

Universidad de las Ciencias Informáticas



**Modelo para la organización de la mejora
continua en la ingeniería de software en Softel.**

**Tesis para optar por el Título Académico de Master en
Gestión de Proyectos Informáticos**

Autora: Ing. Rosalía L. Cué Delgado

Tutora: Dra. Ailyn Febles Estrada

Asesora: MsC. Darlem Martínez Caballero

Ciudad de la Habana

Diciembre/2009

"Si no existe organización, las ideas, después del primer impulso van perdiendo eficacia, van cayendo en la rutina, van cayendo en el conformismo y acaban por ser simplemente un recuerdo"

Ernesto Che Guevara

Dedicatoria.

*A mi madre, por sus días y noches de entrega y apoyo total,
demostrando su amor incondicional.*

*A mi padre, por haberme enseñado que la superación constante es el camino
más agradable y excitante de ser cada día un ser humano mejor.*

A mi esposo e hijos que saben cuanto los amo.

Agradecimientos

A mi familia, por servirme de apoyo en los momentos más difíciles.

A mi tutora, por sus orientaciones y la ayuda brindada.

A mi compañera de trabajo, Darlem Martínez Caballero, quien no sólo me brinda sus conocimientos y asesoría técnica durante la ejecución de este proyecto sino que formó parte activa del mismo.

A mis profesores, por todo lo que me han enseñado.

A mis amigos, por estar siempre a mi lado cuando los he necesitado.

Resumen

En la actualidad, la calidad del software es un tema de gran importancia. Esta puede ser vista desde dos perspectivas: la calidad del producto y la calidad de los procesos, implementándose esta última mediante la mejora de procesos.

La mejora de proceso en la ingeniería de software, es sin duda, una misión difícil de llevar a cabo. La misma posee características que no pueden ser planificadas o controladas de forma similar a otras ingenierías. Es por otra parte, una actividad de diseño intelectual y sociológico; llevada a cabo en un ambiente de aprendizaje.

En el presente trabajo se propone un modelo para organizar la mejora continua en la empresa Softel. Su diseño tuvo en cuenta la familia de normas internacionales ISO 9000 y el modelo CMMI, así como los métodos IDEAL y Seis Sigma.

El modelo está conformado por un mapa conceptual, en el cual se describen los elementos de un programa de mejora; diseñándose específicamente el mapa de uno de sus elementos: la gestión de la mejora de proceso. Por otra parte, el modelo elaborado contiene la descripción del proceso de mejora a partir de las actividades del método IDEAL y Seis Sigma, y la definición de los roles, responsabilidades, autoridades y estructuras funcionales necesarias para la mejora de procesos en la empresa Softel.

Por último, se describe un caso de estudio que constituye una guía práctica de cómo se ejecutó un proyecto de mejora siguiendo el modelo diseñado.

Palabras claves: Calidad del software, Mejora de proceso, ISO, CMMI, IDEAL, Seis Sigma.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I – FUNDAMENTOS TEÓRICOS – METODOLÓGICO PARA LA ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROGRAMA DE MEJORA	14
1.1. ANTECEDENTES DE LA CALIDAD Y LA MEJORA DE PROCESOS.	14
1.2. CALIDAD DEL SOFTWARE Y MEJORA DE PROCESO	17
1.3. ESTADO DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE Y MEJORA DE PROCESO EN CUBA.	19
1.4. ELEMENTOS QUE FORMAN PARTE DE LA MEJORA DE PROCESO.....	21
1.4.1. <i>Estándares y modelos de calidad de procesos y sus métodos de evaluación.</i>	21
1.4.2. <i>Métricas.</i>	25
1.4.3. <i>Gestión del conocimiento.</i>	28
1.4.4. <i>La gestión de la mejora de procesos.</i>	30
1.5. EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS PARA LA GESTIÓN DE LA MEJORA.....	38
1.6. FACTORES QUE PROPICIAN EL ÉXITO O FRACASO DE UN PROGRAMA DE MEJORA.	41
1.7. CONCLUSIONES PARCIALES.	43
CAPÍTULO II – DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL Y DISEÑO DEL MODELO PARA LA MEJORA DE PROCESOS EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN LA EMPRESA SOFTEL	45
2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.	45
2.2. DIAGNÓSTICO DE LA MEJORA DE PROCESO EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN LA EMPRESA SOFTEL.	46
2.3. BASES TEÓRICAS DEL MODELO PARA ORGANIZAR LA MEJORA CONTINUA EN LA EMPRESA SOFTEL	54
2.3.1. <i>Base teórico – metodológica del mapa conceptual.</i>	57
2.4. DISEÑO DEL MODELO PARA LA GESTIÓN DE LA MEJORA DE PROCESO	58
2.4.1. <i>Diseño del mapa conceptual.</i>	59
2.4.2. <i>Diseño del proceso.</i>	62
2.4.3. <i>Roles, responsabilidades, habilidades y competencia.</i>	66
2.5. CONCLUSIONES PARCIALES.	69
CAPÍTULO III EJECUCIÓN DE UN PROYECTO PILOTO DE MEJORA UTILIZANDO EL MODELO	71
3.1 EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE MEJORA APLICANDO EL MODELO.	71
3.2 SELECCIÓN DEL PROYECTO PILOTO DE MEJORA DE PROCESO.	72
3.3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PROBLEMAS. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA... 74	
3.3.1. <i>Forma actual de trabajo y problemas identificados en el proceso gestión de solicitudes de cambio.</i>	74
3.3.2. <i>Diseño de la solución y definición de la estrategia.</i>	78
3.4. DISEÑO DEL MODELO “FUTURO”	79
3.5. OBJETIVOS E INDICADORES DEL CICLO DE MEJORA.	81
3.6. EVALUACIÓN DEL CICLO. LOGROS ALCANZADOS.	85
3.7. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.	91
3.8. LECCIONES APRENDIDAS EN LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO PILOTO DE MEJORA DE PROCESO.	92
3.9. CONCLUSIONES PARCIALES.	93
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXOS	99

Introducción.

En los últimos años, el software se ha convertido en un producto necesario lo que ha determinado que el número de organizaciones que lo producen haya aumentado considerablemente. Por consiguiente, la exigencia por su calidad se ha incrementado notablemente [1].

En la actualidad, a pesar de la necesidad de producir software con calidad, existen numerosos ejemplos de proyectos con retrasos en sus calendarios, excedidos en sus presupuestos, con demoras en las entregas, que por demás no satisfacen las necesidades y expectativas de los clientes; y que, en algunos casos, poseen errores en la funcionalidad implementada. Todos estos problemas se conocen como la crisis del software.

Con el objetivo de eliminar las causas que provocan esta crisis, los profesionales del software necesitan mejorar tanto la calidad de sus productos como la habilidad de trabajar dentro de las restricciones establecidas para el calendario y el presupuesto del proyecto.

En ese sentido, los investigadores y el propio sector de la industria del software, se han dado a la tarea de investigar que métodos pudieran eliminar estas deficiencias para lograr un aumento de la productividad y alcanzar la calidad requerida. Para ello uno de los caminos es la mejora de proceso.

La teoría fundamental de la mejora de proceso tiene como principio esencial que mejorar el proceso conduce a mejorar el producto final. La idea básica es la de evaluar las prácticas actuales de la organización y mejorar sus procesos la base de las competencias y experiencias de los trabajadores de la organización [2].

La mejora de proceso y la mejora continua surgen en la etapa de la Gestión de la Calidad Total, y para poder realizarla se requiere utilizar uno de los tantos métodos de gestión existentes, los cuales tienen como base el ciclo de Deming. De forma general se puede decir que los diversos métodos poseen los siguientes pasos [3]:

1. Comprender el estado actual de los procesos que se ejecutan.
2. Desarrollar una visión completa del estado deseado.
3. Establecer una lista de acciones de mejora en orden de prioridad.
4. Elaborar un plan que planifique la ejecución de las acciones.
5. Asignar los recursos necesarios para que se ejecuten las acciones.

La Gestión de la Calidad Total se logra con la implantación de un Sistema de Gestión empresarial, cuyos objetivos fundamentales consisten en asegurar la conformidad de la producción o los servicios, lograr la mejora continua de la calidad de la propia organización y conseguir el incremento continuo de la satisfacción del cliente.

Para lograr lo anterior, la Organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés), estableció la familia de normas ISO con las cuales establece y regula los requisitos para un sistema de gestión de la calidad [4]. La adopción de esta norma por una organización es voluntaria, pero su implantación brinda grandes beneficios, entre los que se encuentra, la mejora continua de los procesos.

Según un reporte del Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon [5], los principales beneficios reportados por las organizaciones que gestionan la mejora continua de sus procesos son, además de entregas más rápidas a los clientes y mejoras en el desempeño general, las siguientes:

- Mejor documentación.
- Entregas del software más cercanas a las fechas fijadas.
- Mayor calidad del software.
- Mayor satisfacción de los clientes.
- Mejora en la moral de los trabajadores.
- Mejor comunicación entre los miembros del equipo.
- Menos tiempo de trabajo extra para finalizar el proyecto.
- Mejor educados los trabajadores.
- Aumento tanto del orgullo de los trabajadores en su trabajo como de la responsabilidad y compromiso con el mismo.

Al cierre del año 2007, según un informe de la ISO, se encontraban certificadas en el mundo con la norma ISO 9001:2000, un total de 951 486 organizaciones en 175 países, lo que representó un crecimiento en un 6% en relación con el estudio realizado en el 2006. El 32% de los certificados corresponden al área de servicios [6]. Este estudio evidencia la importancia que le confieren las organizaciones a la gestión de la calidad total.

A pesar del continuo crecimiento internacional de las organizaciones que implantan la ISO, en nuestro país no existe aún una suficiente interiorización de su necesidad y ventaja. Esto se debe en lo fundamental a condiciones objetivas relacionada con los costos de implantarla, y a condiciones

subjetivas relacionadas con la falta de cultura en estos temas. A pesar de esta situación, actualmente 502 organizaciones económicas tienen certificados sus Sistemas de Gestión de la Calidad por la norma NC ISO 9001:2001 o NC ISO 9001:2008, de ellas solamente cuatro empresas poseen dentro del alcance de su sistema el diseño, desarrollo y comercialización de productos de software, ellas son [7]:

1. TRANSOFT del Ministerio del Transporte (MITRANS).
2. CITMATEL del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).
3. TELEMAR del Ministerio de la Industria Pesquera (MIP).
4. TECNOMÁTICA del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS). Está certificada con la norma NC ISO 9001:2008.

En el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, a pesar de que no existe ninguna empresa desarrolladora de productos y/o servicios certificadas con la norma ISO, se acometen enormes esfuerzos para hacer del software una industria productiva, capaz de desarrollar productos altamente competitivos y con calidad, que sean implantados en el país como parte de la informatización de la sociedad y que puedan competir en el mercado internacional.

Con el objetivo de alcanzar esta meta, desde hace algunos años el Centro de Referencia de Ingeniería de Software (CRIS) del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) ha venido realizando un conjunto de investigaciones para lograr el desarrollo de productos con la calidad requerida. La dirección fundamental de estas investigaciones ha estado dirigida a la definición de determinados procesos según las condiciones y cultura de industria nacional. Los resultados obtenidos se aplican en el desarrollo de productos de software.

Si bien estas investigaciones han estado relacionadas con la mejora de diferentes procesos, como son los casos de la gestión de la configuración del software [8] y la gestión de las revisiones [9], entre otras, en estas no se aborda cómo desplegarlas en el proceso productivo con el objetivo de mejorarlo.

Desde mediados del año 2008 en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se inició un programa de mejora mediante la implantación del modelo CMMI v 1.2. Este modelo es propiedad de la Universidad Carnegie Mellon en los Estados Unidos y se aplica a través de una consultoría con el Instituto Tecnológico de Monterrey, México, el cual posee relaciones comerciales con dicho instituto. Este proyecto se ejecuta por primera vez en una organización de producción de software en el país y

tiene como propósito mejorar el proceso de desarrollo y, por consiguiente, obtener productos con calidad.

En la empresa Softel, del Ministerio de Informática y Comunicaciones existían un conjunto de problemas en su gestión tales como:

1. Entregas tardías.
2. Cambios a última hora.
3. Poca o ninguna gestión de los riesgos.
4. Excesivo trabajo debido a defectos.
5. Control inadecuado de los proyectos.
6. Poca o ninguna actividad de aseguramiento de la calidad.

Además, con la creación de la Universidad de las Ciencias Informáticas y la introducción de estudiantes en el proceso de desarrollo del software, la empresa se planteó un reordenamiento en las prácticas que realizaba para desarrollar sus productos, lo que devino en la modificación de su proceso productivo.

Consecuentemente, la empresa decidió iniciar una investigación alrededor de los estándares de calidad, las estrategias de desarrollo, metodologías, métodos, técnicas y herramientas que debían emplearse en el proceso de desarrollo con el objetivo de eliminar las causas de los problemas anteriormente mencionados y que cumpliera con las nuevas condiciones de trabajo. Esta necesidad de cambio nos condujo a otra necesidad más: ejecutar un proyecto de mejora.

Numerosos han sido los esfuerzos destinados en Softel a mejorar determinados procesos, pero no siempre se ha avanzado lo suficientemente rápido ni en la forma en que se desea. En ese sentido, nos encontramos con las siguientes dificultades:

1. No se miden ni evalúan la ejecución de los procesos actuales, por lo que se desconoce donde pudieran existir los problemas.
2. No se ven los cambios en los procesos como proyectos por lo que no se gestionan.
3. No se comunican y generalizan las buenas prácticas de los proyectos exitosos así como tampoco se comparte las razones de los fracasos.
4. No existe un método de trabajo para gestionar los cambios, es decir, la mejora de procesos.
5. No existen estructuras funcionales para ejecutar las actividades de la gestión por proceso.

6. No está definida la política de calidad y el sistema de gestión que la organización requiere para satisfacer las necesidades de sus clientes.

La necesidad de hacer más eficaz las iniciativas de mejora de proceso en la empresa Softel para minimizar las deficiencias señaladas, y la urgencia de garantizar disciplina en la ejecución de los procesos asociados a la mejora de proceso, nos lleva a definir el siguiente **problema de investigación**:

La ausencia de un modelo adaptado a la empresa Softel para organizar un programa de mejora ha provocado que este fracase, no llegándose a alcanzar los objetivos deseados.

Para enfrentar este problema, se definió como **objeto de la investigación**:

La organización del programa de mejora en la empresa Softel, siendo el **Campo de acción** el proceso de mejora como proceso específico con una alta incidencia en los problemas detectados.

Para responder al problema de investigación se definió el **Objetivo**:

Diseñar un modelo que sirva como marco de referencia para organizar el programa de mejora en la empresa Softel, aportando todas las herramientas y técnicas necesarias para ejecutar las actividades y consolidar lo logrado, de forma tal que se garantice el éxito del mismo.

Se formuló la siguiente **Hipótesis de investigación**:

Si se define un modelo para la mejora de proceso adaptado a la empresa Softel, se logrará una organización que permitirá alcanzar con éxito los objetivos del programa de mejora definido.

