de mucha importancia para el desarrollo socioeconómico del país. Por esta razón es muy importante la implementación de estrategias de mejoras orientadas a optimizar los servicios de telecomunicaciones.

En el presente capítulo:

- Se realiza una caracterización de la organización objeto de estudio.
- Se elabora un diagnóstico sobre el desempeño de las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados de la DTVC.
- Se desarrolla una metodología para la implementación de proyectos Seis Sigma en la DTVC.

2.2 Caracterización de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.

2.2.1 Perfil de la organización.

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA (ETECSA) nace como una organización cubana de capital mixto el 28 de Junio de 1994. Se inscribe en el Libro de Empresas Mixtas en el Tomo II, folio 04 al 047, en el Registro de Asociaciones Económicas, adscrito a la Cámara de Comercio de la República de Cuba y se encuentra amparada por el Decreto Ley 270 del 16 de Diciembre del 2003. ETECSA surge debido al amplio proyecto de reanimación económica llevada a cabo por parte del estado cubano y tiene como objeto social el de prestar los servicios públicos de Telecomunicaciones, mediante la operación, instalación, explotación, comercialización y mantenimiento de las redes públicas de telecomunicaciones

ETECSA brinda sus servicios a la población, a las organizaciones económicas, sociales, culturales y científicas de carácter estatal, gubernamental o no, privado y mixto que lo requieran; tanto en el territorio nacional como en el extranjero.

La cartera de servicios que presta ETECSA es la siguiente:

- Servicio telefónico básico, nacional e internacional.

- Servicio de conducción de señales, nacional e internacional.
- Servicio de transmisión de datos, nacional e internacional.
- Servicio celular de telecomunicaciones móviles terrestres.
- Servicio de cabinas y estaciones telefónicas públicas.
- Servicio de acceso a Internet.
- Servicio de telecomunicaciones de valor agregado.
- Venta de productos, accesorios e insumos de telecomunicaciones.
- Servicio de Radiocomunicación Móvil troncalizado.

Su misión es:

Proporcionar a los usuarios y a toda la población servicios que garanticen la satisfacción de sus necesidades en materia de telecomunicaciones, respaldando los planes de desarrollo social y económico que lleva acabo el país, las tareas de la defensa y garantizando los resultados económicos planeados.

Su visión es:

Somos una empresa de avanzada en constante transformación con una alta cultura del servicio, en función de satisfacer a nuestros usuarios y de la población, la defensa y el desarrollo del país.

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. tiene presencia en cada una de las 14 provincias del país mediante direcciones territoriales. La Dirección Territorial Villa Clara presenta la siguiente estructura organizativa:

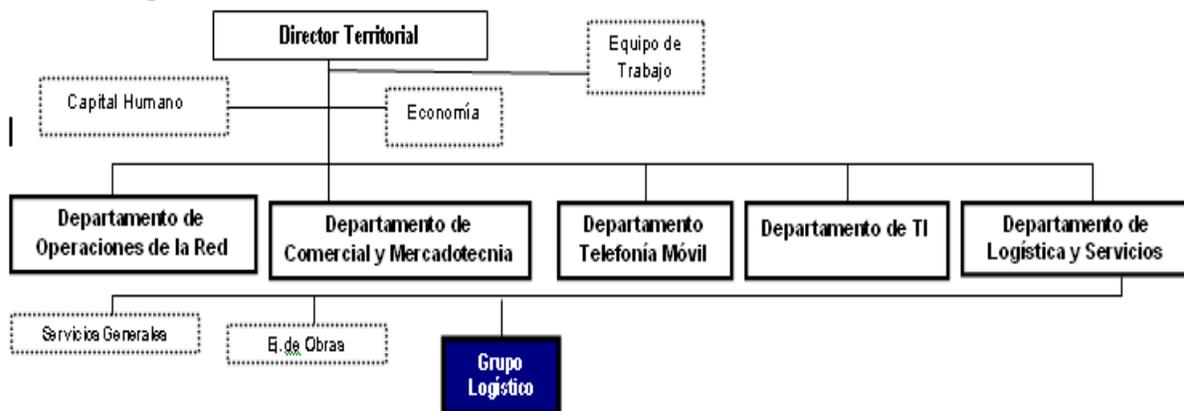


Figura 2.1: Estructura organizativa.

Fuente: Departamento De Capital Humano DTVC.

A continuación mostramos los elementos que caracterizan a la Dirección Territorial Villa Clara:

Tabla 2.1: Datos generales de la DTVC.

Total de Habitantes:	811621
Total de Líneas Instaladas:	68786
- Digitales:	62786
- Analógicas:	6000
Total de Líneas en Servicio:	65287
% de ocupación de las Centrales Telefónicas:	94.91
% de Digitalización	91.28
Total de Servicios Telefónicos:	82994
- Telefonía Básica:	61926
- Telefonía TFA:	10107
- Telefonía Móvil:	7600
- Telefonía Pública:	3361
Densidad Telefonía (T. Básica, TFA y Móvil):	10.23
Densidad Telefonía Pública:	4.14

Fuente: Balance Anual 2008 DTVC.

2.2.2 Características de la fuerza laboral.

En estos momentos en Villa Clara, ETECSA cuenta con 891 trabajadores. En la siguiente tabla se muestra cómo está compuesta la plantilla en las diferentes unidades organizativas.

Tabla 2.2: Composición de la Plantilla de la DTVC.

Unidad Organizativa	Plantilla			Contratos	Adiestrados	Total de Trabajadores	Necesidades Identificadas
	Aprobada	Cubierta	Vacantes				
Dirección Territorial	54	51	3		4	55	4
Logística y Servicios	59	56	3		1	57	8
Comercial y Mercadotecnia	25	25	0		1	26	1
Operaciones de la Red	172	168	4	2	8	178	21
Desarrollo	28	17	11	4	2	23	
Servicios Móviles	7	7	0			7	1
Tecnología de la Información	21	19	2		3	22	1
Centros de Telecomunicaciones	520	501	19	11	11	523	36
TOTAL	886	844	42	17	30	891	72

Fuente: Balance Anual 2007

Caracterización de la Plantilla según nivel profesional y Sexo.

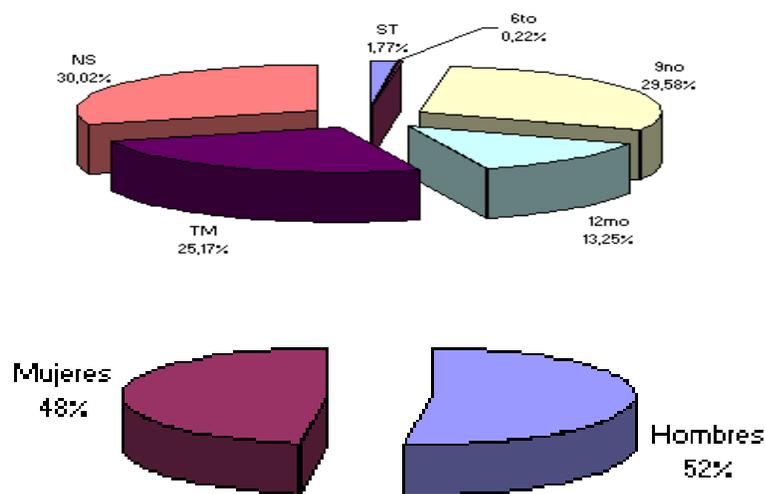


Figura 2.2: Distribución de la fuerza laboral de la DTVC de acuerdo a sexo y nivel profesional

Fuente: Informe de Balance de Recursos Humanos, 2008.

Los cuadros y dirigentes de la DTVC se distribuyen de la manera siguiente:

Caracterización de Cuadros.

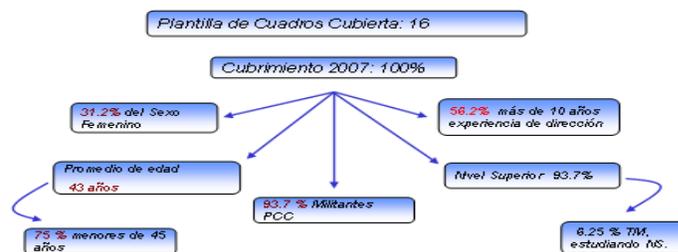


Figura 2.3: Distribución de cuadros.

Fuente:

2.2.3 Tecnología.

ETECSA basa fundamentalmente su Gestión en la Tecnología, la que constituye el factor más importante en los niveles de Calidad del Servicio y en la obtención de los estándares internacionales que se pretenden alcanzar. Estos estándares se logran mediante una infraestructura de Red Telefónica gestionada por un centro de Gestión Centralizado Territorialmente que se encarga de supervisar y gestionar el estado de dicha red.

La Dirección territorial de ETECSA en Villa Clara se encuentra en un proceso de expansión y modernización para aumentar los niveles de servicio al cliente. En los últimos cinco años se ha venido sustituyendo la tecnología analógica por la digital, además se han introducido nuevas tecnologías para incrementar los servicios telefónicos como la transmisión a través de la telefonía celular y los enlaces por fibra óptica.

La Gerencia cuenta con una Central Digital Alcatel 1000E10 que se localiza en la ciudad de Salta Clara y con 17 centrales digitales ubicadas en cabeceras municipales y que constituyen URAS de esta central. Están en servicio además centrales analógicas de tecnología alemana en diferentes localidades de la provincia.

Se cuenta con una tecnología de telefonía local inalámbrica o (Wireless Local Loop) WLL de ALCATEL instalándose en la mayoría de las líneas en zonas aisladas como el Escambray y en zonas con baja densidad telefónica de Santa Clara. Además existe un sistema WLL TADIRAN de fabricación Israelita que se encuentra instalado en la zona turística de Cayo Santa María con; así como en las zonas de Amaro y Rancho Veloz.

La central de Santa Clara además de brindar la conexión a todas las centrales de la provincia también sirve de tránsito telefónico a otras del país permitiendo la conexión del Occidente con centrales digitales de la parte oriental, lo que la sitúa dentro de las centrales más importantes del territorio nacional.

2.3 Diagnóstico del desempeño del proceso de Asistencia Técnica a la Red de Abonados de la DTVC.

En la situación problemática que es la base de la presente investigación se establecen deficiencias que están relacionadas fundamentalmente con el desempeño de las actividades de Asistencia Técnica la Red de Abonados en la DTVC. Los procesos de asistencia técnica de la red de abonado se encargan de la reparación y el mantenimiento de la infraestructura tecnológica que sirve de soporte a las comunicaciones como es el caso de las comunicaciones como es el caso de la planta exterior. Antes de emprender mejoras en las actividades objeto de estudio se hace necesario caracterizar aún más la situación problemática.

Para cumplir con este objetivo se realiza un diagnóstico tomando como base información del desempeño de los indicadores fundamentales de la asistencia técnica de la red de abonados.

Los indicadores que serán analizados son los siguientes:

Tabla 2. 3: Principales indicadores técnico de operaciones de la red.

Indicadores	Plan (%)	Real (%)	% Cump.
<i>Teléfonos reparados en los primeros tres días.</i>	96	95,93	99.92
<i>Reportes Iniciales (Fija + TFA)</i>	7,35	6.61	89.9
<i>Estaciones Públicas Interrumpidas</i>	8,17	7.43	90.9
<i>Índice de Serveabilidad del Servicio Móvil GSM</i>	95.5	96.51	101.05
<i>Completamiento de Llamadas de LDI</i>	56,8	56,14	98.8
<i>Completamiento de Llamadas de LDN</i>	45,44	46,41	102,1
<i>Completamiento de Llamadas locales.</i>	39,1	39,3	100,5

Fuente: Balance anual de 2008.