Para lograr el objetivo y demostrar la hipótesis se proponen realizar las siguientes **Tareas**:

1. Elaborar el marco teórico de la investigación para la organización de un programa de mejora.
2. Estudio y diagnóstico del estado actual del proceso de mejora en Softel.
3. Elaborar el mapa conceptual de la gestión de la mejora de procesos en la ingeniería de software.
4. Definir el proceso de mejora de proceso que se ejecutará en los proyectos de mejora en la empresa Softel.
5. Realizar una propuesta de modelo que ayude a la organización del proyecto de mejora.
6. Aplicar el modelo en un proyecto piloto.

Los métodos teóricos utilizados para este estudio fueron: histórico – lógico para realizar un estudio del estado del arte, para fundamentar la investigación y dejar definida la posición del investigador; lógico, hipotético – deductivo, sistémico y dialéctico porque a partir de la investigación realizada y las experiencias obtenidas en la empresa Softel, siguiendo las reglas lógicas de deducción, se llegaron a obtener nuevos conocimientos sobre el tema y se logró definir el modelo que ayudó a ejecutar un proyecto de mejora en la empresa, el cual, una vez ejecutado fue evaluado para conocer el cumplimiento de los indicadores establecidos pudiéndose corroborar el cumplimiento de la hipótesis descrita para este proyecto de investigación.

Se estudió la mejora de proceso en el software como un todo, lográndose identificar los elementos que la componen y como se relacionan. Se identificaron todos los problemas que existen actualmente en la empresa con el objetivo de asegurar obtener un modelo que satisfaga sus necesidades en cuanto a la mejora de sus procesos.

Entre los métodos empíricos y particulares utilizados se encuentran la encuesta, como forma de medir el estado actual de las prácticas que en la organización se ejecutan para la realización de un proyecto de mejora; y la tormenta de ideas para determinar las causas de los problemas y elaborar el diagnóstico de los procesos actuales de la organización.

El método estadístico utilizado fue Seis Sigma, mediante el cual se pudo determinar tanto el rendimiento como el nivel de un proceso.

Estructura y contenido de la tesis.

En el *Capítulo I: Fundamentos teóricos – metodológico para la organización y ejecución de un programa de mejora*, se desarrollan los fundamentos teóricos, se describe el surgimiento de la mejora de proceso y su relación con la gestión de la calidad total así como su aplicación en el área de la industria del software, se debaten los elementos fundamentales de la teoría de mejora de procesos en la ingeniería de software. Se detalla cuáles han sido los principales factores claves para el éxito, las causas de los fracasos y las principales barreras que puede tener un programa de mejora de proceso.

En el *Capítulo II. Diagnóstico del estado actual y Diseño del Modelo para la mejora de procesos en la ingeniería de software en la empresa Softel*, se especifica que métodos de los analizados en el Capítulo I de este documento, se utilizan para organizar la mejora de procesos en la empresa Softel. Se realiza el diagnóstico del estado actual y se determinan los principales problemas que frenan la mejora de proceso así como las causas que los provocan, quedando justificada la necesidad de

elaborar un modelo que lo organice. El mismo se elabora a partir de la identificación de sus conceptos y está formado por el mapa conceptual de la gestión de la mejora, el proceso de mejora así como los roles, responsabilidades, habilidades y competencias de cada uno de ellos.

En el *Capítulo III Ejecución de un proyecto piloto de mejora utilizando el modelo*, se aplica el modelo desarrollado en el Capítulo II de este trabajo, con el objetivo de determinar si el mismo ayuda a realizar una adecuada organización y gestión de la gestión de la mejora de proceso; alcanzando los objetivos propuestos.

Capítulo I – Fundamentos teóricos – metodológico para la organización y ejecución de un programa de mejora.

En este capítulo se desarrollan los fundamentos teóricos que servirán de base para el desarrollo de la investigación, se describe el surgimiento de la mejora de proceso y su relación con la gestión de la calidad total así como su aplicación en el área de la industria del software, se debaten los elementos fundamentales de la teoría de mejora de proceso en la ingeniería de software. Se detalla cuales han sido los principales factores claves para el éxito, las causas de los fracasos y las principales barreras que puede tener un programa de mejora de proceso.

1.1. Antecedentes de la calidad y la mejora de procesos.

Los principales hitos en el desarrollo de la tecnología de la calidad están claramente establecidos. En 1920 la inspección de los productos se introdujo inmediatamente después de ser instaladas las líneas de ensamblaje. Por otra parte, en 1960 se inició en Japón la adopción de los métodos estadísticos para el control de los procesos. Desde entonces muchos han adoptado métodos similares. El control de proceso requiere la comprensión de la capacidad de un proceso y el establecimiento de los límites de control para las variables principales del mismo. En los años 80 la atención se cambió a la mejora de los procesos y productos. Esta nueva tecnología de la calidad complementó la ya existente [3].

Desde la década del 70, la principal innovación fue el cambio del foco de atención del producto al proceso, para el control de la calidad y la mejora. La transición del enfoque del producto al proceso no es una meta sencilla. Experiencias indican que el movimiento de la inspección del producto al control de procesos puede tomar a una organización entre 8 y 10 años. El cambio del comportamiento organizacional es complejo y toma tiempo [3].

Podemos resumir que la historia de la calidad ha tenido tres etapas fundamentales:

1. El control de la calidad. Técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para satisfacer los requisitos de calidad. Se basa en técnicas de inspección aplicadas al producto para evitar la salida al mercado de bienes defectuosos.
2. El aseguramiento de la calidad. Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos dados sobre la calidad. La ISO 9000:2000 [4] la define como: "(...) Parte de la **gestión de la calidad** enfocada a proporcionar confianza en que se cumplen los **requisitos** de la **calidad** (...)". Esta etapa persigue garantizar un nivel continuo de la

calidad del producto, proceso o servicio, y trata de evitar la entrega de bienes defectuosos.

3. La gestión de la calidad total. Es una filosofía, así como un conjunto de principios rectores, que representa el fundamento de una organización en constante mejoramiento. Es un sistema de gestión empresarial íntimamente relacionado con el concepto de mejora de proceso y mejora continua, en ella se incluye las dos fases anteriores.

Los japoneses fueron los pioneros en establecer una metodología para la mejora. Masaaki Imai es el difusor del KAIZEN, una filosofía de vida que asume que cada aspecto de nuestra vida merece ser mejorado constantemente, ella descansa detrás de muchos conceptos de administración, como por ejemplo el control de calidad total. Kaizen significa *KAI* cambio *ZEN* bueno. Sus principios básicos son:

- Pequeños cambios o mejoras graduales.
- Orientada a todas las personas.
- Todo es mejorable.
- Información abierta, compartida.
- Uso de la tecnología existente.

La iniciativa japonesa pronto se transmitió a otras zonas del planeta. En el año 1985 algunos países miembros de la Organización Internacional de Estandarización (ISO, International Standardization Organization), a través del comité técnico TC-176 iniciaron la publicación de una serie de normas a nivel internacional sobre el aseguramiento de la calidad. Para ello, se tomaron como referencia las normas británicas BS 5750 de 1977. Como resultado de lo anterior en 1987 sale publicada la primera edición de la familia de la serie ISO 9000, y en el año 1994 su primera revisión. Por otra parte, en 1988 nace la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (EFQM, por sus siglas en inglés), organización que apuesta por los modelos de gestión de calidad total, estrategias encaminadas a optimizar los recursos, reducir costos y mejorar los resultados, con el objetivo de perfeccionar constantemente el proceso productivo [10].

Esto no supone una contraposición a otros enfoques sino más bien es la integración de los mismos en un esquema más amplio y completo de gestión.

En el año 2000 aparece la ISO 9000:2000 donde se plantea que el sistema de calidad debe demostrar que la organización es capaz de suministrar un producto o servicio que, de manera consistente, cumpla con los requisitos de los clientes y las reglamentaciones correspondientes.

Además debe lograr una satisfacción del cliente mediante la aplicación efectiva del sistema, incluyendo la prevención de no conformidades y el proceso de mejora continua. El modelo del sistema de calidad consiste en cuatro principios que se agrupan en cuatro subsistemas interactivos de gestión de calidad y que se deben normar en la organización: Responsabilidad de la dirección; Gestión de los recursos; Realización del producto o servicio; Medición, Análisis y Mejora [4].

La implantación de esta norma de la familia ISO garantiza el cumplimiento de los principios de la gestión de la calidad total, al tener como objetivo básico la satisfacción de los clientes, además de la mejora del desempeño de la organización para aumentar su eficacia.

Por otra parte, la ISO 10006:2003 proporciona una orientación sobre la gestión de la calidad en los proyectos; de igual forma en ella se reconoce que existen dos aspectos en la aplicación de la gestión de la calidad en los proyectos: la del proceso en sí y la del producto. La falta de cumplimiento de cualquiera de estos dos aspectos puede tener efectos significativos en el producto, en el cliente y otras partes interesadas del proyecto, así como en la organización encargada de este. Esta norma en su epígrafe número 8 “Medición, análisis y mejora” proporciona orientación sobre el modo en que la organización originaria y la organización encargada del proyecto, deberían aprender de los proyectos. Ambas organizaciones deberían utilizar los resultados de la medición y el análisis de los datos derivados de los procesos del proyecto y aplicar acciones correctivas, acciones preventivas y métodos para la prevención de pérdidas (véase el apartado 8.5 de la Norma ISO 9004:2000) para permitir la mejora continua en los proyectos presentes y futuros [11].

En la actualidad existen, además de estas normas, numerosos métodos y herramientas que permiten mejorar la forma de gestionar y obtener mejores resultados. Algunas son específicas y aplicables sólo en ciertos tipos de organizaciones y otras son “universales”, pero todas llevan las premisas de la mejora de proceso y la mejora continua, entre ellas podemos citar [10]:

- La norma ISO 9001:2000. Una organización que aplique los contenidos de esta norma en su Sistema de Gestión de la Calidad, está mejorando su forma de gestionar.
- 5 S (Seiri que significa organización, Seiton que significa orden, Seiso que significa limpieza, Seiketsu que significa control visual y Shitsuke que significa disciplina y hábito). Su aplicación conduce a mejorar el aprovechamiento de los recursos.
- Despliegue de la función de calidad. Es un proceso estructurado y metódico para obtener la voz del cliente en todas las fases del diseño y desarrollo de un producto o servicio.

- Seis Sigma. Es un programa de mejora. Está compuesto por herramientas y metodologías que han sido ampliamente utilizadas.

1.2. Calidad del software y mejora de proceso

La calidad del software y la mejora de sus procesos son temas centrales en la industria moderna de tecnologías de la información.

Hoy en día se reconoce en el mundo industrializado que la calidad de un producto se traduce en ahorro de costos y en una mejora general. Sin embargo, esto no siempre fue así. La tendencia de la calidad comenzó en los años cuarenta con el influyente trabajo de Deming y la realización de la primera verificación en Japón. Mediante las ideas de Deming como piedra angular, los japoneses desarrollaron un enfoque sistemático para la eliminación de las causas de raíz de defectos en productos. A lo largo de los años setenta y ochenta, su trabajo emigró al mundo occidental donde se le conoce como Gestión Total de la Calidad. La Gestión Total de la Calidad puede ser aplicada al software de computadora. Este enfoque se centra en la mejora continua del proceso [12].

La historia del aseguramiento de la calidad en el desarrollo de software es paralela a la historia de la calidad en el hardware. Durante los primeros años de la informática – años cincuenta y sesenta del siglo XIX -, la calidad era únicamente responsabilidad del programador. Durante los años setenta se introdujeron estándares de aseguramiento de la calidad para el desarrollo de software en la industria militar y estos se han extendido rápidamente al desarrollo de sistemas en otras industrias [12].

Durante muchos años, diferentes autores y organizaciones, han definido el termino “calidad” de diferentes formas: Phil Crosby lo definió como la “conformidad con los requerimientos del usuario.”, Watts Humphrey se refirió a la calidad como “la obtención de un nivel excelente de capacidad para su uso”, por otra parte IBM acuñó la frase “la calidad es dirigida por el mercado” la cual está basada en la completa satisfacción de los clientes. El criterio de Baldrige para la calidad organizacional emplea una frase similar: “los clientes dirigen la calidad” e incluye la total satisfacción de los clientes como el principal criterio a considerar. Más reciente, la calidad ha sido definida en la ISO 9001:2000 como “el grado para el cual un conjunto de características, satisfacen los requerimientos” [13].

La calidad del proceso de ingeniería de software y la gestión de la calidad del software tienen una relación directa con la calidad del producto de software [13]. Es por ello que con la implantación de un sistema de gestión de la calidad se garantiza la calidad del producto final.

Existen dos importantes estándares de calidad que poseen un gran impacto en la calidad del software: La ISO 9001:2000, para la implantación de un sistema de gestión de la calidad y la ISO 90003:2004, la cual es una guía para la implementación de la ISO 9001:2000 en el área específica del software [13].

Otro estándar para la calidad en la industria del software es el modelo CMMI el cual brinda una guía para la mejora de procesos. Para este modelo la calidad es “la capacidad de un conjunto de características inherentes a un producto, componente de un producto o proceso para satisfacer con los requerimientos de los clientes” y los requerimientos los define como “(1) Una condición o capacidad necesitada por el usuario para resolver un problema o cumplir un objetivo. (2) Una condición o capacidad que tiene que estar presente en un producto o componente de un producto para satisfacer un contrato, un estándar una especificación u otros documentos impuestos formalmente. (3) Una representación documentada de una condición o capacidad como en (1) y (2)” [14].

CMMI, a diferencia de ISO, es más detallada en su definición, agregando de forma explícita la capacidad del proceso; así como brinda una definición para la mejora de proceso la cual plantea que es “un programa de actividades diseñado para mejorar la ejecución y la madurez de los procesos de la organización y los resultados de dicho programa” [14].

Un programa se define como “un grupo de proyectos administrados de una forma coordinada de tal manera que se obtienen beneficios que no se pueden obtener al administrar los proyectos individualmente” [15].

La expresión “programa de mejora de proceso” se refiere a una estrategia de desarrollo de soluciones orientadas a eliminar las causas de raíz de los problemas de rendimiento de la organización [16]. Su aplicación constituye una misión desafiante para cualquier organización; pues, con ella se persigue no solo elevar la calidad de los procesos y productos, sino también aumentar la eficiencia en los costos y tiempos de ejecución de los proyectos, la posibilidad de reproducir los éxitos alcanzados, así como tener un mayor dominio de los riesgos de los procesos. Tales presupuestos aumentan la confianza y la satisfacción del cliente.

El inicio de un programa de mejora de proceso en una organización se debe a la identificación de una oportunidad de mejora, y/o a que la organización afronta un conjunto de problemas tales como: la insatisfacción de los clientes, inadecuada calidad del producto de software, incapacidad de realizarlas, entregas en tiempo, costos elevados y un excesivo trabajo para implementar los cambios.

Una vez establecida la identificación de la mejora se necesita definir una estrategia que guíe la misma [17].

La mejora de proceso ha sido una misión difícil de llevar a cabo. Por naturaleza, el desarrollo de software es complejo y se basa en el hombre. La ingeniería de software tiene características que no pueden ser planificadas o controladas de forma similar a otras ingenierías. Es por otra parte, una actividad de diseño intelectual y sociológica, llevada a cabo en un ambiente de aprendizaje. La naturaleza intangible y compleja de la ingeniería del software hace muy difícil su planificación y control [18].

1.3. Estado de la calidad del software y mejora de proceso en Cuba.

Cuba es miembro pleno de la ISO desde el año 1962 y posee una representación oficial en este organismo: La Oficina Nacional de Normalización de Cuba (ONN). Esta oficina tiene como misión la de coadyuvar al mejoramiento continuo de la producción y los servicios en función del crecimiento de la economía nacional y la elevación de la calidad de vida de la población a través de la aplicación de la política estatal en materia de Normalización, Metrología y Calidad [20].

Si bien en nuestro ministerio no existen empresas certificadas con estas normas, desde hace algunos años, en el Centro de Referencia de Ingeniería de Software (CRIS) del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE), se viene desarrollando un grupo de investigaciones relacionadas con diferentes áreas de procesos de la ingeniería de software, la madurez de las organizaciones y la calidad tanto en los procesos como en los productos, tomando como base diferentes modelos y estándares internacionales, entre los que se encuentra la familia de normas ISO.

Entre las investigaciones realizadas recientemente, se encuentran:

1. Proceso de Gestión de la Configuración del Software. Esta investigación propone un modelo de referencia para la gestión de la configuración y el control de cambios, adaptado a la pequeña y mediana empresa (PYME) y su propósito es el de brindar una herramienta que permita dar seguimiento al desarrollo de los productos de software, controlar la calidad de estos procesos y mejorarlos, garantizando una mayor calidad en el producto final [8].

Si bien este trabajo plantea la importancia de gestionar los cambios y las diferentes versiones de los productos de software como procesos que aseguran la calidad del producto final, su implementación en una organización deberá formar parte de una estrategia integral, la cual no queda definida explícitamente.

2. Proceso de Revisiones. Esta investigación revela la importancia del papel de las revisiones dentro del proceso de desarrollo de software y su influencia en la calidad del producto final, parte de un estudio realizado a 15 empresas de la industria nacional en el año 2003 y define un modelo de Gestión de Revisiones Basado en Casos para la pequeña y mediana empresa (PYME), el cual contiene un conjunto de procesos y métricas que fueron diseñados teniendo en cuenta las buenas prácticas internacionales [9].

Si bien este trabajo resalta la importancia del establecimiento de un proceso de revisiones desde etapas tempranas del desarrollo con el propósito de asegurar la calidad del mismo, este no propone la forma en que debe ser introducido en la PYME.

La importancia de estos trabajos radica en que ambos fueron elaborados a partir del estudio de las empresas cubanas desarrolladoras de software, por lo que, sin duda alguna, tendrán que ser introducidos dentro de la estrategia de mejora de proceso definida para la organización.

En la actualidad los referidos trabajos son utilizados en los proyectos de desarrollo del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) y en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI); y si bien brindan un método y una herramienta para ejecutar un proceso que dé como resultado un producto con calidad, necesitan ser introducidos en una organización desarrolladora de software de forma consciente, disciplinada y controlada. Para lograrlo se hace necesario utilizar un método de gestión del cambio, es decir, de gestión de la mejora.

Otro esfuerzo importante se está ejecutando desde finales del año 2008 en la UCI, lugar donde se inició la ejecución de un programa de mejora el cual tiene como objetivos, entre otros [19]:

1. Ayudar a la UCI a revisar su estrategia de mejora de procesos de software, para asegurar que su organización está basada en procesos y con un programa de mejora continua alineado con sus objetivos de negocio.
2. Ayudar a la UCI a establecer las bases y fundamentos para seguir mejorando sus procesos y fortalecer su cultura de calidad en el desarrollo de software.

Este esfuerzo constituye un nuevo reto para la industria cubana del software y requerirá de algún tiempo para obtener los resultados y adquirir los conocimientos y experiencia necesarios para ejecutar programas de mejora en otras organizaciones.

1.4. Elementos que forman parte de la mejora de proceso.

Como ya se ha visto, es a partir de la década de los 80 que se comenzó a investigar activamente sobre métodos de mejora de proceso y estándares de calidad de procesos en la ingeniería de software, con el objetivo de dar soporte al desarrollo del producto y a la mejora de sus procesos, llegándose a establecer que un programa de mejora posee los siguiente elementos [18]:

1. Estándar de calidad de procesos y su método de evaluación.
2. Sistema de métricas.
3. Estándar Calidad del producto.
4. Gestión del conocimiento.
5. Gestión de la mejora.

Antes de iniciar en una organización un esfuerzo de mejora, deberán ser analizados todos estos elementos con el objetivo de seleccionar, para cada uno de ellos, los métodos, los modelos y los estándares que más satisfacen las necesidades del negocio y que, por lo tanto, serán adoptados con el propósito de mejorar.

A continuación se brinda una breve explicación de cada uno de los elementos mencionados, realizando un análisis más detallado en el elemento de gestión de la mejora, por ser el que se encarga de organizar y ejecutar el programa y que es el propósito del presente trabajo de investigación.

1.4.1. Estándares y modelos de calidad de procesos y sus métodos de evaluación.

Los estándares de calidad y modelos de proceso constituyen las claves del sistema de gestión de la calidad del software. El mismo brinda las bases sobre las cuales deben ser medidas y evaluadas las actividades que se ejecutan [21].

Los modelos de procesos pueden ser vistos como dos caminos: El primer camino trata la mejora de proceso a través de la estandarización. Ejemplos de ello son: El Modelo Integrado de Capacidad y Madurez – CMMI por sus siglas en inglés-, el estándar ISO 9000:2000 y la ISO 15504 (SPICE **S**oftware **P**rocess **I**mprovement and **C**apability **d**etermination). El segundo, involucra a los desarrolladores en la definición de sus propios procesos. Este camino tiene su raíz en la gestión de la calidad total y es conocida en la ingeniería del software como el programa de mejora de la calidad [2].

Cada modelo tiene su forma de evaluación, que por regla general, consiste en la realización de entrevistas mediante un cuestionario previamente establecido. El resultado de la evaluación es un indicador de cuan conforme son los procesos existentes con los requerimientos del modelo [18].

De acuerdo con inspecciones y encuestas realizadas en todo el mundo, el estándar ISO 9001 es el más popular en el área de la ingeniería del software, seguido de CMMI e ISO/IEC 15 504 (SPICE) [21].

1.4.1.1. ISO/IEC 15504 (SPICE)

ISO/IEC 15504 es una norma internacional para la evaluación de los procesos y está auspiciada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Durante su desarrollo evolucionó, de un simple modelo de referencia de las buenas prácticas, a un marco para las evaluaciones de procesos en el campo de las tecnologías de la información, por lo que es aplicable a múltiples disciplinas de este campo, permitiendo que cada una de ellas definan el conjunto de procesos, los modelos de referencia o las buenas prácticas específicos a ellas [22].

El modelo se estructura en cinco partes [21]:

- Parte 1: 15504-1. Conceptos y Vocabulario.
- Parte 2: 15504-2. Conduciendo la evaluación (Requisitos, normativa).
- Parte 3: 15504-3. Guía para conducción de evaluaciones.
- Parte 4: 15504-4. Guía de uso para la mejora de proceso y determinación de la capacidad del proceso.
- Parte 5: 15504-5. Un Ejemplo del modelo de evaluación de procesos.

ISO/IEC 15504-4 identifica a la evaluación de los procesos como una actividad que puede ser parte tanto de la mejora de proceso como de la determinación de la capacidad del mismo. El propósito de la mejora de proceso es la mejora continua de la efectividad y eficiencia de la organización. El propósito de la determinación de la capacidad es la de identificar las debilidades, las fortalezas y los riesgos de determinados procesos con relación a un requerimiento particular especificado a través de los procesos usados y su alineación con las necesidades del negocio [23].

El propósito de SPICE, es el de armonizar con otros estándares o modelos de proceso – tales como ISO 12207, CMMI, ISO 9001, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15288 etc.- y métodos de evaluación [22], razón por la cual constituye un estándar complementario a los mencionados anteriormente.

De forma general este estándar provee un marco de referencia para determinar las fortalezas y debilidades de los procesos; mejorar los procesos de software, y medir sus mejoras; evaluar la capacidad de los proveedores de sistemas y determinar los riesgos del negocio para una empresa que considera desarrollar un nuevo producto de software o servicio.

1.4.1.2. ISO 9001:2000 e ISO 90003:2004.

ISO 9001:2000 forma parte de la familia de normas ISO 9000 que puede ser aplicado en cualquier tipo de organización; los beneficios de su aplicación, entre otros, son:

- Reducción de los rechazos e incidencias en la producción o prestación del servicio.
- Aumento de la productividad.
- Mayor compromiso con los requisitos del cliente.
- Mejora continua.

ISO 9001:2000, como estándar de gestión de la calidad, exige definir una serie de procesos de la organización, que le son necesarios para conseguir los objetivos de calidad. Por otra parte, tiende el puente entre los requerimientos del cliente y la satisfacción del mismo, definiendo los procesos estratégicos, claves y de soporte. ISO 9001:2000 como estándar, es suficiente para llegar a institucionalizar la mejora continua de los procesos; sin embargo, contar con un modelo o guía de buenas prácticas en desarrollo de software, como lo es CMMI, ayuda a mejorar los procesos de producción de software [24].

Por otra parte, la ISO 90003:2004 brinda una guía a las organizaciones en la aplicación de la ISO 9001:2000 para la adquisición, suministro, desarrollo y mantenimiento de sistema de computación. En ella se identifican cuales temas deberán ser direccionados. Esta norma ISO es independiente de la tecnología, de los modelos del ciclo de vida del proceso de desarrollo, de la secuencia de actividades y de la estructura organizacional que posee la organización. La guía y los temas identificados en esta norma, tienen como propósito ser comprensivos pero no exhaustivos, siempre que el alcance de las actividades de una organización incluya otras áreas además de las del desarrollo de un software de computadora, la relación entre los elementos del sistema de gestión de la calidad de la organización relacionados con el software y el resto de los aspectos, deberán ser claramente documentados dentro del sistema de gestión de la calidad como un todo [25].

1.4.1.3. Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI).

CMMI es un modelo de referencia que cubre las actividades de desarrollo y mantenimiento de un producto y/o servicio de software, y contiene un conjunto de prácticas que cubren la administración de proyectos, la administración de procesos, procesos de ingeniería y procesos de soporte. Su implementación puede ser realizada de dos formas [14]:

1. Representación continua: Esta ofrece gran flexibilidad, ya que la organización selecciona la ejecución de la mejora en aquellas áreas de procesos que son de su interés, atendiendo a sus objetivos estratégicos y necesidades del negocio. El propósito de este tipo de representación es el de aumentar la capacidad del área de proceso seleccionada mediante la implementación de los objetivos genéricos. El nivel de capacidad alcanzado estará en correspondencia con el objetivo genérico implementado. A pesar de ser esta forma la que brinda un camino abierto hacia la mejora continua, el modelo restringe su implementación clasificando las áreas de proceso en básicas y avanzadas, no pudiéndose mejorar un área avanzada sin haber mejorado, primeramente, su área de proceso básica.
2. Representación por estado: Esta ofrece un camino estructurado y sistemático para alcanzar un nivel de madurez. Si bien este camino es más rígido, el mismo asegura que quede establecida la infraestructura como base para alcanzar el siguiente nivel. En esta representación, las áreas de proceso están organizadas por niveles de madurez. Esta forma se recomienda para cuando en la organización no se conoce por donde comenzar y que procesos seleccionar para mejorar.

Las diferencias entre estas dos representaciones se muestran en la tabla # 1 [14]:

Tabla # 1: Diferencias entre la Representación continua y Representación por estado.

Representación continua	Representación por estado
<ul style="list-style-type: none">▪ Permite libremente la selección del orden de la mejora. Las áreas de proceso a mejorar están alineadas a los objetivos estratégicos y necesidades del negocio.▪ Permite incrementar la visibilidad de la capacidad alcanzada individualmente en cada área.▪ Permite la mejora de diferentes procesos para ser ejecutados en diferentes niveles.	<ul style="list-style-type: none">▪ Permite que la organización tenga un camino predefinido y probado para la mejora.▪ Enfocado en un conjunto de procesos que brindan una organización con una capacidad específica, la cual es caracterizada por cada nivel de madurez.▪ Resume el resultado de la mejora de proceso de una forma simple: el número del nivel de madurez.

El modelo CMMI posee, entre otras, las siguientes fortalezas [26]:

- Inclusión de las prácticas de institucionalización, lo cual garantiza que los procesos asociados con cada una de ellas serán efectivos, repetibles y duraderos.
- Guía paso a paso para la mejora, a través de niveles de madurez y capacidad.
- Transición del “aprendizaje individual” al “aprendizaje de la organización”; por mejora continua, lecciones aprendidas y uso de bibliotecas, y bases de datos de proyectos mejorados.

1.4.2. Métricas.

Otro elemento que forma parte de un programa de mejora son las métricas, ellas constituyen una forma de adquirir información cuantitativa, tanto del proceso de desarrollo como del producto, con el propósito de gestionarlos. Las métricas pueden ser utilizadas para conocer el estado de la calidad del proceso y del producto, para analizar los efectos del cambio o para controlar el progreso de la mejora. En la actualidad existen un conjunto de métodos: GQM (Goal-Question-Metrics), Control estadísticos de proceso, PSM (Practical Software Measurement), Cuadro de Mando Integral (BSC por sus siglas en inglés) [18].

1.4.2.1. Objetivo – Pregunta – Métrica (GQM, Goal Question Metric).

Este método define un modelo de tres niveles para definir las métricas en función de los objetivos [27]:

1. Nivel conceptual (objetivo): Constituye el primer nivel. En él se define para un objeto un objetivo.
2. Nivel operacional (pregunta): Constituye el segundo nivel. Aquí un conjunto de preguntas son utilizadas para definir los modelos del objeto de estudio para posteriormente enfocarse en él, con el propósito de poder caracterizar la evaluación o el cumplimiento de un objetivo específico.
3. Nivel cuantitativo (métrica): Constituye el tercer nivel. En él un conjunto de métricas basadas en el modelo son asociadas a cada pregunta con el propósito de darle respuesta de una forma cuantificable.

Este modelo puede ser aplicado tanto a todo el ciclo de vida del producto como a los procesos y los recursos, garantizando la alineación a la estrategia organizacional. Por otra parte, el modelo puede

ser utilizado para obtener datos empíricos y conocimientos confiables acerca de las prácticas de la organización con el fin de dirigir la mejora de proceso.

1.4.2.2. Control Estadístico de Procesos.

El control estadístico de procesos es una práctica que está enfocada principalmente al análisis de la ejecución de los procesos, utilizando el principio de gráficos de control, y sugiere una estrategia de 6 pasos para ser aplicada en un programa de mediciones [18]:

1. Esclarecer los objetivos del negocio.
2. Identificar y priorizar los problemas.
3. Seleccionar y definir las mediciones.
4. Coleccionar, verificar y almacenar los datos.
5. Analizar el comportamiento del proceso.
6. Evaluar la ejecución del proceso.