Los indicadores que no se cumplen son los siguientes:

1. Teléfonos reparados en los primeros tres días.
2. Estaciones públicas interrumpidas.

3. Reportes iniciales (Averías)
4. Completamiento de llamadas LDI.

En la tabla siguiente se muestra la tendencia del indicador de teléfonos reparados en los primeros tres días:

Teléfonos reparados en los primeros tres días.

Tabla 2.4: Información del comportamiento de los teléfonos reparados en los primeros tres días.

Sem.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
2007	99,2	99,8	100	99,9	99,7	99,3	98,1	99,0	99,2	96,1	99,4	99,8	98,96
2008	99,6	99,9	99,7	99,3	100	99,9	99,6	99,5	84,2	98,9	99,0	94,7	99,74

Fuente: Balance anual 2008.

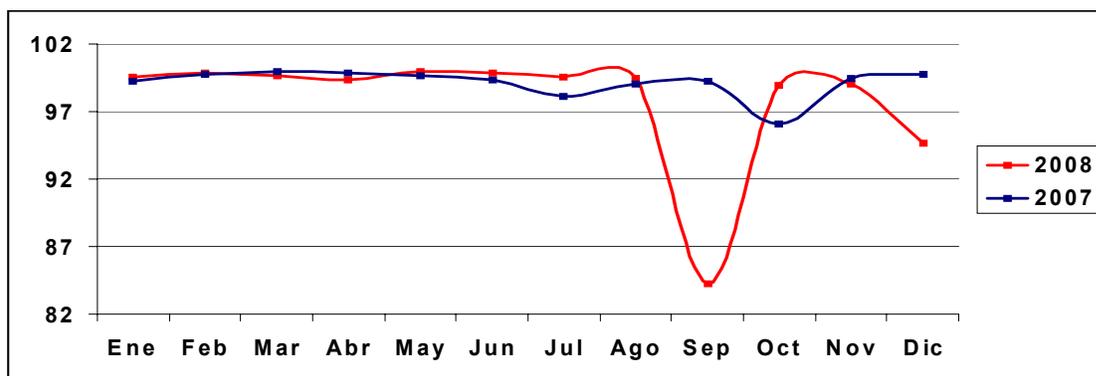


Gráfico 2.1: Comportamiento de los teléfonos reparados en los primeros tres días.

Fuente: Balance anual de 2008.

Tabla 2.5: Información del comportamiento de los teléfonos reparados en los primeros tres días por centro de telecomunicaciones.

CT	V	SA	PT	CE	RH	CJ	EN	DG	MN	LL	QG	IF	RM
2007	98,7	98,7	99,9	99,7	99,6	99,8	99,9	100	99,2	97,9	98,4	99,4	99,8
2008	95,8	98,8	99,5	98,3	99,2	95	100	98,8	97	92,7	95,5	94,2	98,8

Fuente: Balance anual de 2008.

En el año 2008 no se cumple el plan previsto en un 0,26 % a pesar de que se denota una ligera recuperación con respecto al año 2007. A pesar de que este incumplimiento a simple vista no parece demasiado significativo se puede observar que existen

meses en los que el indicador en el 2008 ha estado muy por debajo del objetivo como es el caso de septiembre, Octubre y Diciembre. El mes más crítico en el año es Septiembre donde se encuentra el pico más negativo.

Un indicador muy relacionado con los teléfonos reparados en los 3 primeros días es el de Reportes iniciales y que también presenta incumplimientos en el año 2008. En las tablas que se presentan a continuación se muestra información al respecto:

Reportes iniciales:

Tabla 2.6: Comportamiento de los reportes iniciales por meses.

Sem.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
2007	6,31	5,29	5,67	5,87	7,04	8,68	7,53	7,54	7,04	8,04	6,72	5,44	6,77
2008	6,27	5,28	5,60	5,12	6,07	6,58	7,54	8,05	13,43	9,43	8,61	7,26	7,45

Fuente: Balance anual de 2008.

Tabla 2.7: Comportamiento de los reportes iniciales por centro de telecomunicaciones.

CT	V	SA	PT	CE	RH	CJ	EN	DG	MN	LL	QG	IF	RM
2007	7,05	5,44	7,88	5,8	9,53	6,56	4,34	6,83	7,29	2,84	6,47	10,99	6,2
2008	7,6	6,74	9,83	6,91	9,95	7,27	3,94	4,5	9,81	2,59	7,16	10,37	7,83

Fuente: Balance anual de 2008.

Este indicador posee resultados muy negativos afectando la calidad del servicio, ha elevado los costos y ha dificultado el logro de mejores resultados en otros indicadores.

Las causas fundamentales son:

La calidad de varios recursos vitales para la actividad ha presentado dificultades durante todo el 2008, siendo ejemplo de esto; el aparato telefónico, el bajante exterior, las urecas, el interior de 2 vías, las mordazas de 3 tornillos y varios tipos de tapes empleados en la restauración de cables de polietileno.

Uno de los parámetros que tiene relación con los reportes iniciales es el % de reportes repetidos que no es más que aquellas interrupciones que se presentan de nuevo una vez reparadas. En la tabla siguiente se muestra el comportamiento del repetido por Centro de Telecomunicaciones:

Tabla 2.8: Comportamiento de los reportes repetidos por centro de telecomunicaciones.

Centro	Total de RI	Servicios Reportados	Reparaciones Generadas	% Repetido.
CE	2891	669	2059	71,2
CJ	2148	501	1515	70,5
DG	1197	274	859	71,8
EN	1195	256	676	56,6
IF	730	199	674	92,3
LL	413	87	228	55,2
MN	2425	589	1972	81,3
PT	3985	933	3174	79,6
QG	729	193	639	87,7
RH	2956	677	2409	81,5
RM	2225	514	1666	74,9
SA	3502	870	2618	74,8
V	30030	7190	23338	77,7
Ger	54426	12952	41827	76,9

Fuente: Balance anual de 2008.

Como se puede apreciar en la tabla anterior la calidad de las reparaciones presenta serias dificultades al gran número de teléfonos que vuelven a ser reportados una vez efectuada la reparación. El valor más crítico se encuentra en Cifuentes, Santa Clara, Manicaragua, Quemado de Guines y Ranchuelo.

Otro de los indicadores que presentan problemas es la reparación de estaciones de telefonía pública. En el gráfico que se muestra a continuación se muestra información al respecto:

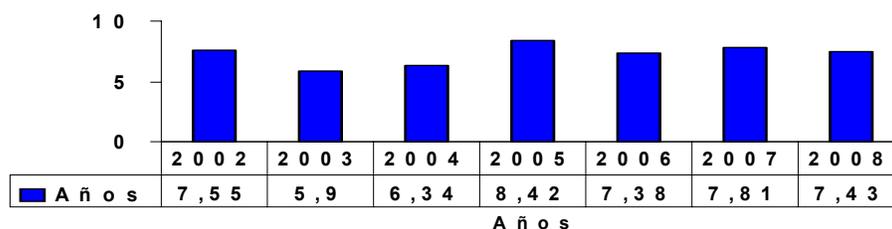


Figura 2.4: Gráfico del comportamiento de las reparaciones de estaciones de telefonía pública.

Fuente: Balance anual de 2008.

Existe un incumplimiento del plan en un 9,1%, debido a que no se logra una estabilidad en cuanto a las interrupciones a lo largo de los últimos 7 años, las causas fundamentales están relacionadas con la disponibilidad de piezas de repuesto.

Existen otros indicadores que a pesar de que no se relacionan directamente con la calidad del servicio inciden considerablemente en el desempeño del proceso objeto de estudio.

Mantenimientos preventivos a teléfonos regulares:

Tabla 2.9: Comportamiento de mantenimientos preventivos a teléfonos regulares.

Sem	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
2007	110,2	80	201,9	134,9	107	94,0	128	105	65,0	48,6	310	95,5	123,5
2008	83,2	143,6	242,2	162,7	76,8	52,3	69,5	44,1	11,8	32,7	45,5	42,3	83,9

Fuente: Balance anual de 2008.

Mantenimientos preventivos a cables locales y troncales.

Tabla 2.10: Comportamiento de mantenimientos preventivos a cables locales y troncales.

Sem	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Loc.07	108,7	83,41	134,1	121,3	78,54	102,6	102	102	111	87,3	100	100	102,5
Loc.08	80,52	108,6	97,13	102,8	121,2	108,6	180	71,8	5,75	41,3	52,3	25,9	83,0
Trc.07	138,3	127,5	112,4	126	107,7	117,9	126	116	115	100	100	100	115,6
Trc.08	106,3	97,4	110,9	141,5	130,5	167,3	107	80,3	7,65	28	52,8	64,7	91,26

Fuente: Balance anual de 2008.

Mantenimientos preventivos a línea aérea.

Tabla 2.11: Comportamiento de mantenimientos preventivos a línea aérea.

Sem	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
2007	100	100	100	100	100	87,39	100	100	100	83,64	100	100	97,6
2008	84,7	96,27	88,46	87,19	95,59	91,04	93,2	78,6	32,87	42,3	53,1	43,36	73,8

Fuente: Balance anual de 2008.

En las tres tablas anteriores se demuestra una notable disminución de los mantenimientos preventivos comparando el 2007 con el 2008. En el anexo 2 se muestra un diagrama causa-efecto que resume de manera sintetizada los hallazgos

anteriores. Como respuesta a la situación caracterizada en la presente investigación se diseña una metodología para la mejora de las actividades objeto de estudio basada en el método Seis Sigma.

2.4 Propuesta de la metodología de mejora Seis Sigma para procesos de telecomunicaciones.

Fase I: Definir.

Se debe definir el problema o las oportunidades de mejora. Se debe definir el porque de trabajar en este problema, quien es el cliente, cual es el estado actual y cuanto tiempo se requiere para llegar al estado deseado.

- **Paso 1:** Identificación y descripción del problema.

Se identifica el problema, todas sus aristas, sus diferentes enfoques, sus síntomas, causas y consecuencias.

- **Paso 2:** Buscar datos relacionados con el problema planteado.

- **Paso 3:** Descripción del proceso mediante el diagrama SIPOC.

En este paso se debe describir los elementos fundamentales que conforman el proceso en que se va a aplicar la metodología en seis sigma. Para cumplir con este objetivo se propone la herramienta SIPOC.

SIPOC es un diagrama cuyo nombre proviene de sus siglas en inglés (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers). El objetivo de esta herramienta es identificar todos los elementos relevantes dentro de un proceso de mejora antes de que el trabajo comience.

S	I	P	O	C
Grocery Store Mom and Dad	Peanut Butter Grape Jelly Sliced Bread Butter knife Plate Operator	1. Gather supplies 2. Open all packages 3. Lay out two slices of bread 4. Spread 2 TBS Peanut butter on first slice 5. Spread 1 TBS Jelly on second slice 6. Assemble sandwich 7. Remove crusts and cut diagonally 8. Serve	One Peanut Butter and Jelly Sandwich	Picky kids

Figura 2.5: Ejemplo de un diagrama SIPOC.

Fuente: Sociedad latinoamericana de la calidad.

Fase II: Medir.

En esta etapa se debe definir los parámetros que sean observables y fácilmente medibles, que provengan de lo que quiere el cliente y tenga que ver con los objetivos de la organización.