Para poder usar el análisis estadístico se requiere de una muestra representativa, por lo que un conjunto de proyectos similares deberán estar involucrados; a pesar de que esto no siempre es exitoso. El método brinda una ayuda para el análisis de las mediciones y señala la importancia de enlazarlas con los objetivos de la organización.

1.4.2.3. Mediciones Prácticas de Software (PSM, Practical Software Measurement).

PSM es un método que implementa el proceso de mediciones a partir de la información obtenida de las mediciones de los proyectos, garantizando de esta forma una correcta gestión de los proyectos de ingeniería de software. Este método puede ser aplicado en áreas tales como: desarrollo y mantenimiento de proyectos de software, proyectos de mejora de proceso, gestión de riesgos y organización de la ejecución del programa de mediciones en toda la organización.

A pesar de que PSM define un proceso de mediciones que puede soportar diferentes tipos de proyectos, no es su objetivo definir procedimientos específicos para todas las situaciones. Por el contrario, este método brinda una guía que le permite a los usuarios configurar el proceso PSM a sus necesidades específicas de información [28].

PSM divide el programa de mediciones en 5 fases principales, cada una de las cuales incluyen un conjunto de sub-actividades. El centro del proceso de medición radica en las fases: Configuración de las mediciones y Aplicación de las mediciones. En la primera el proyecto prioriza sus problemas;

selecciona y específica las mediciones, y las integra al ciclo de vida del proyecto; en la segunda, las medidas son recogidas y almacenadas, brindándose recomendaciones sobre la base del análisis realizado a las mismas. Este método enfatiza la necesidad de que el análisis sea realizado por personas que estén familiarizados con el contexto del proyecto. En la fase de evaluación es evaluado el propio programa de medición con el objetivo de mejorarlo. La fase de procesos técnicos y de gestión es externa a PSM, debido a que ella describe los procesos técnicos y de gestión de cada proyecto de desarrollo. Esta podrá ser ejecutada por una unidad externa; el ambiente para llevar a cabo las actividades de mediciones es implementado en la fase de implementación del proceso [29].

Resumiendo, las 5 fases son:

1. Configurar las mediciones.
2. Aplicar mediciones.
3. Evaluar las mediciones.
4. Procesos técnicos y de gestión.
5. Implementar el proceso de medición.

1.4.2.4. Cuadro de Mando Integral.

El Cuadro de Mando Integral fue desarrollado por Kaplan y Norton con el objetivo de buscar nuevas formas de evaluar el desempeño empresarial. Se basa en la combinación de indicadores financieros y no financieros, midiendo la actuación de una organización en cuatro perspectivas [30]:

1. Perspectiva financiera.
2. Perspectiva del cliente.
3. Perspectiva de procesos.
4. Perspectiva de formación.

El Cuadro de Mando Integral es una herramienta de gestión empresarial en la que se traslada la visión de la organización y su estrategia a un conjunto comprensible de indicadores que proporcionan un marco para el sistema de medidas y de gestión de la organización. Su uso diario sistematiza un conjunto de objetivos estratégicos empresariales para cada una de las perspectiva y desarrolla un conjunto de indicadores y medidas para cada resultado deseado [31].

En el área del desarrollo de software, el cuadro de mando integral ha sido utilizado de conjunto con GQM para desarrollar indicadores que miden un programa de mejora de proceso. El mismo sugiere un conjunto de indicadores que brindan soporte al proceso de mejora y a la gestión efectiva del mismo, brindando además una guía para el establecimiento de las actividades de medición dentro del programa [31].

1.4.3. Gestión del conocimiento.

Un elemento fundamental en un programa de mejora es la gestión del conocimiento. Por todos es conocido que para cambiar las prácticas de los desarrolladores de software, la organización tendrá que mejorar el conocimiento que cada uno de ellos posee, tanto teórico como práctico. En otras palabras, el conocimiento sobre los nuevos procesos deberá estar disponible a todos los niveles de la organización. Por tal razón, el cambio más importante en una iniciativa de mejora de proceso de software es la creación de estrategias y mecanismos para gestionar el conocimiento sobre su desarrollo. La gestión del conocimiento se define como “un método que simplifica el proceso de compartir, distribuir, crear, capturar y comprender el conocimiento de una organización” [2].

La ingeniería de software es, en sí misma, una disciplina que posee un comportamiento con características creativas y de intensivos conocimientos; además, de que solo una pequeña parte de ese conocimiento está documentado. Es por ello que el mayor desafío para las organizaciones es el de crearlo, formalizarlo y compartirlo de forma efectiva.

La creación de la teoría del conocimiento organizacional asume que este es creado a través de la interacción social entre el conocimiento tácito y explícito. Se puede decir que es tan difícil formalizar o comunicar el conocimiento tácito como comprender las experiencias personales, habilidades, ideas u opiniones [18].

Mediante la observación, aprendemos normas y valores de la organización que no están escritos. Adquirir conocimientos tácitos es un proceso gradual de creación del conocimiento. Ese conocimiento se convierte en explícito cuando lo formalizamos en documentos, modelos, conceptos, entre otros. El objetivo es formalizar el conocimiento para volverlo a utilizar.

En concordancia con los principios de la gestión del conocimiento, Basili y otros [32] declaran que una reutilización eficiente y sistemática de la experiencia necesita de una estructura organizacional que la soporte. Ellos la llaman Factoría de Experiencia (EF por sus siglas en inglés). Los conceptos de la EF consisten en dos organizaciones separadas: la organización del proyecto y la de la Factoría de Experiencia, esta última a su vez se divide en dos organizaciones: análisis y soporte. El proyecto

de software explota los modelos y la experiencia brindada por la organización de análisis. La organización del proyecto se concentra en el desarrollo del software obedeciendo los modelos que dan soporte a la reutilización. Además, se espera que el proyecto le provea a la factoría de experiencia, en particular, a la organización de análisis, toda la información relacionada con las características del proyecto, del proceso, información de métricas, costos, calendarios, registros de calidad, entre otros. Por otra parte, la organización de análisis brinda, según se demande, diferentes artefactos para ser configurados al proyecto.

La organización de soporte facilita la comunicación mediante el cuidado de la interacción entre los desarrolladores y los analistas. Además, es el responsable para gestionar la experiencia desde el punto de vista tecnológico, teniendo como responsabilidad el empaquetamiento, almacenamiento y recuperación de la experiencia de los proyectos. En la figura 1.1 se puede ver el modelo de Factoría de Experiencia.

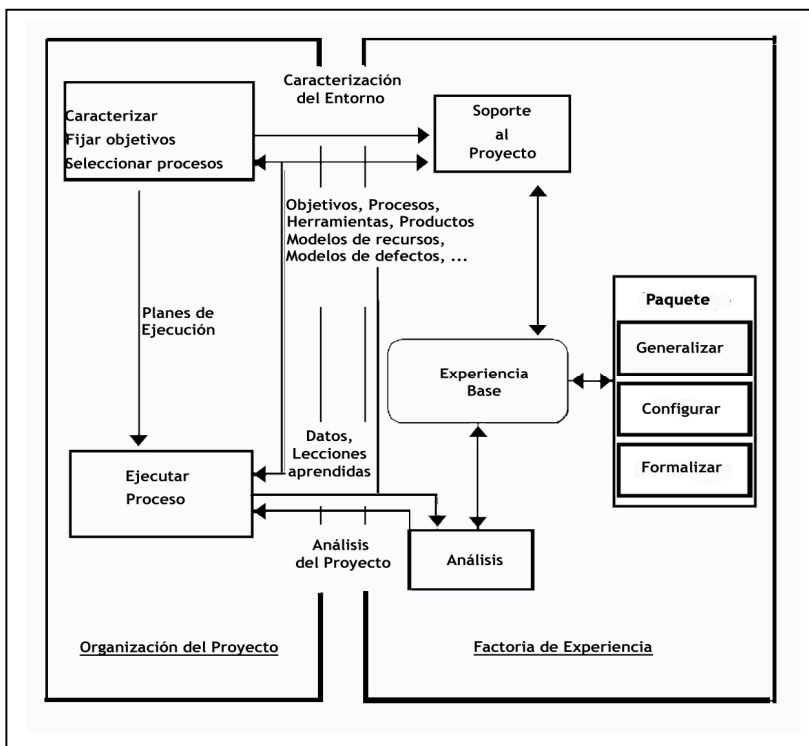


Figura 1.1. Factoría de Experiencia [32].

La organización y gestión sistemática son principios básicos en el desarrollo de este modelo. El repositorio de conocimientos, donde los paquetes reutilizables de experiencia están almacenados y de donde son extraídos, es llamado Experiencia Base (EB). Los paquetes de experiencia pueden incluir, entre otras cuestiones, información de productos, procesos, prácticas, métodos, lecciones aprendidas, técnicas, herramientas.

El modelo de EF define una estructura para gestionar la experiencia de acuerdo con los principios del paradigma de mejora de la calidad (QIP, por sus siglas en inglés) y ofrece las facilidades para la utilización de los paquetes de conocimiento del desarrollo de software como una entrada al programa de mejora de proceso [18].

1.4.4. La gestión de la mejora de procesos.

Para que una organización alcance buenos resultados necesita gestionar las actividades y recursos con la finalidad de orientarlos a la consecución de los mismos. Esto ha derivado en la necesidad de adoptar herramientas y métodos que permitan a las organizaciones configurar su sistema de gestión. Por tanto, un sistema de gestión ayuda a la organización a establecer, entre otras cosas, los métodos, las responsabilidades, los recursos y las actividades que le permitan una gestión orientada hacia la obtención de los buenos resultados deseados, o lo que es lo mismo, la obtención de los objetivos establecidos [33].

En la actualidad existen un gran número de métodos para la gestión de la mejora. Entre ellos podemos citar, el ciclo de Deming, Cuadro de Mando Integral, Seis Sigma, modelo de Excelencia Empresarial de EFQM (European Foundation for Quality Management), IDEAL, entre otros. Todos tienen como propósito guiar las acciones de mejora o describir las fases principales de la mejora continua de un determinado proceso. Por otra parte, varias organizaciones con un largo historial en la gestión de los procesos de ingeniería han establecido su propio modelo de gestión.

En la rama de la ingeniería de software; los referidos métodos han sido aplicados exitosamente, además han sido creados otros para esta área en específico. Tales son los caso del Paradigma de la Mejora de la Calidad (QIP), el modelo IDEAL y la ISO 15 504 parte-7.

Para la investigación se seleccionaron lo métodos de gestión de la mejora que han sido utilizados en organizaciones desarrolladoras de productos y/o servicios de tecnología de la información. Entre ellos se encuentran:

- a) El ciclo Deming.
- b) El Paradigma de mejora de la calidad (QIP).
- c) IDEAL.
- d) ISO 15 504 parte 7 (SPICE).
- e) Seis Sigma.

La base de los métodos para la gestión de la mejora fue establecido por Deming en 1986. Si bien Deming desarrolló un modelo de cuatro fases para las necesidades de la mejora en la producción industrial, sus principios han sido aplicados en diferentes programas de mejora de proceso de ingeniería de software. Por ejemplo, el modelo del Paradigma de Mejora de la Calidad representa una modificación del ciclo de Deming en el contexto del desarrollo del software. Por otra parte, el modelo IDEAL divide a las actividades de gestión de la mejora en niveles estratégicos y tácticos. Este ha sido desarrollado para dar soporte a un programa de mejora que utilice como base el modelo CMMI. La parte 7 de la ISO 15 504 (SPICE) es equivalente al modelo IDEAL, con la diferencia de que este ha sido diseñado para dar soporte a las evaluaciones cuando se aplica la norma ISO 15 504 en un programa de mejora [18].

Un método más actual es Seis Sigma. Los orígenes de muchos de sus principios y herramientas se basan en las enseñanzas de influyentes pensadores del mundo de la calidad, como W. Edgard Deming y Joseph Juran [16].

Seis Sigma es un método estadístico para la mejora de proceso que incluye una filosofía, una medición de la ejecución, un modelo de mejora y un conjunto de herramientas, con el propósito de complementar y mejorar los procesos existentes de ingeniería, servicios y producción. Debido a sus múltiples dimensiones, Seis Sigma puede servir tanto para el gobierno de toda una organización y como motor táctico de la mejora [34].

La filosofía de Seis Sigma es la de mejorar la satisfacción del cliente a través de la prevención y eliminación de los errores, obteniéndose como resultado un incremento ventajoso en el negocio. Seis Sigma define al defecto en términos del cliente y no desde el punto de vista de la ingeniería, considerando los defectos como variaciones del producto, servicio o proceso que impide la satisfacción de las necesidades de sus clientes o provoca el aumento de los costos de producción. El motivo central es el beneficio o la ventaja en el negocio [34].

A continuación se describen cada uno de ellos.

1.4.4.1. El ciclo Deming.

El ciclo Shewhart, más tarde conocido como ciclo Deming o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) puede ser visto como el modelo más antiguo para la gestión de la mejora. Originalmente fue diseñado para mejorar la calidad en la producción industrial y tiene sus bases en el control estadístico de la calidad en la producción [18].

Este método consta de cuatro fases:

1. Planificar (P): Identificar la oportunidad de mejora y planificar el cambio.
2. Hacer (D): Implementar el cambio a pequeña escala, en un pilotaje.
3. Comprobar (C): Usar datos para analizar los resultados del cambio implementado y determinar donde están las diferencias.
4. Actuar (A): Si el cambio tuvo éxito, entonces se implementa a gran escala; evaluando constantemente sus resultados. Si el cambio no funcionó entonces se inicia nuevamente el ciclo.

Más tarde, Ishikawa realizó aportes a este método dividiendo los dos primeros pasos del ciclo en dos pasos más cada uno, obteniendo como resultando un proceso de seis pasos:

1. Determinar objetivos.
2. Determinar metas para lograr los objetivos.
3. Dar educación y capacitación.
4. Realizar el trabajo.
5. Comprobar los efectos de la realización.
6. Tomar acciones apropiadas.

En la figura 1.2 se muestra los pasos iniciales del ciclo Deming y los aportes hechos por Ishikawa.



Figura 1.2. Ciclo de Deming combinado con el diseño de Ishikawa [18].

El ciclo de Deming es muy general y aplicable a una gran variedad de situaciones. Puede utilizarse para disminuir la diferencia o variación entre lo que necesita o desea el cliente y lo que realmente se

está obteniendo. Este método es el que utiliza la norma ISO 9001:2000 como método para su implantación.

1.4.4.2. El paradigma de mejora de la calidad (QIP: Quality Improvement Paradigm).

Este modelo plantea tres grandes fases: planeación, ejecución y evaluación; en cada una de ellas se agrupan un total de seis pasos que guían las acciones de mejora.

Comparándolo con el ciclo de Deming, este modelo introduce un nuevo concepto: empaquetamiento de la experiencia. Todo lo que es aprendido deberá ser transferido a un paquete de conocimientos que podrá ser utilizado más tarde según sea requerido.

El paradigma de mejora de la calidad divide las actividades de mejora en dos niveles: el nivel de proyecto y el nivel de la organización.