- **Paso 1:** Selección de la variable objeto de estudio.

Se debe identificar la variable a estudiar. La variable seleccionada debe ser una variable crítica para el cliente final del proceso. Para hablar de capacidad del proceso es necesario hablar de capacidad respecto a una variable o característica del mismo. Esta variable debe ser seleccionada por criterio experto y debe ser.....para el resultado del proceso.

- **Paso 2:** Analizar la información obtenida acerca de la variable objeto de estudio
Se recomienda la utilización de gráficos de control en este caso para comprobar la estabilidad de los procesos estudiados.

- **Paso 3:** Estimación de la desviación típica (“σ”).

Para estimar la desviación típica (“σ”) de los valores resultado del proceso, se utilizará la siguiente fórmula (Dependiendo del tipo de gráfico utilizado):

$$\text{Gráfico } \bar{X} : R \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d2}$$

$$\bar{X} : S \quad \sigma = \frac{\bar{S}}{c2}$$

d2 y c2 son constantes que dependen del tamaño de la muestra, \bar{R} y \bar{S} son valores calculados previamente en la elaboración de los gráficos de control por variables respectivas.

- **Paso 4:** Calcular parámetros estadísticos de la variable estudiada.

Se deben calcular los siguientes parámetros:

1. *Moda.*
2. *Mediana.*
3. *Media.*
4. *Desviación típica y varianza.*

Fase III: Analizar.

Aquí se especifica la causa del problema, se confirman con los datos. Se analiza el estado actual. En esta etapa se recolectan los datos que posteriormente serán usados para determinar el ahorro obtenido al finalizar el proceso Seis Sigma.

➤ **Paso 1:** Cálculo de los índices de capacidad del proceso.

Es importante diferenciar entre un proceso capaz y un proceso estable. Proceso capaz es aquel en el que los productos fabricados están entro de ciertas especificaciones. Un proceso estable se tiene cuando solo está influenciado por causas comunes y tiene una distribución predecible a través del tiempo.

En caso de que el proceso este bajo control:

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad \text{o } 3 \text{ o } 6$$

Cp: Capacidad del proceso en caso de que sea estable.

USL: Límite superior de las especificaciones.

LSL: Límite inferior de las especificaciones.

El cálculo de este índice tiene cuatro supuestos:

- 1) Se debe tener una especificación superior y la especificación inferior.
- 2) El proceso está centrado en las especificaciones.
- 3) El proceso es estable.
- 4) El proceso sigue una distribución normal.

$$Cpk = \left(\frac{USL - Media}{3\sigma}; \frac{Media - LSL}{3\sigma} \right)$$

O puede ser:

$$Cpk = \frac{t \min}{3} \quad \text{donde} \quad Tt = \frac{\bar{X} - USL}{\sigma}$$

$$ts = \frac{\bar{X} - LSL}{\sigma}$$

El valor de \bar{X} se toma de los cálculos previos realizados para la construcción del gráfico de control.

Este índice no tiene tantos supuestos como el anterior:

- 1) El proceso debe ser estable.
- 2) La distribución del proceso es normal.
 - **Paso 2:** Cálculo de la Capacidad de proceso Global.

En estos procesos la desviación estándar que se use es la σ global.

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

Donde:

Pp: Capacidad del Proceso Global.

USL: Límite superior.

LSL: Límite inferior.

Mide el funcionamiento del proceso bajo supuestos siguientes:

- 1) El proceso tiene especificación superior e inferior.
- 2) El proceso está centrado entre las especificaciones.
- 3) Distribución Normal.

Si el proceso no es estable se calcula Ppk.

$$Ppk = \min\left(\frac{USL - Media}{3\sigma}; \frac{Media - LSL}{3\sigma}\right)$$

Lo único que se requiere es que el proceso siga una distribución normal.

- **Paso 3:** Estimación de la capacidad potencial de un proceso.

Es necesario comparar los índices de capacidad obtenidos con los valores límites establecidos anteriormente para concluir si el proceso es capaz o no, y si el resultado del proceso estará dentro de especificación o no, ya que aunque un proceso sea capaz de cumplir con unas especificaciones no implica, necesariamente, que el resultado de dicho proceso se cumpla.

Tabla 2.12: Condiciones de los índices de capacidad.

Cuando:	Entonces:
Cp ≥ 1,33, Cpk ≥ 1,33	<ul style="list-style-type: none"> • Es capaz y dentro de especificación. • El proceso es capaz de satisfacer la tolerancia especificada y el resultado del mismo estará dentro de los límites de especificación.

Cp ≥ 1,33 Cpk < 1,33	<ul style="list-style-type: none"> • Es capaz pero descentrado.
Cp < 1,33	<ul style="list-style-type: none"> • El proceso no es capaz. • El proceso no es capaz de cumplir con la tolerancia especificada por lo que deberán estudiarse posibilidades de cambio en el diseño del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

- **Paso 4:** Calcular el nivel sigma antes del proceso de mejora.

$$DPMO = \frac{\text{Defectos} \cdot 1 \text{ Millón}}{\text{Unidades} \cdot \text{Oportunidades}}$$

DPMO: Defecto por cada millón de oportunidades.

Las oportunidades en la fórmula anterior son determinados según el proceso en el que se está trabajando.

Una oportunidad es la probabilidad de que el cliente no esté satisfecho, es la probabilidad de que exista un defecto en el producto o servicio ofrecido.

- **Paso 5:** Cálculo de los índices "Sigma."

$$DPU = \frac{\text{Total de Defectos}}{\text{Total de Unidades}}$$

DPU: Defectos por unidad.

$$DPO = \frac{\text{probabilidad de defecto}}{\text{Número de Oportunidades}}$$

DPO: Defectos por oportunidades.

$$DPMO = \frac{DPU \cdot 1000000}{\text{Total de unidades} \cdot \text{CTQ de una unidad}}$$

DPMO: Defectos por millón de

oportunidades.

- **Paso 6:** Definir el nivel Sigma del proceso.

Después de calculado el indicador DPMO del proceso se calcula el valor sigma (Valor z del eje x de la distribución normal) correspondiente a ese valor de DPMO (Defecto por millón).

Fase IV: Mejorar.

El objetivo de esta fase es mejorar el rendimiento del proceso. En esta fase se pueden utilizar herramientas tales como:

- 1) Análisis costo beneficio.
- 2) QFD.
- 3) Técnicas de optimización.
- 4) Confiabilidad, técnicas de confirmación.

- **Paso 1:** Determinar factores objetivos que provocan el nivel sigma del proceso.

Se trata de encontrar el conjunto de factores que están afectando la capacidad de los procesos estudiados (o los factores más importantes). Para esto deben hacerse análisis en varias dimensiones:

- a) Observación "in situ" del proceso productivo.
- b) Sesiones de trabajo con expertos o trabajadores directos al proceso productivo.
- c) Aplicación de técnicas de estudio de métodos.

- **Paso 2:** Confección del programa de mejora.

Teniendo en cuenta el análisis realizado en el paso anterior se elaboran un plan de mejora.

- **Paso 3:** Implementar las mejoras propuestas.

Fase V: Controlar.

Esta fase se asegurará de que el proceso mejorado se sostenga después de que seis sigma se encargó de este y ahora ha comenzado con otro. El propósito de esta fase es el de mantener las ganancias que se lograron con el proyecto.

A continuación se representa la metodología de mejora de forma gráfica:

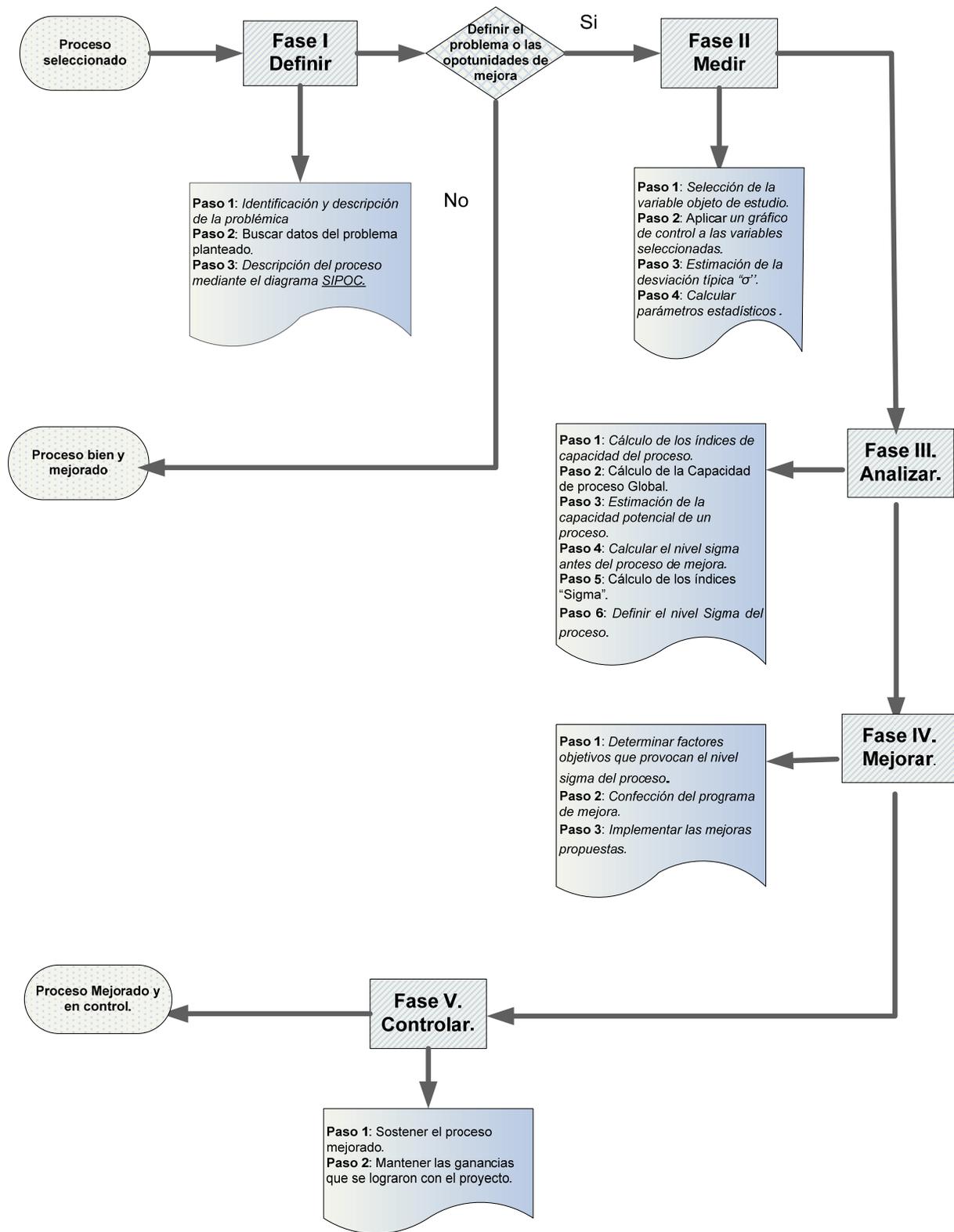


Figura 2.6: Diagrama de flujo de la metodología Seis Sigma.

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Conclusiones parciales.

- 1) Las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados presentan serios problemas de desempeño fundamentalmente en el caso del mantenimiento correctivo que está determinado por el indicador de reportes iniciales.
- 2) La estrategia de mejora utilizando un proyecto seis sigma es un medio muy eficaz para implementar mejoras en las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados que mejoren el desempeño de las mismas.
- 3) La metodología expuesta proporciona un acercamiento a la aplicación práctica de una metodología Seis Sigma en los procesos de telecomunicaciones.
- 4) La metodología Seis Sigma desarrollada es aplicable no solo a las actividades objeto de estudio ya que representa un modelo fácilmente generalizable otros procesos de la DTVC.

CAPITULO III: Implementación de la metodología Seis Sigma

3.1 Introducción.

En el presente capítulo se realiza la aplicación de la metodología Seis Sigma propuesta en el capítulo anterior. El proceso escogido para lograr este propósito es el de Asistencia Técnica a la Red de Abonados ya que se trata del proceso donde se concentra la situación problemática que sustenta la presente investigación.

3.2 Mejora de los procesos de Asistencia Técnica a la Red de Abonados.

Fase I: Definir.

Paso 1: Identificación y descripción del problema.

En la introducción del presente trabajo de diploma se expresa la situación existente en el proceso objeto de estudio (asistencia técnica de la red de Abonados). Este proceso se encarga del mantenimiento correctivo y preventivo a la red de abonados que es la que brinda el soporte del servicio de telefonía básica. De forma sintética el problema puede definirse de la manera siguiente:

Deficiente desempeño de la atención a las interrupciones que afecta directamente el nivel de servicio de la dirección de ETECSA en Villa Clara y la calidad que perciben sus usuarios.

Paso 2: Buscar datos relacionados con el problema planteado.

Una vez definido concretamente el problema a resolver con la metodología Seis Sigma se debe buscar la mayor cantidad de datos posibles para su caracterización. Con este objetivo se consultan las siguientes fuentes de información:

- a) Balance anual 2008.
- b) Sistema SIPREC.
- c) Reportes diarios de operaciones de la red (año 2008).

Paso 3: Caracterización del proceso escogido.

S	I	P	O	C
Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
ATM nacional. (Partes y piezas de repuesto). Almacenes DTVC (Insumos).	Reporte de interrupción. Planificación anual de	Asistencia Técnica a la Red de Abonados	Reporte de interrupción cerrado Comunicación	Abonado del servicio Telefónico.

Servicios generales (Alimentación y transportación).	mantenimient o preventivo.		restablecida. Mantenimiento realizado.	
--	----------------------------	--	--	--

Figura 3.1: Diagrama de SIPOC.

Fuente: Elaboración propia.

Fase II: Medir.

Paso 1: Selección de la variable objeto de estudio.

Las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados presentan múltiples indicadores de desempeño. De estos indicadores se escoge la **Demora Promedio de las Reparaciones** de interrupciones por las razones siguientes:

1. *Es un indicador que se encuentra incumpléndose sostenidamente en el periodo 2008 y 2009.*
2. *La demora promedio es un indicador derivado de los reportes iniciales que es uno de los que presentan un mayor deterioro según el diagnostico realizado.*
3. *Es un indicador extremadamente crítico para el servicio al cliente en la telefonía básica.*

El indicador se puede dividir en diferentes variables que serán analizadas por separado y se muestran en el anexo III.

Para realizar el análisis de las variables escogidas se utilizó el reporte de reparaciones acumuladas en el primer trimestre del año 2009. El reporte utilizado recoge información del Centro de Telecomunicaciones de Santa Clara y de otros centros de la provincia y contiene la cantidad de interrupciones siguientes:

Tabla 3.1 Cantidad de interrupciones por variables.

Telefonía básica por segmento	
Variables	Interrupciones
Teléfonos residenciales	1763
Teléfonos de Negocios MLC	60
Teléfonos de empresas estatales	79

Teléfonos del Sector Residencial total	2666
Telefonía pública	
Variables	Interrupciones
Teléfonos monederos	62
Teléfonos por tarjeta propia	49
Teléfonos monederos TP SC.	69

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar es una cantidad muy grande de datos por lo cual para realizar el análisis de la información se debe utilizar una muestra de los mismos.

$$n = \frac{N * Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * p(1 - p)}{d^2 * (N - 1) + Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * p(1 - p)}$$

Para el cálculo del tamaño de muestra (n) hace falta conocer las siguientes variables:

N → Tamaño de la población.

d → Nivel de precisión o error muestral. (Generalmente es del 5%)

p → Promoción esperada. (0.5, se fijó este valor debido a que se pretende poseer el mayor tamaño de la muestra posible)

α → Nivel de confianza. (99%, teniendo en cuenta que se necesita una alta confiabilidad para hacer la validación)

Z → Percentil de la distribución Normal. (1,96, para el nivel de confianza que se tomó 99% y utilizando la tabla de la distribución normal)

n → Tamaño de muestra.

Telefonía básica por segmento:

Telefonías residenciales:

$$n = \frac{1763 * 3.8416 * 0.25}{0.0025 * 1763 + 3.8416 * 0.25}$$

R/ El tamaño de muestra es de 314.

n = 314

Telefonía de Negocios MLC.:

$$n = \frac{60 * 3.8416 * 0.25}{0.0025 * 60 + 3.8416 * 0.25}$$

R/ El tamaño de muestra es de 52.

$$n = 52$$

Telefonía de Empresas Estatales:

$$n = \frac{79 * 3.8416 * 0.025}{0.0025 * 79 + 3.8416 * 0.25}$$

R/ El tamaño de muestra es de 66.

$$n = 66$$

Telefonía del Sector Residencial total:

$$n = \frac{2666 * 3.8416 * 0.025}{0.0025 * 2666 + 3.8416 * 0.25}$$

R/ El tamaño de muestra es de 336.

$$n = 336$$

Telefonía pública:

Teléfonos monederos:

$$n = \frac{62 * 3.8416 * 0.25}{0.0025 * 62 + 3.8416 * 0.25}$$

R/ El tamaño de muestra es de 54.

$$n = 54$$

Teléfonos por tarjeta propia:

$$n = \frac{49 * 3.8416 * 0.025}{0.0025 * 49 + 3.8416 * 0.25}$$

R/ El tamaño de muestra es de 44.

$$n = 44$$

Teléfonos monederos TP SC.:

$$n = \frac{69 * 3.8416 * 0.025}{0.0025 * 69 + 3.8416 * 0.25}$$

R/ El tamaño de muestra es de 60.

$$n = 60$$

En el anexo IV se muestra un resumen del tamaño de muestra para cada variable.

Paso 2: Aplicar gráficos de control a las variables seleccionadas.

Primeramente es necesario conocer si los procesos están bajo control por lo que se aplica a la muestra seleccionada el gráfico de control por variables (x-s). Mediante el software SPSS 13.0 se realizaron los gráficos de control estadísticos para estimar el promedio de demoras que cumple con los límites establecidos.

Telefonía básica por segmento:

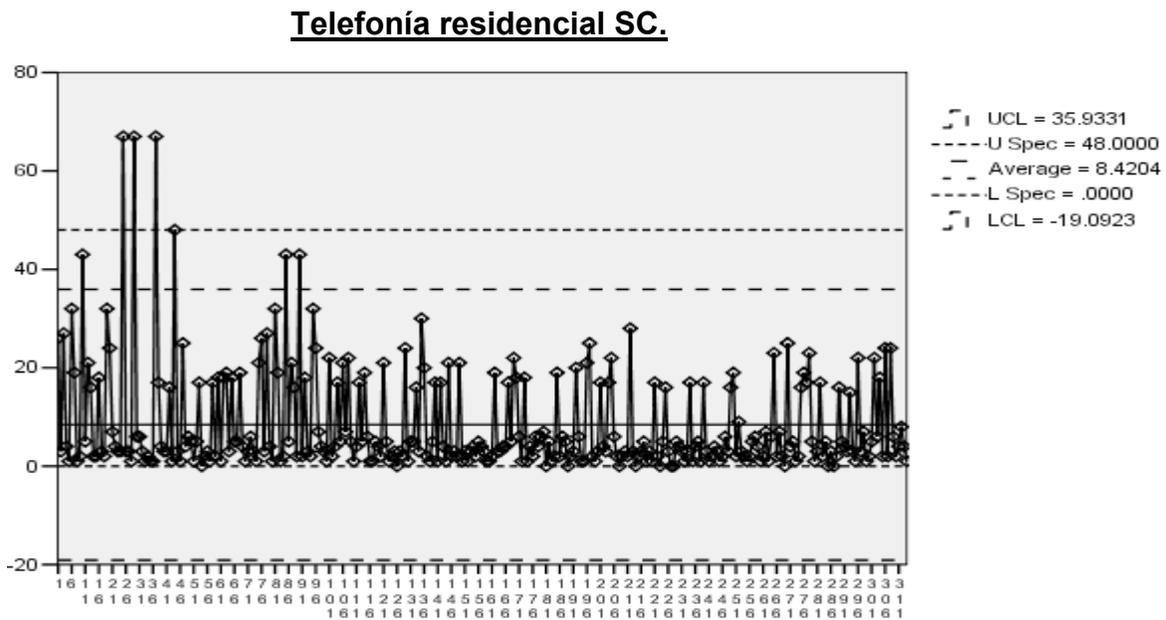


Figura 3.1: Control estadístico para la telefonía residencial SC.

Fuente: SPSS 13.0

Se obtuvieron 3 muestras fuera de las especificaciones del límite superior (USL=48h), por lo que demuestra que el proceso no está bajo control.

Negocios MLC SC.

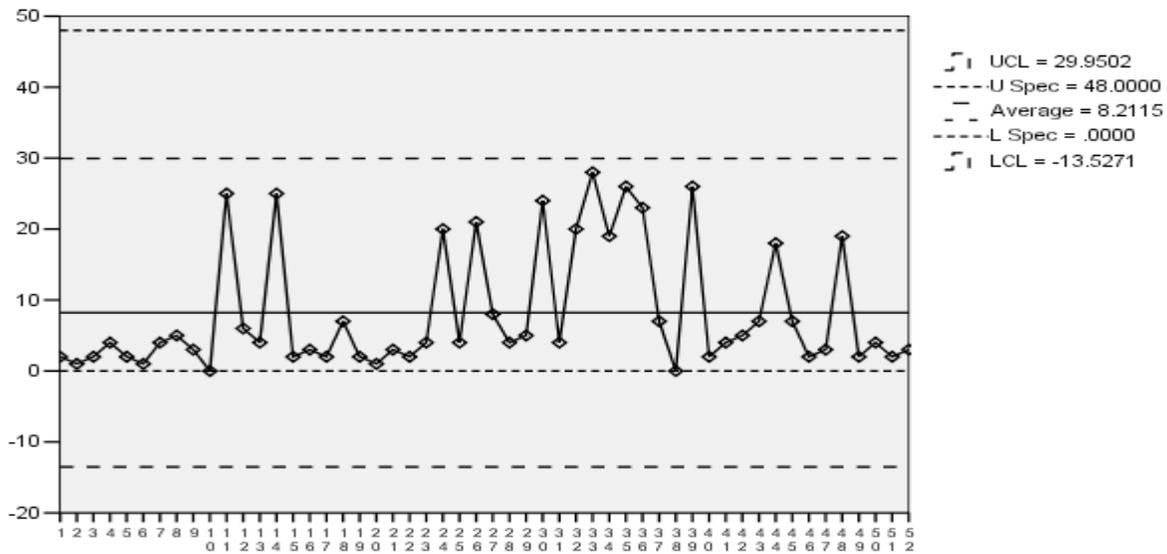


Figura 3.2: Control estadístico para la telefonía de Negocios MLC SC.