Este modelo se apoya en la idea de que cada proyecto brinda una oportunidad a la organización para aprender sobre sus procesos, sus productos y los aspectos relativos a la calidad; asegurando que la construcción y refinamiento del mismo se realice de forma tal que puedan ser alcanzado los objetivos propuestos [18].

El camino de la mejora incorporado en este modelo está definido como un proceso iterativo que repetidamente implementa dos ciclos de retroalimentación (ver la figura 1.3). El ciclo a nivel de proyecto incorpora una retroalimentación que es proporcionada al propio proyecto durante su ejecución. Además este modelo enfatiza el uso de datos a nivel de proyecto para prevenir y resolver los problemas.

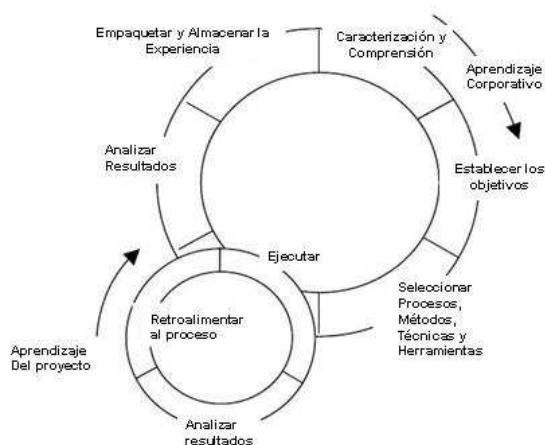


Figura 1.3. Ciclos del proyecto y de la organización en el modelo del Paradigma de Mejora de la Calidad [18].

El ciclo de aprendizaje del proyecto brinda dos tipos de información para el ciclo de aprendizaje de la organización. La primera, relacionada con los datos sobre la ejecución del proyecto, es comparada con la de proyectos existentes y analizada, prestando especial atención a su concordancia y ambigüedad. La segunda, relacionada con la generalización del conocimiento, es donde se ponen en uso aquellos procesos y prácticas del software que puedan ser reutilizados en otros proyectos.

Los pasos del ciclo de aprendizaje de la organización son [18]:

1. **Caracterización y comprensión:** El propósito es el de establecer una línea base para cualquier acción futura mediante la obtención del conocimiento de un proyecto y su organización, considerando los modelos y métricas que están en uso.
2. **Definir objetivos:** El propósito es el definir los objetivos para ejecutar exitosamente la mejora. La línea base definida en el paso anterior es utilizada para definir objetivos razonables y cuantificables.
3. **Seleccionar los procesos, métodos, técnicas y herramientas:** El propósito es el de describir los modelos necesarios para que un proyecto alcance los objetivos propuestos.
4. **Ejecutar:** El propósito es el de implementar los planes, coleccionar y validar los datos obtenidos de las mediciones y brindar una retroalimentación al proyecto. En este paso, las operaciones son ejecutadas a nivel de proyecto con el apoyo de la organización.
5. **Analizar los resultados:** Una vez concluido el proyecto, se realizan evaluaciones, analizándose las prácticas ejecutadas en el mismo, los problemas afrontados así como las decisiones y recomendaciones tomadas.
6. **Empaquetar y almacenar la experiencia adquirida:** En este último paso se empaqueta y almacena la experiencia adquirida. Este conocimiento estructurado; el cual puede incluir modelos, métricas, lecciones aprendidas, etc. es almacenado en un lugar que este disponible para otros proyectos.

Todos estos pasos son ejecutados de forma repetitiva para lograr la mejora continua.

1.4.4.3. IDEAL.

Mientras que el paradigma de mejora de la calidad propone un camino abierto y una ideología para gestionar la mejora; el método IDEAL implementa su modelo sobre la base del resultado del proceso de evaluación de las prácticas actuales de una organización que utilice al modelo CMMI para su mejora.

El método IDEAL reconoce dos dimensiones o niveles para las actividades del proceso de mejora: el nivel estratégico y el nivel táctico. A su vez consta de cinco fases [35]:

1. **Iniciación:** Fundamentos para iniciar un proceso de mejoras.
2. **Diagnóstico:** Determinar en donde está la organización y cual es el estado futuro deseado.
3. **Establecimiento:** Planear, de forma específica, cómo se alcanzará el estado deseado.
4. **Actuación:** Ejecución del trabajo de acuerdo al plan establecido.
5. **L – Aprendizaje:** Formalizar toda la experiencia adquirida para institucionalizar las prácticas.

Cuando se aplica el método IDEAL se debe tener presente que existen dos componentes para la actividad de mejora de proceso de software: el componente estratégico a lo largo del componente táctico. El componente estratégico basado en la dirección y en las necesidades del negocio guía y determina las prioridades de las actividades tácticas [35].

En la fase inicial cuando se está operando a nivel estratégico, los procesos que están bajo la preocupación del administrador están sujetos al programa de mejoras. En este nivel se establece la infraestructura para el programa de mejora del software, se define el contexto de la misma y se asegura el compromiso de todos para con ella. El trabajo de mejora es llevado a cabo en el nivel táctico – en las fases de diagnóstico, establecimiento y actuación - por los administradores y trabajadores de los proyectos. Cuando se entra en la fase de aprendizaje, la naturaleza del programa de mejora vuelve a ser, nuevamente, estratégica; esto se debe en lo fundamental, a que el objetivo en este momento es el de revisar las actividades realizadas y tomar las decisiones necesarias para futuras acciones. En la figura 1.4 se muestra el ciclo de vida de este método [18].

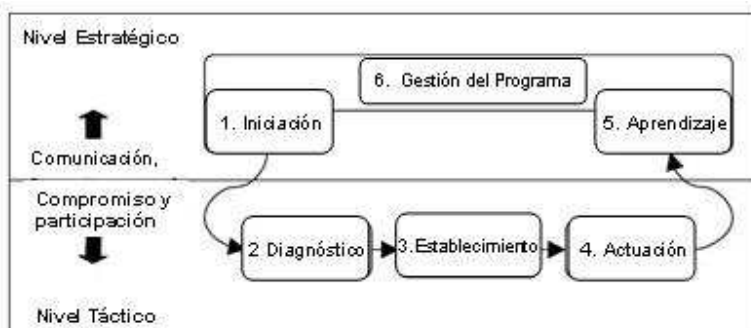


Figura 1.4. Ciclo de vida del método de mejora IDEAL [18].

La división en operaciones a nivel estratégico y táctico es exactamente igual al modelo del paradigma de mejora de la calidad, cuyas actividades están divididas en nivel corporativo y nivel de proyecto.

El método IDEAL puede ser visto como un camino de mejora de arriba hacia abajo en el cual las mejoras son introducidas a un proyecto de desarrollo de software en lugar de ser desarrolladas sobre la base de las necesidades específicas del proyecto [18].

1.4.4.4. ISO 15504-parte 7.

Como contraparte al modelo CMMI, ISO ha desarrollado la norma ISO 15504 la cual contiene un modelo de referencia (ISO 15504-2) y un modelo de evaluación (ISO 15504-7).

Las actividades de mejora contenidas en la parte 7 de la ISO 15504 son:

1. Examinar las necesidades de la organización.
2. Iniciar el proceso de mejora.
3. Preparar y conducir la evaluación de los procesos.
4. Analizar los resultados y elaborar el plan de acción.
5. Implementar las mejoras.
6. Confirmar las mejoras.
7. Mantener la mejora alcanzada.
8. Monitorear la ejecución.

Para ISO 15504 el proceso de mejora de software está basado en el resultado de la evaluación de los procesos y en la efectiva medición de los mismos.

En la actualidad existen diferentes investigaciones donde se establece el mapeo y/o la sinergia entre los diferentes modelos y estándares de calidad de procesos existentes. En el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon en los Estados Unidos, se identificaron dos áreas importantes para las cuales existe una oportunidad de establecer una sinergia entre el modelo CMMI y las normas internacionales ISO 9000:2000 y la ISO/IEC 15504 [36].

Como continuidad a dicha investigación se elaboró un mapeo entre la norma ISO/IEC 15504 y el modelo CMMI, quedando debidamente identificados los procesos de ambos modelos de referencia y estableciéndose un mecanismo de transferencia de un modelo a otro, el cual debido a su complejidad deberá ser ejecutado con una herramienta automatizada [36].

La norma ISO/IEC 15504 no está diseñada para ser implementada por sí misma, sino que requiere la integración de algún modelo o estándar de referencia, por lo tanto la única opción que poseen los usuarios potenciales de ISO/IEC 15504 es conocer si es conforme o no a su negocio. Si lo es entonces deberán usar los métodos y modelos que son conformes a la norma [22].

1.4.4.5. Seis Sigma.

Seis Sigma constituye en sí misma una filosofía, un método de administración y una herramienta para mejorar el desempeño, aumentar la rentabilidad e incrementar la satisfacción del cliente.

Seis Sigma promueve la reducción de defectos, la mejora de proceso y la satisfacción del cliente, basándose en el paradigma del pensamiento estadístico en el que [37], [38]:

- Todo es un proceso.
- Todos los procesos poseen una variabilidad inherente.
- Los datos son usados para comprender la variabilidad y dirigir las decisiones del proceso de mejora.

El método de gestión de la mejora que sigue Seis Sigma es el conocido como DMAMC que significa **D**efinir-**M**edir-**A**nalizar-**M**ejorar-**C**ontrolar. Al igual que los demás, este método se basa en el ciclo original de Deming; sin embargo, DMAMC es aquí aplicado tanto a la mejora como al diseño y rediseño de procesos. Es de señalar que en Seis Sigma se puede utilizar otros métodos para la gestión de la mejora que no sea el aquí mencionado; no obstante, el uso de este método proporciona un conjunto de ventajas por encima del resto, las cuales entre otras son [16]:

1. Validación de los requisitos del cliente de forma continua y no como una tarea más.
2. Utilización en la “mejora de proceso” y “diseño/rediseño de procesos” para mejorar.
3. Para cada fase del modelo se especifica de forma clara las herramientas a utilizar.
4. Es un ciclo iterativo.

Seis Sigma se diferencia de otros modelos de mejora desde su primera fase: “Definir”, al iniciarse un proyecto Seis Sigma los objetivos para cumplir con la satisfacción del cliente son establecidos y descompuestos en sub-objetivos, tales como reducción de costos, de tiempo o de defectos. En esta fase para el proyecto en específico, se requiere que se defina la línea base y la cota del proceso que será mejorado, descomponiendo el proceso en subprocesos más manejables. Además, se especifican los objetivos y sub-objetivos, y se establece la infraestructura para alcanzar los mismos.

También se incluye una evaluación del cambio cultural y organizacional que deberá necesitarse para lograr el éxito [39].

Una vez definido el proyecto son ejecutadas las fases de Medir-Analizar-Mejorar-Controlar. El equipo de mejora es el responsable de identificar las métricas que son relevantes y que estarán basadas en los principios de ingeniería y del modelo. Una vez que se obtengan los datos, el equipo los evalúa para determinar las tendencias, los patrones, las relaciones causales, la raíz de la causa de los problemas detectados, entre otras cuestiones. De ser necesario para confirmar las hipótesis de lo analizado y comprender la influencia de los factores, se podrán realizar modelos y experimentos. En ocasiones se hace necesario iterar a través de estas cuatro fases hasta que sea alcanzado el estado deseado. Una vez alcanzado el mismo se establece el control del indicador para mantener lo logrado [39].

Es de significar que Seis Sigma integra un conjunto de métodos avanzados que potencian los esfuerzos de aprendizaje y mejora, entre los que se encuentran [16]:

1. Control estadístico de procesos y gráficos de control: Se utilizan para la identificación de problemas.
2. Pruebas chi-cuadrado, t-test y análisis de varianza: Son utilizados para la definición de problemas y análisis de la raíz de la causa.
3. Correlación y regresión: Se emplean en el análisis de la raíz de la causa de los problemas y predicción de resultados.
4. Diseño de experimentos: Se utilizan para el análisis de la solución óptima y la validación de los resultados.
5. Análisis modal de fallos y efectos: Se emplea en la asignación de la prioridad y prevención de problemas.
6. A prueba de fallos: Se utilizan para la prevención de defectos y mejora de proceso.
7. Despliegue de la función de calidad: Es utilizado para realizar el diseño de productos, servicios y procesos.

1.5. Evaluación de los métodos para la gestión de la mejora.

El ciclo Deming es muy bueno para direccionar los factores críticos de éxito, además que extiende el compromiso de la mejora al nivel de ingeniería; sin embargo, no deja bien claro, en este mismo nivel, como es la colaboración para el desarrollo de la solución. Las deficiencias de este modelo están en lo fundamental, en la gestión de la iniciativa de mejora en correspondencia con el plan detallado

para la misma y la prueba de la solución en un proyecto piloto antes de que esta sea institucionalizada.

En el Paradigma de Mejora de la Calidad no se establece un compromiso para la mejora a ningún nivel. El entrenamiento es ignorado así como la gestión del programa de mejora en relación con el plan de la misma. De igual forma no existe una referencia explícita para dar soporte práctico a los proyectos de desarrollo de software y no existe un vínculo entre los objetivos de mejora y los objetivos de la organización. Debido a esto se puede concluir que QIP hace una diferencia entre las actividades de mejora de la organización y las del proyecto, además de que no establece de forma clara los posibles escenarios para enlazar en la práctica los ciclos del proyecto y de la organización.

Tanto el método IDEAL como la norma ISO 15504 parte 7 difieren poco uno del otro. IDEAL da soporte a las evaluaciones, fundamentalmente las del modelo CMMI, para el cual fue diseñado. La ISO 15504 parte 7 ha sido desarrollada para ser usada junto con la evaluación de ISO 15504, por lo que ambos métodos no soportan ser utilizados en otros enfoques de mejora de proceso; además ambos métodos elaboran las acciones de mejora estrictamente sobre la base del resultado de las evaluaciones, aunque la ISO 15504 parte 7 considera los aspectos culturales.

La mejora continua en el modelo ISO 15504 parte 7 permite gran flexibilidad en los objetivos de mejora, pero la representación por estado del modelo CMMI requiere que un grupo de áreas de procesos predeterminados se encuentren en determinado nivel, de este modo está estrictamente definido el camino de la mejora; aunque cabe señalar que en su representación continua, la selección de la mejora es libre, permitiendo una gran flexibilidad en la misma.

Tanto IDEAL como ISO 15504 parte 7 generan un plan detallado de mejora. Contrario a ISO 15504 parte 7, IDEAL considera importante un pilotaje. Ambos métodos ponen énfasis en el soporte del proyecto de desarrollo durante la iniciativa de mejora. IDEAL recomienda usar métricas para gestionar la mejora mientras que ISO 15504 parte 7 no presta atención a este tema, además ambos reconocen la importancia de sustentar las acciones de mejora con la retroalimentación.

En el área de ingeniería de sistemas y del software, Seis Sigmas puede ayudar a la organización que se esfuerza en mejorar sus procesos, promoviendo el establecimiento de los mismos. Seis Sigma puede ser utilizado como un mecanismo de refinamiento, muchas técnicas que esta metodología de mejora utiliza son aplicadas directamente al desarrollo del software, como por ejemplo “la voz del cliente” y “el despliegue de la función de calidad”, ambas son muy útiles para determinar los requerimientos del cliente; por otra parte, se emplean numerosas técnicas de

diagramas para analizar los datos de los costos, calendarios y la calidad tanto a nivel personal como de proyecto. Para el desarrollo técnico, Seis Sigma emplea métodos cuantitativos para el análisis del riesgo y la selección del diseño. La fortaleza de Seis Sigma radica en lo fundamental al despliegue de forma metodológica y consciente de todas estas herramientas, asegurando mediante su empleo, que se logre alcanzar directa o indirectamente la satisfacción del cliente.

Por otra parte, en el área de desarrollo de software, Seis Sigma ha sido utilizada para gestionar la mejora utilizando como base el modelo CMMI. De hecho algunas organizaciones la han integrado exitosamente utilizando diferentes estrategias, entre las que se encuentran [34]:

1. Implementar las áreas de procesos de CMMI como proyectos Seis Sigma.
2. Usar Seis Sigma como un motor táctico para alcanzar un nivel alto de madurez y de capacidad.
3. Aplicar Seis Sigma para mejorar u optimizar la estrategia de mejora de la organización y sus procesos.
4. Integrar CMMI, Seis Sigma y cualquier otra iniciativa de mejora para brindar un estándar para la ejecución de todos los proyectos a través de su ciclo de vida.

Las tres primeras estrategias siguen un camino táctico, es decir, brindan un camino para las acciones. El último es precisamente para establecer la estrategia de la organización.

A modo de resumen en la tabla # 2 se muestran las ventajas y desventajas de cada uno de métodos analizados.

Tabla # 2: Resumen de las ventajas y desventajas de los métodos de mejora analizados.

Método	Ventajas	Desventajas
Ciclo de Deming.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eficaz en direccionar los factores críticos del éxito. ▪ Compromiso de todos los niveles de la organización. ▪ Centrado en la satisfacción del cliente. ▪ Es un proceso que soluciona problemas. ▪ Desarrollo continuo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No está clara como es la colaboración en el nivel de ingeniería. ▪ Deficiente correspondencia entre el plan y la gestión de la mejora. ▪ Deficiente prueba de la solución.
Paradigma de la mejora de la calidad.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollado en el contexto del software. ▪ Introduce el concepto de "paquete de experiencia". ▪ Asegura retroalimentación al proyecto. ▪ Proporciona un camino abierto para la mejora. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No establece el compromiso de mejora a ningún nivel. ▪ No se tiene en cuenta el entrenamiento. ▪ No se gestiona el programa en concordancia con el plan. ▪ No existe el vínculo entre los objetivos de la organización y los objetivos de mejora. ▪ Hace una diferencia entre las actividades de mejora de la

		<p>organización y las del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ No establece de forma clara la relación práctica de los ciclos del proyecto y el de la organización.
IDEAL.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseñado para dar soporte a CMMI, pero puede ser utilizado con cualquier otro modelo. ▪ Recomienda el uso de métricas. ▪ Gestiona el conocimiento. ▪ Considera importante el pilotaje. ▪ Da soporte al proyecto de desarrollo durante la mejora. ▪ Acciones de mejora sustentadas en la retroalimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elabora las acciones de mejora sobre la base del resultado de las evaluaciones. ▪ Punto de partida, el resultado de la evaluación.
ISO 15504 parte 7.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera los aspectos culturales de la organización. ▪ Permite gran flexibilidad en los objetivos de mejora. ▪ Da soporte al proyecto de desarrollo durante la mejora. ▪ Acciones de mejora sustentadas en la retroalimentación. ▪ Aplicable a múltiples disciplinas de las tecnologías de la información. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor complejidad de las evaluaciones en relación con los otros modelos. ▪ No considera importante el pilotaje. ▪ Punto de partida, el resultado de la evaluación.
Seis Sigma.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño y Rediseño de procesos. ▪ Gestión por procesos. ▪ Enfocada en la satisfacción del cliente. ▪ Gestiona la mejora basada en las necesidades del negocio y las mediciones. ▪ Utiliza métodos estadísticos para el control del proceso. ▪ Define el "Como hacer". ▪ Puede emplearse un modelo de gestión diferente al DMAMC. ▪ Validación continua de los requisitos del cliente. ▪ Evalúa el cambio cultural y organizacional que introduce el cambio. ▪ Estructura descentralizada para la detección y solución de problemas. ▪ Toma de decisiones basada en datos precisos y objetivos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requiere de la correcta selección del proyecto. ▪ Demanda una estructura organizacional para la gestión de los cambios y el gobierno. ▪ Difícil de implementar.

1.6. Factores que propician el éxito o fracaso de un programa de mejora.

En los últimos años un número significativo de organizaciones a nivel internacional, han reportado haber iniciado un esfuerzo de mejora. El éxito en su programa lo han alcanzado debido a la ejecución sistemática de un conjunto de actividades, entre las que se encuentran [40]:

1. Plan centralizado de mediciones.
2. Control estadístico de los procesos.

3. Entrenamiento requerido para desarrollar habilidades en ingeniería de software, creación de equipos de trabajo, conocimientos en el dominio de aplicación, habilidades interpersonales y gestión del cambio.
4. Poseen el compromiso y patrocinio de la todos los niveles de dirección.
5. Utilizan un modelo de calidad como el CMMI o el estándar internacional ISO 9001, ISO/IEC 12207 e ISO/IEC 15504.
6. Utilizan Seis Sigma y Cuadro de Mando Integral para la gestión de la mejora.

Otros estudios señalan un conjunto de factores claves para el éxito de un programa de mejora, los cuales fueron determinados a partir del estudio realizado a 34 programas de mejora en la industria del software, entre ellos se encuentran [18]:

1. Programa de mejora monitoreado por la alta dirección.
2. Conocimiento general de los objetivos del programa.
3. La alta dirección comprende los temas técnicos.
4. Respeto y reconocimiento del personal que trabaja en la mejora de procesos.
5. Personal técnico involucrado en el programa de mejora.
6. Buena disposición de la alta dirección en asumir los riesgos.
7. Claro conocimiento de la misión del programa de mejora.

Por otra parte, investigaciones realizadas en empresas cuyos programas de mejora han fracasado mencionan un conjunto de razones entre las que se encuentran: [41]

1. Falta de compromiso de la administración para la mejora a largo plazo.
2. Falta de experiencias y habilidades en la mejora de procesos.
3. Ausencia de una clara visión del resultado deseado.
4. Planes de acción muy ambiguos.
5. No existe una retroalimentación cuantitativa del progreso, es decir, no se realizan mediciones.
6. Errónea interpretación del modelo CMMI.
7. Muchas reuniones y problemas de conocimientos.
8. Cultura errónea: Fallas en esfuerzos de mejora anteriores, miedo al cambio.

9. Personas no idóneas en los grupos de proceso de ingeniería de software (documentación y planificación muy perfecta).
10. No todo el mundo participa en el proceso de cambio: Temas de propiedad.

Entre las principales barreras para ejecutar con éxito un programa de mejora se encuentran [18]:

1. Pensar que el programa de mejora necesita de excesivos trámites burocráticos.
2. Políticas organizacionales no acorde a los objetivos del programa.
3. Reorganización y/o reducción del personal.
4. Desaliento sobre la posibilidad de tener éxito en el programa de mejora de proceso.
5. Renovación de la alta dirección.
6. “El guardián del territorio” inhibe el programa de mejora.

A partir de todo lo investigado en este capítulo se arriba a las siguientes conclusiones parciales:

1.7. Conclusiones parciales.

- La mejora de procesos en la ingeniería de software es un tema complejo y de gran importancia en la actualidad, pues mediante su ejecución se pretende alcanzar la excelencia empresarial.
- Realizar una mejora de proceso implica la adopción de un estándar o modelo de calidad con el propósito de implantar un sistema de gestión que la garantice, y mantenga de forma sistemática la mejora continua del propio sistema.
- La adopción de un estándar por parte de la empresa requiere de una organización tal que permita su gestión a todos los niveles, es por ello que se debe adoptar el método de gestión acorde a las características y necesidades de la propia organización.
- En la literatura científica existen muchos ejemplos de programa de mejora de proceso en la ingeniería de software. Estos difieren uno de otro por lo métodos, estándares y herramientas que utilizan para organizar y ejecutar la misma, por lo que podemos concluir que no existe una única forma de llevarla a cabo. Por el contrario, cada organización deberá estudiar y analizar su estado actual y sus necesidades del negocio, y a partir de ahí, definir su propia estrategia de mejora.
- Se conocieron las causas que propiciaron el éxito a numerosas organizaciones en su programa de mejora así como los factores claves para el éxito de los mismos, además de las

principales causa de fracasos y las barreras que pueden hacer que un programa de mejora fracase.

- En la literatura revisada se comprobó que usualmente los diferentes métodos y/o modelos han sido vistos como competidores unos con otros y, por consiguiente, de forma general, han sido aplicados de forma individual. Además, se corroboró que existe poca comprensión en como integrarlos para obtener mejores resultados.

Capítulo II – Diagnóstico del estado actual y Diseño del modelo para la mejora de procesos en la ingeniería de software en la empresa Softel.

En este capítulo se desarrolla el diagnóstico del estado actual de la gestión de la mejora de proceso en la empresa Softel. Se utiliza la técnica de la entrevista, la cual fue elaborada a partir de los elementos identificados en un programa de mejora; determinándose los principales problemas y las causas que los provocan. A partir de este diagnóstico y la investigación realizada en el capítulo I se establecen las bases teórica – metodológica del modelo para organizar la mejora de proceso en la empresa Softel.

Además, en este capítulo se realiza el diseño del modelo, él cual está formado por el mapa conceptual de la gestión de la mejora de proceso, el proceso de mejora de proceso y la descripción de los roles, responsabilidades, habilidades y competencias de cada uno de ellos así como las estructuras funcionales requeridas en la empresa para la organización y correcta gestión del programa de mejora. El modelo fue elaborado por la autora del presente estudio, a partir de la utilización de conceptos y enfoques planteados sobre la base de las revisiones bibliográficas realizadas. Este modelo le permitirá a la empresa Softel conocer y organizar la gestión de sus proyectos de mejora en los procesos de ingeniería de software.

2.1. Caracterización de la organización.

La Empresa SOFTEL pertenece al Ministerio de Informática y Comunicaciones (MIC) y tiene como misión gestionar las tecnologías de la información y el conocimiento en función de obtener soluciones informáticas que eleven la eficiencia y eficacia del sistema de salud. Por la cantidad de trabajadores que en la empresa laboran actualmente, se considera como una mediana empresa.

Con el propósito de cumplir con esta misión, la empresa posee un conjunto de direcciones y grupos de trabajo que se muestran en el anexo # 1.

Básicamente la empresa se ha organizado en dos grandes áreas productivas con un director al frente en cada una de ellas.

- La Dirección de Desarrollo de Software: Encargada de desarrollar las aplicaciones de software.
- La Dirección de Servicios Informáticos: Encargada de realizar todos los servicios postventa.

La empresa posee, entre otras funciones, la de implementar un sistema de excelencia para el desarrollo y mantenimiento de productos de software especializados en salud. Para lograr esto, la Dirección de Desarrollo de Software posee, entre otras, las siguientes responsabilidades:

1. Dirigir metodológicamente, organizar y controlar el proceso de desarrollo de software.
2. Garantizar el soporte tecnológico en el desarrollo de software.
3. Controlar el cumplimiento de los indicadores de calidad en los trabajos a realizar.
4. Consultar al comité de expertos en la definición de políticas, objetivos y métricas de ingeniería de software.
5. Elaborar la documentación que traza pautas informativas de la producción en la entidad, el flujo de información interno y externo y el empleo de los sistemas informáticos.

Para el cumplimiento de estas responsabilidades la Dirección de Desarrollo de Software y la Dirección de Servicios Informáticos tienen como uno de sus objetivos principales, la mejora continua de los procesos de ingeniería de software como vínculo directo para alcanzar mejores resultados en el desarrollo y mantenimiento de productos de software.

2.2. Diagnóstico de la mejora de proceso en la ingeniería de software en la empresa Softel.

Para el desarrollo del diagnóstico de la mejora de proceso en la ingeniería de software en la empresa Softel se tomó como punto de partida los elementos que forman parte de la mejora de proceso vistos en el capítulo número uno. La técnica utilizada para la realización del diagnóstico fue la entrevista. La autora del presente trabajo realizó un diseño de la misma tomando como base los formularios del método de evaluación SCAMPI (**S**tandard **C**MMI **A**ppraisal **M**ethod for **P**rocess **I**mprovement) para la evaluación del modelo CMMI, específicamente de las áreas de proceso Definición de Procesos Organizacionales (OPD por sus siglas en inglés), Enfoque a Procesos Organizacionales (OPF, por sus siglas en inglés), Métricas y Análisis (MA, por sus siglas en inglés) y el Anexo A de la norma ISO 9004 "Directrices para la autoevaluación". El objetivo fundamental que se persigue con la realización de la misma es la de identificar que elementos de la mejora de proceso, existen o no, en la organización y como esta, está organizada, así como establecer si existen un conjunto de condiciones propias de la mejora de procesos. La estructura de la entrevista se encuentra en el anexo # 2. A continuación se muestran los aspectos generales que fueron abordados en la misma:

1. Enfoque organizacional de gestión de proceso.

2. Estándar de calidad de proceso y su método de evaluación.
3. Sistema de métricas.
4. Estándar de calidad de producto.
5. Gestión del conocimiento.
6. Gestión de la mejora.

La entrevista se realizó a especialistas de la Dirección de Desarrollo, donde además existe un manual de normas y procedimientos con la descripción del proceso de desarrollo de software así como un conjunto de buenas prácticas para la ejecución del mismo.

A continuación se muestra el resultado de las entrevistas realizadas a diferentes especialistas de la Dirección de Desarrollo. Con el propósito de organizar la descripción de los resultados, estos se detallan a continuación agrupados por los elementos que forman parte de un programa de mejora.

1.- Enfoque organizacional de gestión de proceso.

El objetivo de la gestión de procesos es el de aumentar la eficiencia de la organización. Para que está se realice, la organización tiene que identificar y gestionar un conjunto de actividades relacionadas entre sí.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación de la interacciones entre estos procesos, así como su gestión puede denominarse como “enfoque basado en proceso” [42].

Como resultado de las entrevistas se pudo determinar:

1. En la empresa cada una de las direcciones tiene definido un manual de normas y procedimientos y en ocasiones existe la descripción del proceso. Cada proceso identificado tiene elaborada su ficha de proceso la cual incluye un diagrama de flujo del proceso.
2. Si bien los procesos están identificado, no está definida la interacción de los mismos.

2.- Estándar de calidad de proceso y su método de evaluación.