Fuente: SPSS 13.0

Todas las muestras están dentro de los límites de especificaciones, lo que demuestra que el proceso está en control.

Empresas estatales SC.

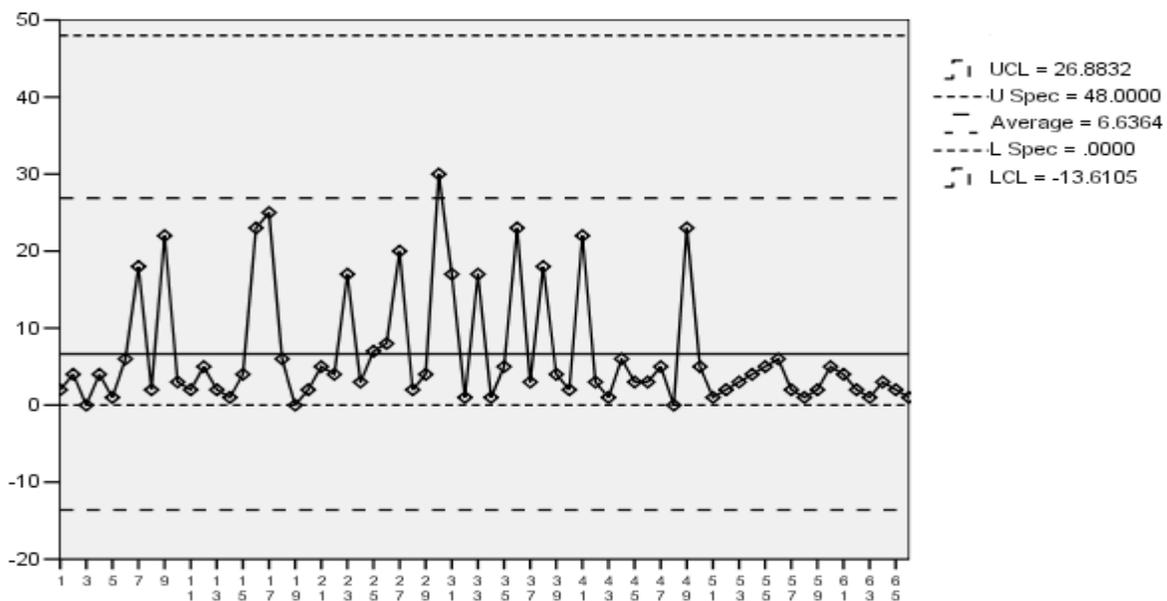


Figura 3.3: Control estadístico para la telefonía de Empresas estatales SC.

Fuente: SPSS 13.0

Todas las muestras están dentro de los límites de especificaciones, lo que demuestra que el proceso está en control.

Sector Residencial total

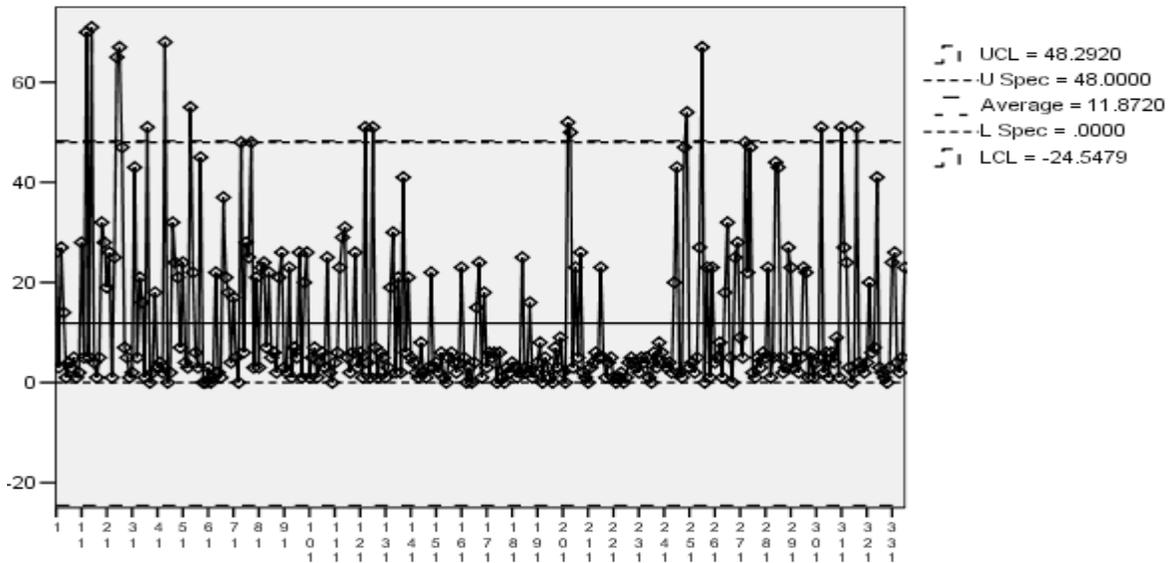


Figura 3.4: Control estadístico para la telefonía del Sector Residencial total.

Fuente: SPSS 13.0

Se obtuvieron 11 muestras fuera de las especificaciones del limite superior (USL=48h), por lo que demuestra que el proceso no está bajo control.

Telefonía pública:

Teléfonos monederos

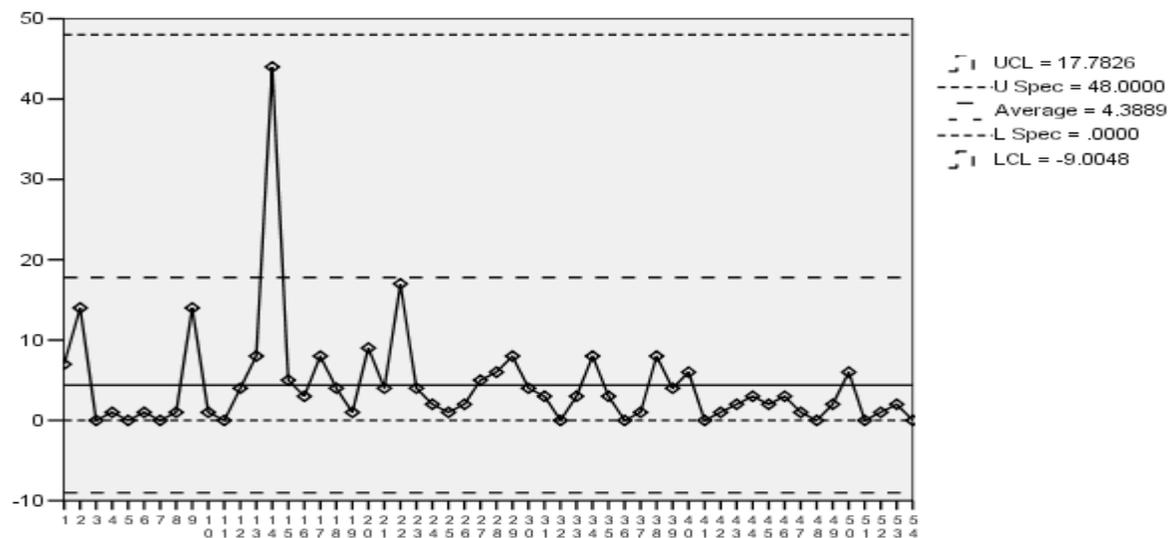


Figura 3.7: Control estadístico de la telefonía pública para teléfonos monederos.

Fuente: SPSS 13.0

Todas las muestras están dentro de los límites de especificaciones, lo que demuestra que el proceso está bajo control.

Teléfonos por tarjeta propia

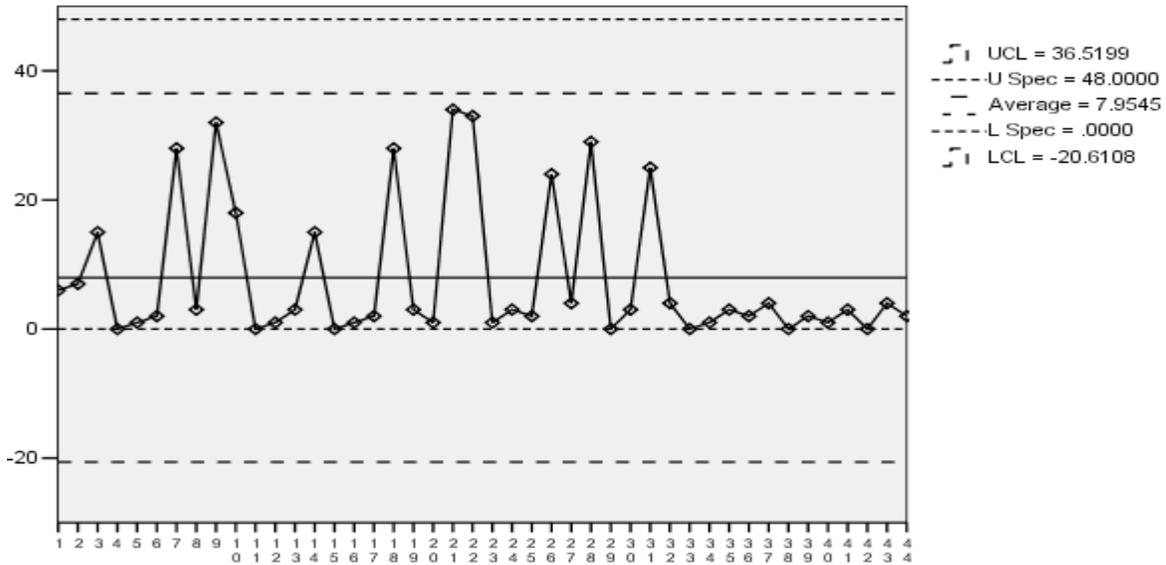


Figura 3.8: Control estadístico de la telefonía pública para teléfonos por tarjeta propia.

Fuente: SPSS 13.0

Todas las muestras están dentro de los límites de especificaciones, lo que demuestra que el proceso está bajo control.

Teléfonos monederos TP SC

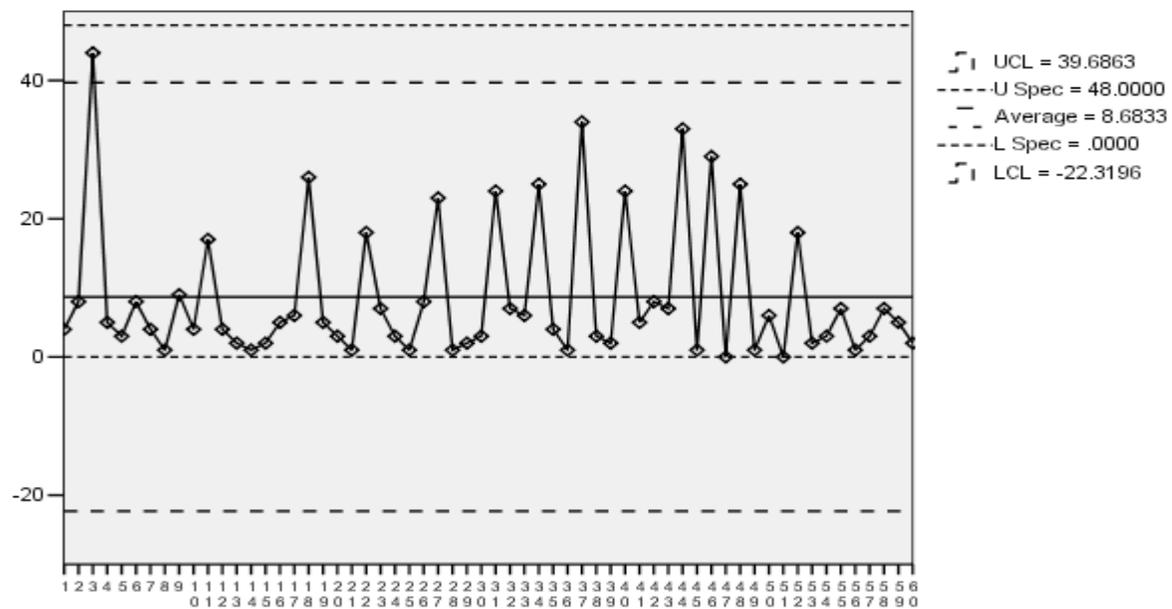


Figura 3.9: Control estadístico de la telefonía pública para teléfonos monederos TP SC.

Fuente: SPSS 13.0

Todas las muestras están dentro de los límites de especificaciones, lo que demuestra que el proceso está bajo control.

En la siguiente tabla se presenta un resumen del análisis de los gráficos de control.

Tabla 3.2 Resumen del análisis de los gráficos de control.

Variables	Estado
Teléfonos Residenciales SC.	No está bajo control porque se obtuvieron 3 muestra fuera de las especificaciones del limite superior (USL=48h).
Teléfonos de Negocios MLC	Se encuentra bajo control porque cumple con las especificaciones del proceso.
Teléfonos de Empresas estatales SC.	Se encuentra bajo control porque cumple con las especificaciones del proceso.
Teléfonos del Sector Residencial total.	No está bajo control porque se obtuvieron 16 muestra fuera de las especificaciones del limite superior (USL=48h).
Teléfonos monederos.	Se encuentra bajo control porque cumple con las especificaciones del proceso.
Teléfonos por tarjeta propia.	Se encuentra bajo control porque cumple con las especificaciones del proceso.
Teléfonos monederos TP SC.	Se encuentra bajo control porque cumple con las especificaciones del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Estimación de la desviación típica.

Paso 4: Calcular parámetros de la variable estudiada.

La ejecución de estos dos pasos se hizo mediante el software SPSS 13.0 obteniéndose los resultados siguientes:

Tabla 3.3 Valores de los parámetros de las variables estudiadas.

Telefonía básica por segmento				
	Muestra	Media	Desviación típica	Varianza
Teléfonos Residenciales SC.	314	8,4204	10,71747	114,86416
Teléfonos de Negocios MLC	52	8,2115	8,72080	76,05235
Teléfonos de Empresas estatales SC.	66	6,6364	7,62312	58,11195
Teléfonos del Sector Residencial total.	336	11,8720	15,36399	236,0521
Telefonía pública				
	Muestra	Media	Desviación típica	Varianza
Teléfonos monederos.	54	4,3889	6,68543	44,69497
Teléfonos por tarjeta propia.	44	7,9545	10,90328	118,88154
Teléfonos monederos TP SC.	60	8,6833	10,11207	102,25395

Fuente: SPSS 13.0.

Fase III: Analizar

Paso 1: Cálculo de los índices de capacidad del proceso.

Tabla 3.4 Resultados del cálculo de los índices de capacidad.

Telefonía básica por segmento		
Variable	Cp	Cpk
Teléfonos residenciales SC	$Cp = \frac{48h}{3 * 10,71747}$ $Cp = 1,49$	$Cpk = \min\left(\frac{48 - 8,4204}{3 * 10,71747}, \frac{8,4204 - 0}{3 * 10,71747}\right)$ $Cpk = 0,26$
Teléfonos de Negocios MLC SC	$Cp = \frac{48h}{3 * 8,72080}$ $Cp = 1,83$	$Cpk = \min\left(\frac{48 - 8,2115}{3 * 8,72080}, \frac{8,2115 - 0}{3 * 8,72080}\right)$ $Cpk = 0,31$
Teléfonos de Empresas estatales	$Cp = \frac{48h}{3 * 7,62312}$	$Cpk = \min\left(\frac{48 - 6,6364}{3 * 7,62312}, \frac{6,6364 - 0}{3 * 7,62312}\right)$

SC	$Cp = 2,09$	$Cpk = 0,29$
Teléfonos del Sector Residencial total	$Cp = \frac{48h}{3 * 15,36399}$ $Cp = 1,04$	$Cpk = \min(\frac{48 - 11,8720}{3 * 15,36399}, \frac{11,8720 - 0}{3 * 15,36399})$ $Cpk = 0,25$
Telefonía pública		
Variable	Cp	Cpk
Teléfonos monederos	$Cp = \frac{48h}{3 * 6,68543}$ $Cp = 2,39$	$Cpk = \min(\frac{48 - 4,3889}{3 * 6,68543}, \frac{4,3889 - 0}{3 * 6,68543})$ $Cpk = 0,21$
Teléfonos por tarjeta propia.	$Cp = \frac{48h}{3 * 10,90328}$ $Cp = 1,46$	$Cpk = \min(\frac{48 - 7,9545}{3 * 10,90328}, \frac{7,9545 - 0}{3 * 10,90328})$ $Cpk = 0,24$
Teléfonos monederos TPC.	$Cp = \frac{48h}{3 * 10,11207}$ $Cp = 1,58$	$Cpk = \min(\frac{48 - 8,6833}{3 * 10,11207}, \frac{8,6833 - 0}{3 * 10,11207})$ $Cpk = 0,28$

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: Cálculo de la capacidad del proceso global.

Telefonía básica por segmento:

Tabla 3.5 Resultados del cálculo de los índices de capacidad global.

Variable	Pp	Ppk
Teléfonos residenciales	$Pp = \frac{48h}{6 * 10,71747}$ $Pp = 0,74$	$Ppk = \min(\frac{48 - 8,4204}{3 * 10,71747}, \frac{8,4204 - 0}{3 * 10,71747})$ $Ppk = 0,26$
Teléfonos de Negocios MLC	$Pp = \frac{48h}{6 * 8,72080}$ $Pp = 0,91$	$Ppk = \min(\frac{48 - 8,2115}{3 * 8,72080}, \frac{8,2115 - 0}{3 * 8,72080})$ $Ppk = 0,31$
Teléfonos de empresas estatales	$Pp = \frac{48h}{6 * 7,62312}$ $Pp = 1,04$	$Ppk = \min(\frac{48 - 6,6364}{3 * 7,62312}, \frac{6,6364 - 0}{3 * 7,62312})$ $Ppk = 0,29$

Teléfonos del Sector Residencial total	$Pp = \frac{48h}{6 * 15,36399}$ $Pp = 0,52$	$Ppk = \min\left(\frac{48 - 11,8720}{3 * 15,36399}, \frac{11,8720 - 0}{3 * 15,36399}\right)$ $Ppk = 0,25$
---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Telefonía pública:

Tabla 3.6 Resultado del cálculo de loa índices de capacidad.

Variable	Pp	Ppk
Teléfonos monederos	$Pp = \frac{48h}{6 * 6,68543}$ $Pp = 1,19$	$Ppk = \min\left(\frac{48 - 4,3889}{3 * 6,68543}, \frac{4,3889 - 0}{3 * 6,68543}\right)$ $Ppk = 0,21$
Teléfonos por tarjeta propia	$Pp = \frac{48h}{6 * 10,90328}$ $Pp = 0,73$	$Ppk = \min\left(\frac{48 - 7,9545}{3 * 10,90328}, \frac{7,9545 - 0}{3 * 10,90328}\right)$ $Ppk = 0,24$

Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Estimación de la capacidad potencial del proceso.

Telefonía básica por segmento.

Tabla 3.7 Estimación de la capacidad potencial del proceso.

Variables	Cp≥1,33;Cpk≥1,33	Cp≥1,33;Cpk<1,33	Cp<1,33
Teléfonos residenciales		<p>X (Es capaz pero descentrado)</p>	
Teléfonos de Negocios MLC.		<p>X (Es capaz pero descentrado)</p>	
Teléfonos de empresas estatales		<p>X (Es capaz pero descentrado)</p>	
Teléfonos del Sector Residencial total			<p>X (El proceso no es capaz)</p>

Fuente: Elaboración propia.

Telefonía pública:

Tabla 3.8 Estimación de la capacidad potencial del proceso.

Variables	Cp \geq 1,33;Cpk \geq 1,33	Cp \geq 1,33;Cpk $<$ 1,33	Cp $<$ 1,33
Teléfonos monederos		X (Es capaz pero descentrado)	
Teléfonos por tarjeta propia		X (Es capaz pero descentrado)	
Teléfonos monederos TPC		X (Es capaz pero descentrado)b	

Fuente: Elaboración propia.

Paso 4: Cálculo de los índices “sigma”.

Paso 5: Calcular el nivel sigma.

Paso 6: Definir el nivel sigma del proceso.

Para calcular los valores sigma del proceso se escogen las variables: reparaciones de teléfonos Residenciales santa Clara y el Sector Residencial total. Con las muestra de 314 (Residencial) y 336 (Sector residencial total) se arrojaron un valor de 9554 y 47619 de defectos por millón de oportunidades respectivamente. Los resultados se ofrecen en la siguiente tabla.

Tabla 3.9 Valores para el cálculo de Seis Sigma.

Índices	Residencial SC	Sector residencial total.
Unidades procesadas	314	336
Número de Defectos	3	16
Defectos por oportunidades. (DPO)	0,009554	0,047619
Defectos por millón de oportunidades.(DPOM)	9554	47619

Rendimiento del proceso.	0,9904	0,9524
Sigma del proceso.	3,843417	3,168392

Fuente: STATISTICA 6.0

Se calculó a través del STATISTICAS 6.0 las sigmas de los procesos y sus rendimientos, los cuales se muestran en las figuras siguientes:

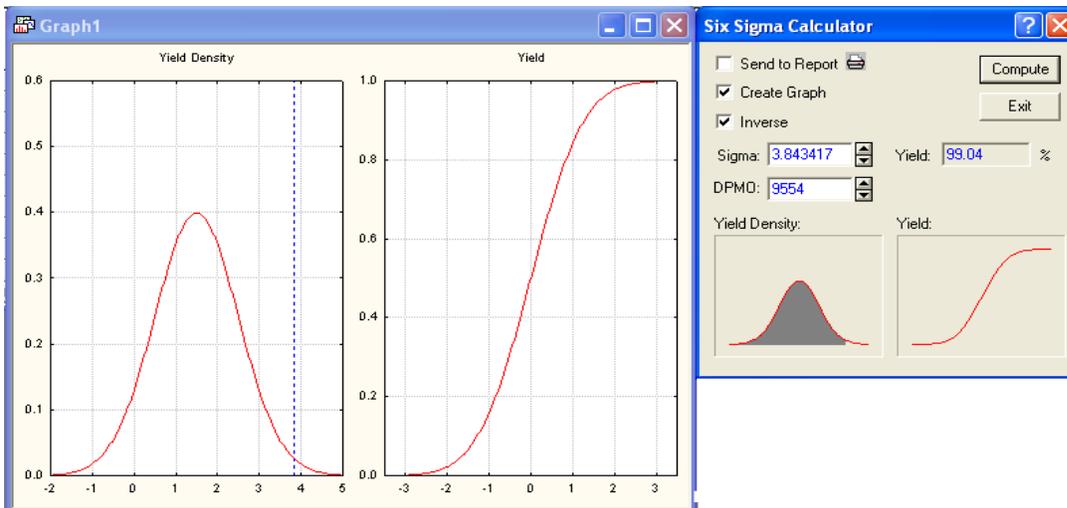


Figura 3.5: Sigma de Residencial Santa Clara.