Si bien se pudo establecer que los manuales de normas y procedimientos y la descripción de los procesos se realizó siguiendo la norma NC ISO 9001:2001, se pudo evidenciar que la organización del Sistema de Gestión de la Calidad no cumple con este estándar debido a que incumple con uno de sus requisitos base: la gestión de proceso, por cuanto no está establecida la interacción entre los mismos, prevaleciendo la gestión funcional de cada una de las direcciones de la empresa y no la

gestión de los procesos. Tampoco existe un método de evaluación del sistema de gestión existente. Además, no se tiene clara comprensión de qué es CMMI y cómo nos puede ayudar a mejorar.

3.- Sistema de métricas.

Como resultado de las entrevistas se pudo constatar que en la empresa se recogen un conjunto de datos con los cuales se calculan los indicadores para evaluar:

1. Productividad.
2. Satisfacción de los clientes (ICP).
3. Competencias de los trabajadores.
4. Algunos aspectos del desarrollo de un proyecto: cantidad de errores detectados en el trabajo de un programador, cumplimiento del cronograma de trabajo y tiempo de desarrollo de un componente, entre otros.

Se evidenció que la empresa no posee un sistema de mediciones en relación con la ejecución del desarrollo de un producto o servicio de software, por lo que no puede medir y, por consiguiente, evaluar la calidad con que desarrolla ese servicio o producto.

4.- Estándar de calidad de producto.

Se pudo constatar que no se tiene adoptado formalmente ningún estándar internacional de calidad de producto. A pesar de ello está establecido un conjunto de requisitos de calidad para cada uno de los productos que se desarrollan, los cuales son verificados mediante la ejecución de las pruebas. La calidad en la prestación de un servicio de software se mide mediante la realización de encuestas a los clientes para calcular el índice de calidad percibida (ICP).

5.- Gestión del conocimiento.

Si bien en las entrevistas se pudo evidenciar que la empresa tiene establecido un mecanismo para capturar el conocimiento adquirido en los proyectos y documentarlo para hacerlo disponible al resto, no está claramente definido como distribuir el mismo, debido a que si bien se hace disponible en los servidores para toda la organización, no existen mecanismos de comunicación que informen a los interesados de como encontrarlo. Además, no existen políticas organizacionales para la formalización y empaquetamiento del conocimiento adquirido a nivel de proyecto.

6.- Gestión de la mejora.

Como resultado de las entrevistas realizadas quedó evidenciado que en la empresa existe un ambiente favorable para el cambio. Constantemente por las diferentes direcciones y grupos de

trabajo se realizan análisis de las causas de los problemas y se corrigen los procesos. Si bien esto es positivo tiene influencias negativas, debido a que estos cambios se realizan sin control alguno, provocando inestabilidad en las interrelaciones de los diferentes grupos. No se priorizan ni se gestionan sus riesgos y no se analiza su impacto en la organización.

A partir de las entrevistas realizadas se identificaron un conjunto de problemas entre los que se encuentran:

1. No existe definida una estrategia para definir e implementar un Sistema de Gestión de la Calidad que lleve a la empresa a la excelencia y que se base en el enfoque de gestión de proceso.
2. No existe una coordinación entre los grupos de trabajo de las direcciones para la realización de los cambios en los procesos.
3. Se ejecutan muchos cambios a la vez, no alineándolos a los objetivos estratégicos ni definiendo las prioridades de los mismos.
4. No se evalúa el impacto del cambio.
5. No se comprende que el cambio de proceso es un proyecto; por consiguiente no se gestionan.
6. No está establecida la interrelación de los procesos definidos en cada una de las direcciones y grupos de trabajo.
7. No está establecido de forma explícita el estándar de calidad para los productos que se desarrollan.
8. No existe a nivel organizacional una estrategia de capacitación para que los trabajadores aumenten sus competencias en la ejecución de las actividades de ingeniería de software y mejora de procesos.
9. No existen mecanismos de comunicación para que los equipos de proyectos sepan donde y como asimilar los conocimientos adquiridos por otros grupos.

Para determinar las causas que originan los problemas descritos, se realizó un análisis de causa-efecto. Para ello a cada problema detectado se le identificaron un conjunto de causas potenciales, utilizando la herramienta de diagrama causa-efecto. Ubicando el problema de la presente investigación: poca organización del proceso de mejora en la ingeniería de software, como efecto, y cada uno de los problemas identificados como causas a este problema. En la figura 2.1 se puede ver

el diagrama causa-efecto elaborado. Para la construcción del diagrama causa-efecto y la determinación de las causas fue empleada la técnica de tormentas de ideas.

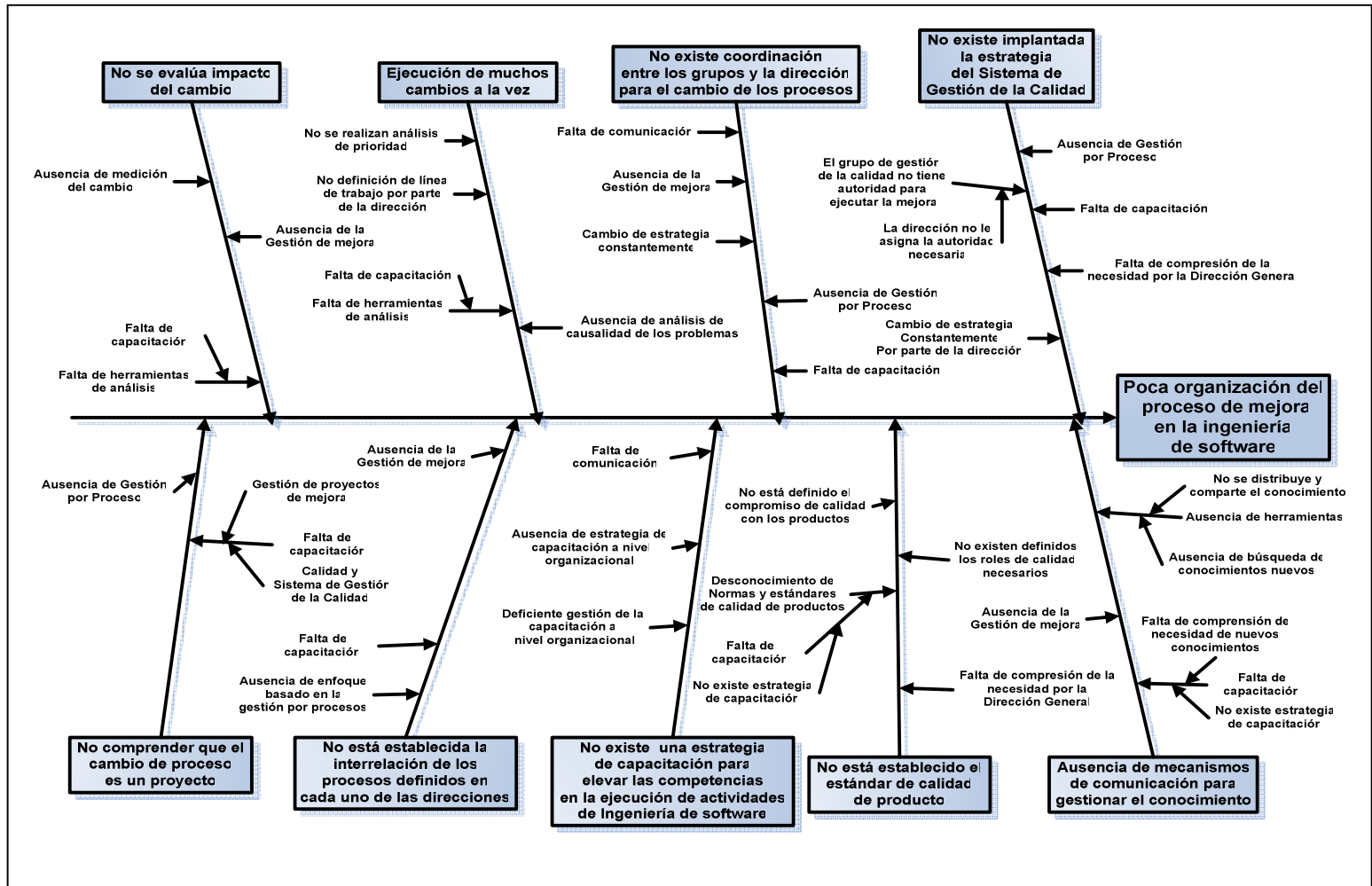


Figura 2.1. Diagrama Causa - Efecto de los problemas detectados en el diagnóstico del estado actual de la mejora de proceso en la empresa Softel.

Para analizar y determinar el orden en que deberían ser eliminadas las causas, se determinó con que frecuencia aparecía cada una de ellas en los problemas detectados. En la tabla # 7 aparecen las frecuencias con que cada causa se repite en cada uno de los problemas. A partir de estos valores se realizó un diagrama de Pareto el cual se puede ver en la figura 2.2.

Tabla # 7. Frecuencia de las causas.

No.	Causas	Frecuencia Simple	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa Simple	Frecuencia Relativa Acumulada
1	Falta de capacitación.	9	9	27,27%	27,27%
2	Ausencia de la gestión de procesos.	4	13	12,12%	39,39%
3	Ausencia de la gestión de la mejora.	4	17	12,12%	51,52%
4	Falta de comprensión por parte de la dirección general.	2	19	6,06%	57,58%
5	Cambios frecuentes en la estrategia.	2	21	6,06%	63,64%
6	Falta de comunicación.	2	23	6,06%	69,70%
7	La dirección general no le asigna la autoridad al grupo de gestión de la calidad.	1	24	3,03%	72,73%
8	Ausencia de análisis de causalidad de los problemas.	1	25	3,03%	75,76%
9	No se realizan análisis de prioridades.	1	26	3,03%	78,79%
10	No existen definidas líneas de trabajo por parte de la dirección.	1	27	3,03%	81,82%
11	Ausencia de medición del cambio.	1	28	3,03%	84,85%
12	No está definido el compromiso de calidad con los productos.	1	29	3,03%	87,88%
13	No están definidos los roles de calidad necesarios.	1	30	3,03%	90,91%
14	Ausencia de la estrategia de capacitación a nivel organizacional.	1	31	3,03%	93,94%
15	Deficiente gestión de la capacitación a nivel organizacional.	1	32	3,03%	96,97%
16	Ausencia de herramientas automatizadas para distribuir y buscar el conocimiento.	1	33	3,03%	100,00%

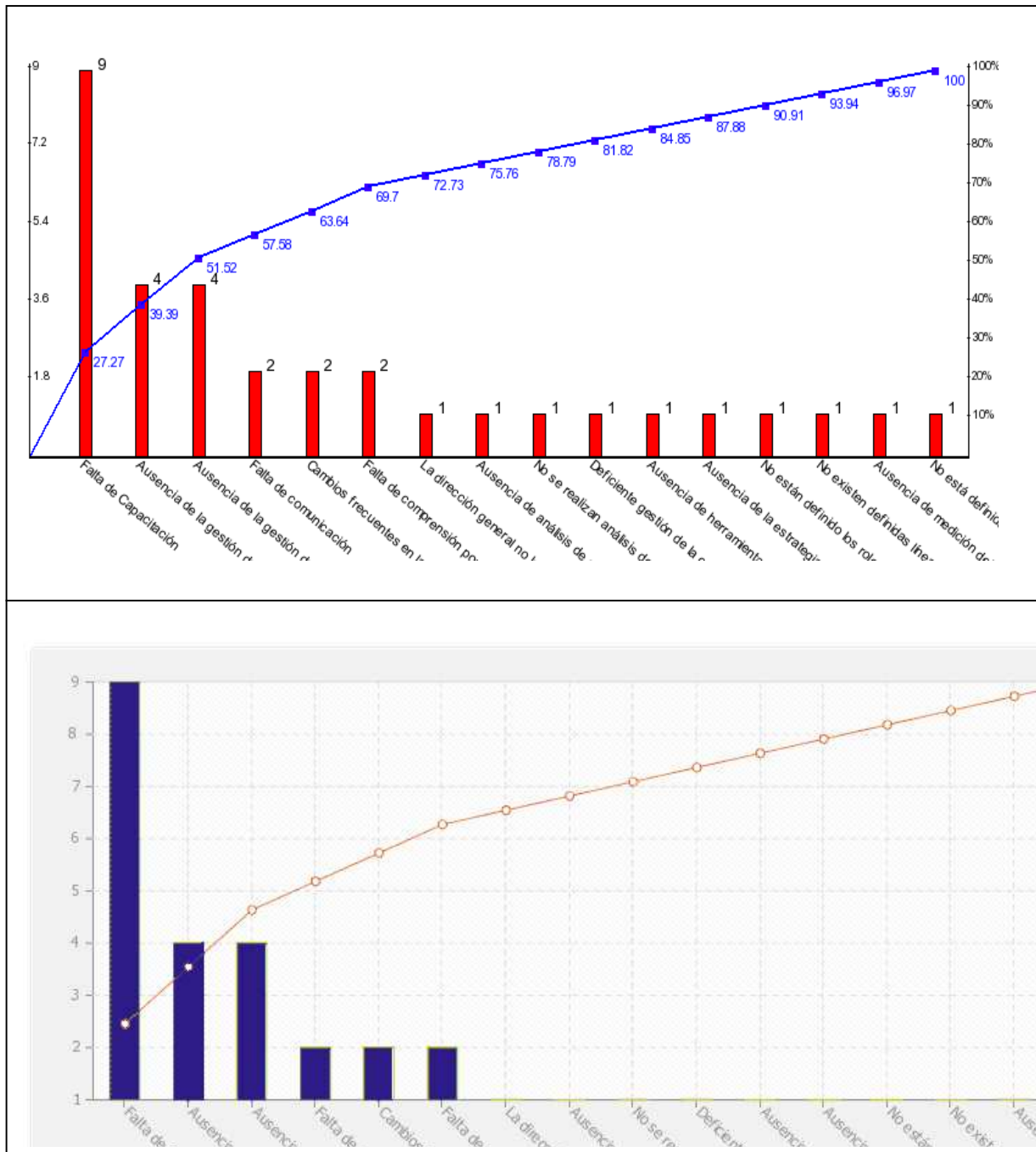


Figura 2.2. Diagrama de Pareto.

El resultado del análisis evidenció que la causa de falta de capacitación era la que más influenciaba en los problemas. En segundo lugar se encontraba la ausencia de la gestión de la mejora y la

gestión por proceso, además, durante el análisis quedó evidenciado que el resto de las causas podrán ser eliminadas al resolverse estas tres primeras, ver figura 2.2.

Con el propósito de eliminar las causas principales que provocan la poca organización de la mejora en la ingeniería de software, tomando como punto de partida el análisis anterior, se elaboró en la empresa una estrategia que consta fundamentalmente de dos etapas. La primera etapa da solución a la capacitación, En la actualidad se está ejecutando un plan de capacitación organizacional para aumentar las competencias en el modelo CMMI v 1.2, en la norma ISO NC 9001:2001 y en temas generales de la calidad, con un diplomado de gestión de la calidad, en el cual aborda los diferentes elementos de un sistema de gestión de la calidad y su mejora continua. Como segunda etapa se pretende dar solución a la organización de la gestión por proceso y la gestión de la mejora de continua mediante la elaboración de un modelo, siendo este el objetivo del presente trabajo.