Fuente: STATISTICA 6.0

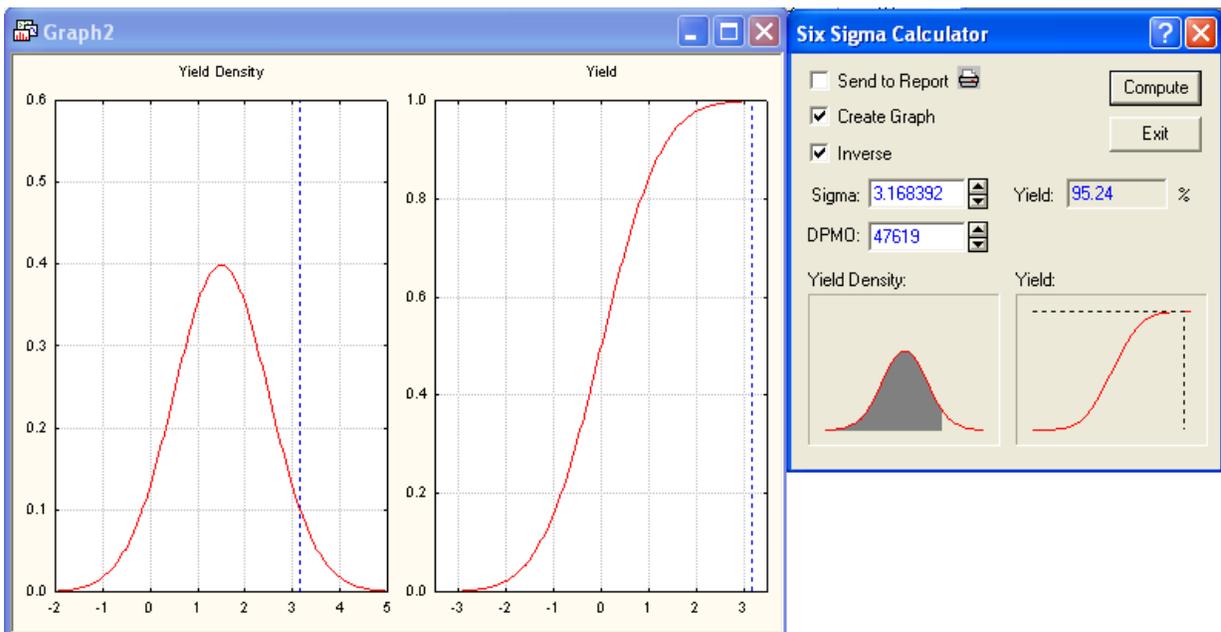


Figura 3.6: Sigma del Sector residencial total.

Fuente: STATISTICA 6.0

Teniendo en cuenta estos resultados se puede concluir lo siguiente:

- La reparación de averías de teléfonos para el municipio de Santa Clara opera a una mayor capacidad que la reparación para todo la provincia dado que tienen un nivel mayor de sigma.
- El proceso de reparación de averías para el municipio Santa Clara funciona con un mayor rendimiento que la reparación para toda la provincia de Villa Clara.
- A pesar de que los valores sigmas de los procesos estudiados no pueden considerarse totalmente deficientes (están dentro del intervalo 3,00 y 3,9 Sigma) se puede concluir que no funcionan con su capacidad potencial y poseen aún muchas reservas de mejoramiento.
- Ambos valores de sigma se encuentran en el área bajo la curva por lo que su rendimiento es aceptable. A pesar de esto es necesario continuar mejorando debido a que se trata de procesos muy sensibles para el servicio al cliente y la demora promedio significa mucho en pérdida de eficacia y eficiencia.

Los procesos estudiados presentan las siguientes brechas para la mejora teniendo en cuenta el valor máximo sigma:

Tabla 3.10: Comparación entre los niveles Sigma de las Reparaciones Residenciales SC y los niveles óptimos.

Residencial SC.			
	Sigma	DPMO	Rendimiento
Valor deseado	6	3,4	99,99%
Valor real	3,84	9554	99,04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.11: Comparación entre los niveles Sigma de las Reparaciones Residenciales SC y los niveles óptimos.

Sector Residencial total.			
	Sigma	DPMO	Rendimiento
Valor deseado	6	3,4	99,99%
Valor real	3,16	47619	95,24%

Fuente: Elaboración propia

Las reservas de mejoramiento se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3.12: Reservas de mejora de las variables estudiadas.

	sigma	Rendimiento
Residencial Santa Clara	2,16	0,95%
Sector Residencial total	2,84	4,75%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior muestra que a pesar de que el proceso opera con un nivel sigma aceptable puede seguir mejorando.

Fase IV: Mejorar.

Para mejorar el nivel sigma del proceso estudiado y mejorar así la capacidad con que opera el mismo se proponen las siguientes acciones:

- Implementación de un nuevo sistema para la organización del trabajo de los parejas de reparadores que considere:
 - 1) *La creación de grupos de reparadores que atienden a diferentes segmentos específicos(Reforzando al Sector Residencial)*
 - 2) *La zonificación de la ciudad de santa Clara para la atención de los reparadores.*
- Implementación de un programa intensivo de capacitación a los reparadores pertenecientes a la red de abonados.
- Incorporar al proyecto “ETECSA en familia” a la reparación de averías en cables interiores (Hasta el momento solo se dedican a la reparación del equipo Terminal).
- Implementar un programa de mantenimiento preventivo a la red de abonados del sector residencial en toda la provincia en el segundo semestre del presente año.

-
- Realizar un diagnóstico general del estado e la red de Abonados en Villa Clara para conocer posibles brechas tecnológicas y comenzar la gestión de recursos para que se incluyan las mejoras en el plan de inversiones del año 2009.

- 1) La metodología de mejora basada en Seis Sigma es una herramienta muy útil para orientar los esfuerzos de mejora no solo en las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados sino en otros procesos de la DTVC.
- 2) Las variables con las cuales se ha implementado la metodología de mejora Seis Sigma son variables críticas para la ejecución de las reparaciones a la Red de Abonados.
- 3) Con la utilización de los gráficos de control se pudo observar que hay dos procesos que no cumplen con los límites de especificación, lo que demuestra que están fuera de control. Los restantes si están en control porque cumplen con las especificaciones establecidas.
- 4) El cálculo de la capacidad arrojó como resultados que los procesos todos son capaces pero descentrados, menos el proceso de reparación del sector Residencial Total que posee un valor menor que 1,33 lo que demuestra que no es capaz de cumplir con la tolerancia especificada.
- 5) Los cálculos de los niveles sigmas de los procesos de reparaciones del sector Residencial Santa Clara y del sector Residencial Total ofrecieron un resultado de 3,84 y 3,16 respectivamente por lo que demuestra que es necesario establecer un plan de mejoras que reduzca los defectos en dichos procesos para lograr un mejor nivel sigma en los mismos y así mejorar el servicio al cliente.

-
- 1) La metodología de mejora basada en el método Seis Sigma propuesta en el epígrafe 2.4 debe ser revisada y mejorada teniendo en cuenta futuras aplicaciones.
 - 2) En el futuro la utilización de la metodología de mejora debe ser orientada teniendo en cuenta la utilización de otras variables relacionadas con otros procesos importantes de la DTVC.
 - 3) Las mejoras propuestas en las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados deben ser incluidas en los planes de trabajo del Departamento de Operaciones de la Red.

Bibliografía

1. Amohosarían, M (1993). “La Gestión por proceso”. Editorial Mondragón Corporativa, consultada en marzo del 2009.
2. Amohosarian, M (2002) “conceptos básicos”, consultado en febrero del 2009.
3. Aragón Gonzáles, Neida. (2005). “Gestión de la Calidad. Los gurúes
4. Berry, L (1993) Calidad Total en gestión de servicios. Madrid. Ediciones Díaz de Santo S. A.
5. Calidad del servicio: concepto y caracterización. Consultado en <http://www.evama.net>.
6. Calidad. Introducción. Conceptos de calidad. Consultado en marzo del 2009, en <http://www.mgar.net/soc/isointro.htm>.
7. (Circular 232 Exopol: www.exopol.com). Consultado el 12 de Marzo de 2009.
8. Conceptos generales de calidad total. Consultado en <http://monografias.com>.
9. Control de calidad. <http://www.monografias.com>. Consultado en marzo 2009,
10. Estrategia del servicio al cliente. <http://www.monografias.com>. Consultado en marzo de 2009.
11. Fabio Alban, Héctor (2005). “Gestión de calidad del servicio”. Consultado en marzo de 2009 en <http://.telesat.com.co>.
12. Fernández Hatre, A (2000). La calidad en las empresas de servicio. Centro para la calidad en Austria. IFR.DL.:AS-1.909/2000.
13. Ibarra Severino, C (2007) Cátedra: NTIC en el Sector Público, consultado marzo 2009.
14. Ishikawa, K. (1988). ¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa. Edición Revolucionaria. La Habana: p 209.
15. ISO 9000:2000 (2000). Sistema de Gestión de la Calidad. Principios Fundamentales y Vocabulario. Secretaria General ISO, Traducción certificada. Ginebra, Suiza.

16. ISO 9001:2000 (2000). Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos de Calidad. Secretaria General ISO, Traducción certificada. Ginebra, Suiza.
17. ISO 9004:2000 (2000). Sistemas de Gestión de la Calidad. Directrices para la mejora del desempeño. Secretaria General ISO, Traducción certificada. Ginebra, Suiza.
18. JURAN, J. M. 1983. Manual de control de la calidad. 3ra ed. Editorial Reverte. Barcelona.
19. Las comunicaciones de Nueva Generación Red de Acceso (2009). Red de Acceso (2009).
20. [Mikel Harry y Richard Schroeder: www.resumido.com] Consultado en Marzo de 2009.
21. Manual de Gestión de la calidad total a la medida. Consultado en <http://www.gestiopolis.com>.
22. Morales Sánchez, Verónica; Hernández Mendo, Antonio (2004). “Calidad y satisfacción en los servicios: Conceptualización”. [HThttp://www.efdeprotes.com](http://www.efdeprotes.com)TH. Consultado en febrero 2009.
23. Norma ISO 9000 (2000). “Sistema de Gestión de la Calidad. Principios Fundamentales y Vocabulario”. Secretaria Central ISO Ginebra, Suiza. ICSO.040.03, 03.120.10.
24. Norma ISO 9000 (2000). “Sistemas de Gestión de la calidad. Requisitos”. Secretaria Central ISO en Ginebra, Suiza. ICSO1.040.03, 03.120.10, p 34.
25. Pérez Fernández de Velasco, José A. (1994). “Gestión de la Calidad Empresarial. Calidad en los servicios y atención al cliente. Calidad Total”. Madrid: ESIC.
26. Sistema de Gestión integral. “Gestión de Calidad”. Consultado en marzo 2009, en http://www.tecnociencia.es/especiales/sistemas_gestion/calidad/3.htm-19k.

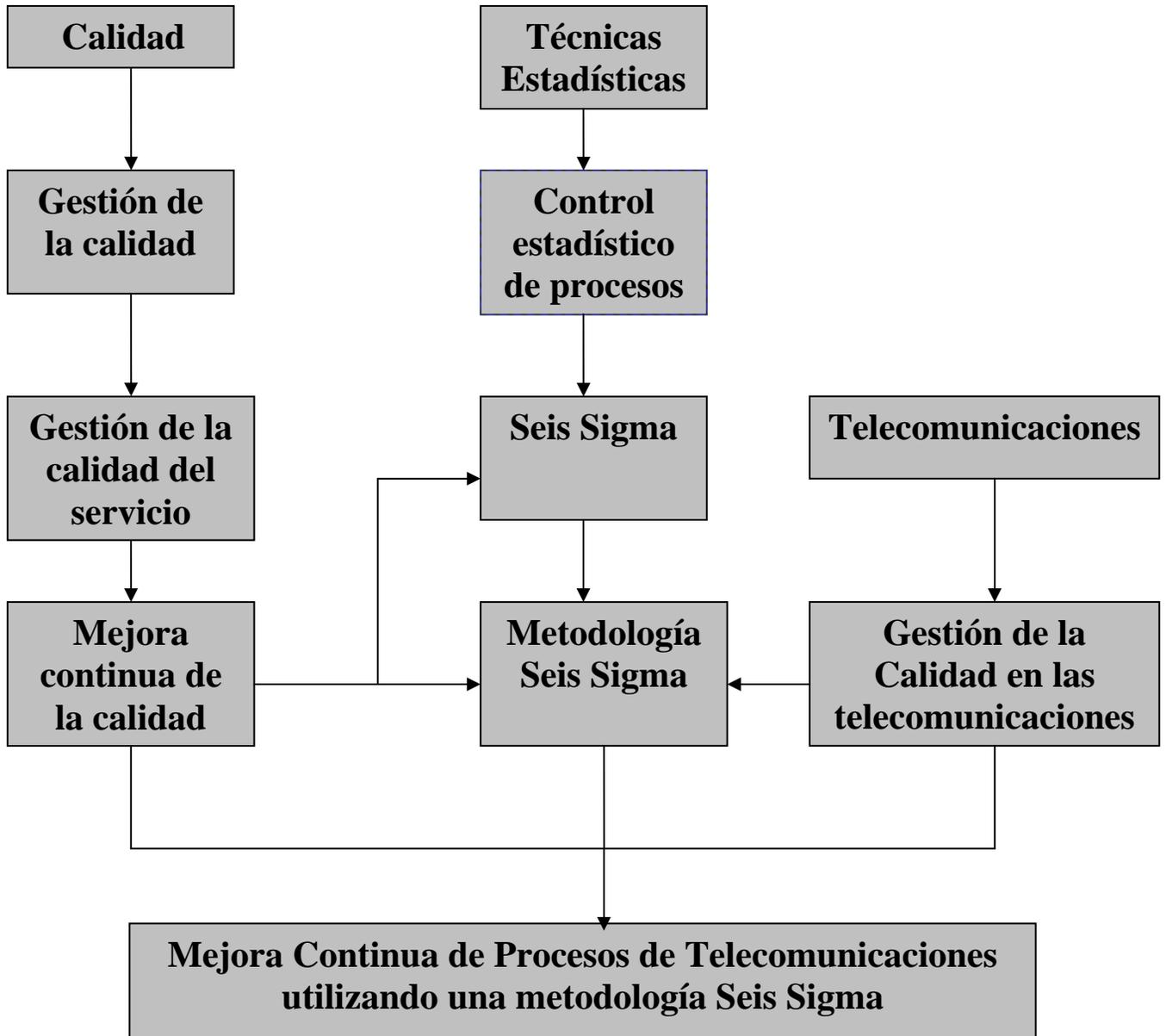
27. Soledad Lahitte M, Método Seis Sigma, consultado en febrero del 2009.
28. Taller Estadística INLC 2006. Joaquín Méndez MBB Lean Sigma. Juan Mireles Linares.
29. Tejedor, F Carmona, M. (2005), Guía para una Gestión basada en los Procesos. Instituto Andaluz de Tecnología de España.
30. Vásquez R. G (2000) “Las Normas ISO 9001”, Consultado febrero del 2009, disponible en <http://www.64.4.18.250/CGI.com>.
31. Zarategui J. R, “La Gestión por procesos, su papel e importancia la Empresa”, consultado en Febrero del 2009.

Otros sitios Webs:

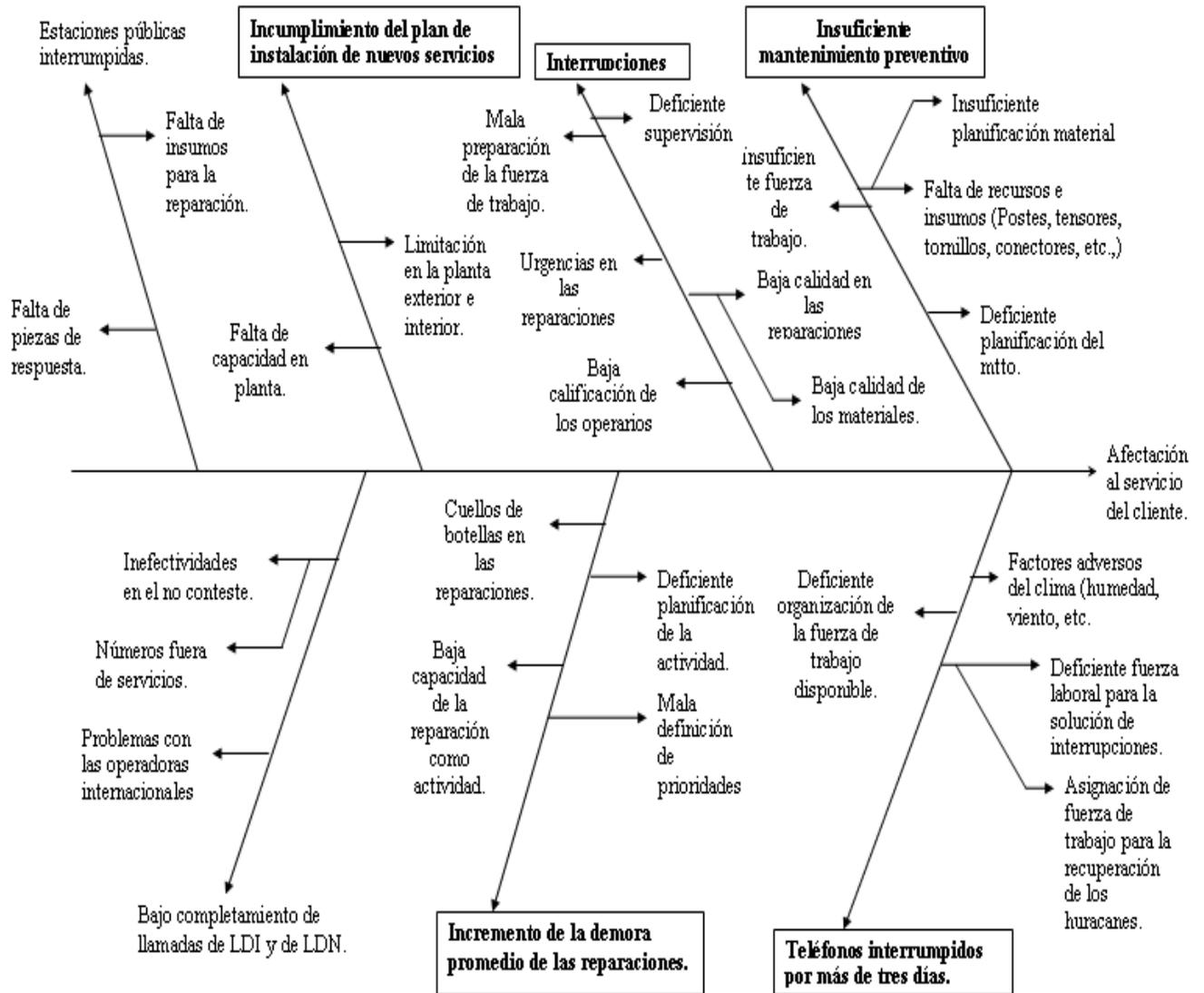
32. <http://www.reddeacceso.es> (2007), Las telecomunicaciones de nueva Generación, consultado en marzo 2009.
33. <http://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaciones>. Consultado el 16 de febrero del 2009.
34. <http://www.tech-faq.com>. Consultado en Febrero del 2009.
35. <http://www.wikipedia.com>. Consultado en Febrero del 2009
36. http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gesti%C3%B3n_de_la_calidad. Consultado el 19 de Febrero del 2009.
37. http://es.wikipedia.org/wiki/Mejora_continua. Consultado el 24 de Febrero del 2009.
38. <http://www.adrformacion.com/cursos/efqm/leccion1/tutorial3.html>. Consultado el 26 de Febrero del 2009.
39. <http://www.ruv.itesm.mx/cgi-bin/pgit/TWiki/bin/view/Si283/CicloDeming5>. Consultado el 3 de Marzo del 2009.
40. <http://www.aiteco.com/hhvv.htm>. Consultado el 4 de marzo del 2009.
41. <http://es.wikipedia.org/wiki/Deming>. Consultado el 10 de Marzo del 2009.
42. <http://www.seh-lilha.org/calidad.htm> Consultado el 12 de Marzo del 2009.
43. <http://www.mityc.es/telecomunicaciones/es>. Consultado el 14 de Marzo del 2009.

-
44. [ES/Servicios/CalidadServicio/Paginas/Calidad.aspx](#). Consultado el 9 de Marzo del 2009.
 45. <http://www.mityc.es/telecomunicaciones/esES/Servicios/CalidadServicio/Paginas/Calidad.aspx>. Consultado en Marzo del 2009.
 46. <http://www.fundibeq.org>. Consultado el 10 de Marzo del 2009.

Anexo I: Hilo conductor.



Anexo II: Diagrama Causa-Efecto del Diagnóstico de las actividades de Asistencia Técnica a la Red de Abonados



Anexo III: Variables a utilizar en la aplicación de la metodología Seis Sigma

Telefonía básica por segmento		
Variable	Unidad de medida	Significación
Demora promedio de reparaciones de teléfonos Residenciales.	horas/reparaciones	Tiempo que demora desde el reporte de la interrupción hasta que se le da solución.
Demora promedio de reparaciones de teléfonos de Negocio MLC.	horas/reparaciones	
Demora promedio de reparaciones de teléfonos de Empresas Estatales.	horas/reparaciones	
Demora promedio de reparaciones de teléfonos del Sector total residencial.	horas/reparaciones	
Telefonía pública		
Variable	Unidad de medida	Significación
Demora promedio de reparaciones totales de teléfonos monederos.	horas/reparaciones	Tiempo que demora desde
Demora promedio de reparaciones de		

teléfonos totales por tarjeta propia.	horas/reparaciones	el reporte de la interrupción hasta que se le da solución.
Demora promedio de reparaciones de teléfonos monederos TP. SC.	horas/reparaciones	

Anexo IV: Muestras para el análisis de las variables a utilizar

Telefonía básica por segmento	
Variables	Tamaño de muestras calculadas
Teléfonos residenciales	314
Teléfonos de Negocios MLC SC.	52
Teléfonos de Empresas estatales SC.	66
Teléfonos del Sector Residencial total.	336
Telefonía pública	
Variables	Tamaño de muestras calculadas
Teléfonos monederos.	54
Teléfonos por tarjeta propia.	44
Teléfonos monederos TP SC.	60