A continuación se presentará el diseño de un modelo que le permitirá al grupo de calidad de la Empresa Softel organizar la mejora de proceso en el área de ingeniería de software. Este modelo será una herramienta de trabajo para determinar los problemas actuales que limitan el cumplimiento de los objetivos e indicarles como llevar a cabo un proyecto de mejora de proceso. A continuación se comenzará a desarrollar el *modelo para la organización de la mejora continua en la ingeniería de software en Softel*.

2.3. Bases teóricas del modelo para organizar la mejora continua en la empresa Softel.

Para la concepción del modelo para organizar la mejora continua en la empresa Softel, se tomaron como base los modelos y métodos investigados en el capítulo I, teniéndose como **premisa** el reconocimiento de la necesidad de un cambio en los procesos de ingeniería de software. Esta necesidad es identificada mediante el diagnóstico del estado actual o mediante la identificación de problemas de rendimiento en los procesos actuales. Identificada esta necesidad, se debe tener un conocimiento del estado que deseamos alcanzar para lograr el compromiso de los directivos y empleados en implementar el estado deseado.

El modelo diseñado toma como base la estrategia empresarial, su misión, visión y objetivos del negocio, a partir de ellos sigue las recomendaciones y sugerencias encontradas durante la investigación. Por tal razón adopta los siguientes métodos y modelos para cada uno de los elementos que forman parte de un programa de mejora y que quedan definidos dentro del modelo:

1. Como estándar de calidad se decidió la adopción de la norma NC ISO 9001:2008 y el modelo CMMI representación continua, esta forma le permite a la empresa la selección libre del orden de la mejora, asegurando su alineación a los objetivos estratégicos y necesidades del negocio.

A pesar de que ISO y CMMI tienen diferentes arquitecturas, diferentes vocabularios y diferentes modelos de evaluación, ambos se pueden complementar, tomando de cada uno de ellos sus fortalezas. En la tabla # 3 podemos ver las fortalezas de cada uno de estos modelos [26].

Tabla # 3: Fortalezas de CMMI y de ISO 9001:2000.

<i>CMMI</i>	<i>ISO 9001:2000</i>
Prácticas detalladas de ingeniería.	Enfocado en la satisfacción del cliente.
Programa comprensivo de prácticas de gestión.	Enfocado en el control de registro.
Concepto de incrementar el nivel de madurez.	Aseguramiento de la disciplina del proceso a través de toda la organización.
	Auditorías anuales para inspección.

De forma general, la estrategia recomendada es la de seleccionar de CMMI las mejores prácticas y de la ISO la infraestructura de procesos para unirlas en un sistema único, asegurándose que exista conformidad tanto con CMMI como con ISO [43]. Además la empresa tiene como objetivo diseñar un sistema de gestión de la calidad que pueda ser certificado con la norma NC ISO 9001:2008.

2. Para definir las métricas se seleccionó GQM (Goal Question Metrics): Objetivo-Pregunta-Métrica, debido a que su principio básico radica en que la medición siempre se debe realizar orientada a un objetivo. Este se refina en preguntas y se definen métricas que intentan dar información para responder a estas preguntas, además este método ha sido utilizado ampliamente en la industria del software y es considerado como la técnica más efectiva para definir y aplicar métricas al proceso de desarrollo.

Por otra parte, el modelo CMMI posee el área de proceso “Medidas y Análisis”, la cual describe un conjunto de prácticas en las cuales, sin estar mencionado de forma explícita, se encuentran los fundamentos básicos de GQM [44]. Además, alcanzar los niveles 4 y 5 de CMMI implica la institucionalización de procesos administrados cuantitativamente (nivel 4) y la optimización de

procesos (nivel 5), todo lo cual requiere del establecimiento de un sistema de métricas bien definido.

3. Para la gestión del conocimiento, la estructura que brinda el modelo Factoría de Experiencia es de fácil aplicación en la empresa, debido a que existe una cultura para documentar el conocimiento el cual es compartido utilizando la tecnología de soporte que la empresa posee: servidores, red e intranet, solo habría que diseñar las estructuras que tendrán la responsabilidad del empaquetamiento, almacenamiento y formas de recuperación del conocimiento más efectivas que las existentes en la actualidad. Por otra parte, el modelo CMMI versión 1.2 posee los elementos para gestionar el conocimiento, esto se logra una vez que la organización alcanza el nivel de madurez 3, el cual plantea que los procesos deben estar definidos; además, el área de proceso “Definición de los procesos organizacionales” tiene como objetivo fundamental el de establecer y mantener un conjunto de procesos organizacionales usables, para con ello asegurar un ambiente de trabajo estándar [14]. Esto es igualmente reforzado por la NC ISO 9001:2008 con el Manual de Calidad. Por otra parte, quedo establecida como estrategia, la creación de una base de datos para gestionar los activos de procesos vigentes en la organización.
4. Para la gestión del programa de mejora es sin duda el método Seis Sigma el más integral, a pesar de sus debilidades estas son reforzadas con las fortalezas del modelo CMMI. En la tabla # 4 se muestran las debilidades y fortalezas de Seis Sigma y CMMI respectivamente.

Tabla # 4. Debilidades y Fortalezas de Seis Sigmas y CMMI respectivamente.

Debilidades Seis Sigma	Fortalezas CMMI
Difícil de implementar en una organización de bajo nivel de madurez.	Está enfocado a mecanismos de estructura y de gobierno.
Requiere de una correcta selección del proyecto.	Enfocado a mecanismos de administración del proceso.
No posee una visión del sistema.	Posee una visión de sistema.
Demanda de una estructura organizacional para la gestión del cambio y del gobierno.	Está enfocado a mecanismos de gestión, control del cambio y sistema de métricas.

El modelo CMMI posee el área de procesos “Enfoque Organizacional de Procesos” cuyo propósito es el de planear, implementar y desplegar la mejora de los procesos organizacionales, tomando como base la comprensión de las actuales debilidades y fortalezas de los procesos existentes [14].

Además existen diferentes investigaciones en las cuales se establecieron las similitudes entre ISO 9001:2000 y el modelo CMMI, así como ejemplos del uso de Seis Sigma con CMMI, sinergia para la cual también se han realizado investigaciones [26], [45], [46], [34, 43].

Por otra parte, el método IDEAL, diseñado específicamente para gestionar la implementación del modelo CMMI; brinda un conjunto de actividades a ejecutar a partir de la evaluación del estado actual; proponiendo además, un conjunto de roles y responsabilidades que deben estar presente en la organización para dar soporte y ejecutar las actividades del modelo.

Por lo anteriormente expresado, se decidió utilizar de Seis Sigma: su fortaleza en las técnicas estadísticas y herramienta de mejora y de análisis de datos así como su ciclo de mejora DMAIC. Del modelo IDEAL: los roles y responsabilidades así como algunas de las actividades que ejecuta en cada una de sus fases. En la tabla # 5 se resume la estrategia a seguir.

Tabla # 5: Resumen de la estrategia.

Gestión del Programa de Mejora	Calidad de Procesos		Mediciones	Gestión del Conocimiento
	Evaluación	Estándar		
Seis Sigma	CMMI	ISO 9001 y 90003	GQM	Factoría de Experiencia
IDEAL	ISO 9001	CMMI v 1.2		

2.3.1. Base teórico – metodológica del mapa conceptual.

El concepto completo de gestión de la mejora de proceso no se encontró de forma explícita en la investigación realizada, el mismo fue elaborado a partir de la realización de los fundamentos teóricos de la presente investigación. Su propósito es el de explicar de forma detallada los elementos que forman parte de la gestión de la mejora. La base teórica del mapa conceptual radica en el modelo CMMI, la norma ISO 9001:2000, la metodología Seis Sigma y el método IDEAL, en la tabla # 8 se describe que aportó cada método, metodología, estándar o modelo, al mapa conceptual.

Tabla # 8. Estándares, modelos o metodologías que aportaron conceptos al mapa.

Concepto	Estándar, Modelo, Método y Metodología
Aseguramiento de la calidad de los productos y procesos estandarizados de la organización.	ISO 9001:2008. CMMI, área de proceso PPQA (Process and Product Quality Assurance).

Política de calidad. Objetivos de mejora.	ISO 9001:2008 requisito de documentación 4.2. CMMI, área de proceso OID (Organizational Innovation and Deployment) S.P 1.1.
Programas de capacitación para el aumento de las competencias de los recursos humanos	CMMI, área de proceso OT (Organizational Training) S.G 1; 2 (S.P 2.3). ISO 9001:2008 requisito 6.2.2
Identificar problemas y oportunidades para analizarlos y proponer cambios.	Seis Sigma. IDEAL.
Ejecutar el proyecto de mejora primeramente en un piloto, seleccionando para ello un proyecto de desarrollo de software.	IDEAL. CMMI área de proceso OID (Organizational Innovation and Deployment) S.P 1.3.
Procesos definidos a nivel de proyecto de desarrollo.	CMMI. ISO 9001:2008 Requisito 7.
Procesos estandarizados de la organización y sus elementos básicos.	CMMI, área de proceso OPD (Organizational Process Definition), S.P. 1.1. ISO 9001:2008 Gestión por proceso
Evaluar los cambios realizados en el proceso antes de institucionalizarlos.	CMMI, áreas de proceso OID (Organizational Innovation and Deployment) S.P. 1.4. y MA (Measurement and Analysis). Seis Sigma.
Medir el rendimiento de los procesos.	Seis Sigma.
Grupos de proceso	CMMI; Estructura de trabajo de los grupos de ingeniería de software (SEPG: Software Engineer Process Group). ISO 9001:2008. Gestión por proceso.

2.4. Diseño del modelo para la gestión de la mejora de proceso.

El modelo de mejora que proponemos ha sido desarrollado con el propósito de organizar la gestión de la mejora de procesos en la ingeniería de software en la Empresa Softel y tiene entre sus objetivos principales:

- Lograr la organización de la gestión de la mejora de procesos de manera disciplinada, mediante el cumplimiento y realización sistemática de las actividades de trabajo propuestas.
- Definir objetivos para el ciclo de mejora en base a los objetivos estratégicos del negocio y la política de calidad de la empresa.

- Evaluar los resultados de cada ciclo de mejora, así como monitorear y supervisar el proyecto de mejora; evaluando frecuentemente su eficacia e impacto en la organización.
- Identificar nuevas estrategias para mejorar el proceso.
- Medir sistemáticamente el rendimiento de los procesos definidos en los proyectos de desarrollo.
- Facilitar su aplicación en la empresa con pocos recursos y en poco tiempo.

El modelo diseñado esta compuesto por los siguientes elementos:

1. Mapa conceptual de la gestión de la mejora de proceso.
2. Proceso de gestión de la mejora de proceso.
3. Roles, responsabilidades, habilidades y competencia.
4. Estructura funcional para la organización de los grupos de procesos y directivos que apoyan y soportan la ejecución de las actividades de mejora de procesos.

2.4.1. Diseño del mapa conceptual.

El mapa conceptual es una herramienta muy valiosa para la organización y representación del conocimiento, por lo que fue el primer elemento del modelo diseñado. Su elaboración tiene como objetivo fundamental el de contribuir al aprendizaje de los conocimientos relacionados con la gestión de la mejora de proceso en la ingeniería de software, constituyendo además el punto de partida para la elaboración del resto de los elementos del modelo.

La gestión de la mejora de proceso constituye un elemento de un programa de mejora; por consiguiente para el diseño de su mapa conceptual partimos de la elaboración del mapa conceptual de un programa de mejora. Ambos mapas aparecen detallados en las figuras 2.3 y 2.4. El concepto que ambos mapas contienen se describe a continuación.

“Un Programa de Mejora de Proceso está formado por un conjunto de elementos, entre los que se encuentra, la gestión de la mejora. La gestión de la mejora de proceso es una actividad de aseguramiento de la calidad que tiene como propósito garantizar la calidad de los productos mediante la mejora continua de los procesos estandarizados de la organización. Por otra parte, para realizar una correcta gestión de la mejora se necesita definir, de forma clara y medible, los objetivos que se pretenden alcanzar; teniendo estos que estar alineados a la política de calidad establecida en la organización. La gestión de la mejora de proceso, de forma activa y sistemática, tiene la

responsabilidad de identificar, evaluar y ejecutar las mejoras en los procesos estandarizados de la organización, siendo su objetivo fundamental el de identificar problemas y oportunidades, los cuales son analizados, evaluados y priorizados para proponer los cambios necesarios en los procesos. Estos cambios son primeramente ejecutados en un proyecto piloto y de ser aprobados, entonces son incorporados a los procesos estandarizados de la organización. Para lograr todo lo anterior, la gestión de la mejora deberá establecer programas de capacitación para aumentar las competencias y conocimientos de todos sus miembros; estando dirigida la misma al aumento de las habilidades y competencias en las actividades de mejora de proceso y buenas prácticas de ingeniería de software. Para ejecutar la gestión de la mejora de proceso, la organización deberá tomar como base el enfoque a proceso y organizar los grupos de gestión de proceso que sean los responsables de auditar, inspeccionar, medir y evaluar tanto el rendimiento de los mismos como su adherencia y desempeño.”

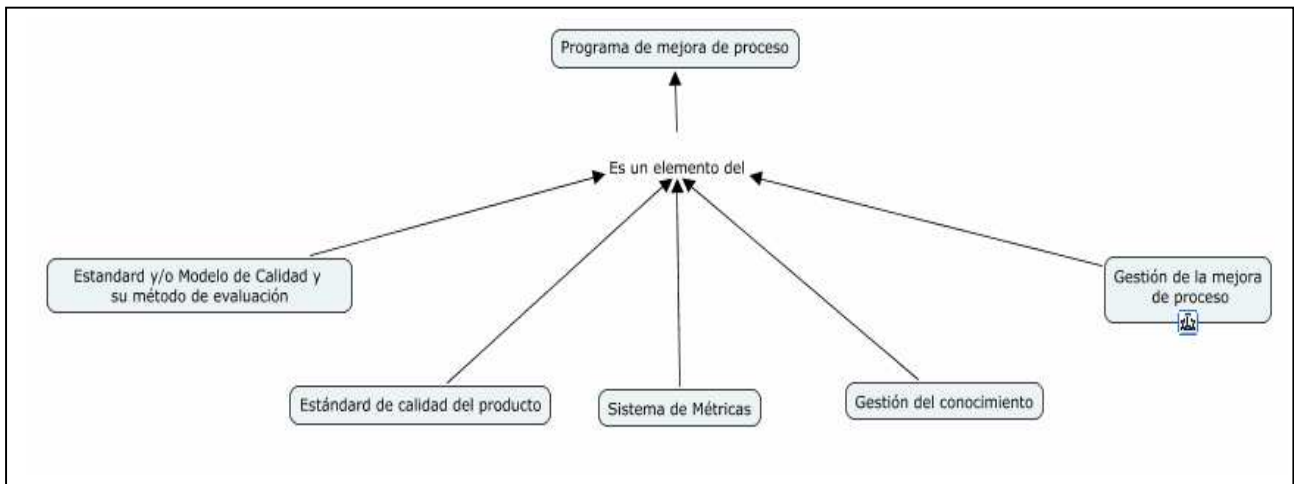


Figura 2.3. Mapa conceptual del programa de mejora de proceso.

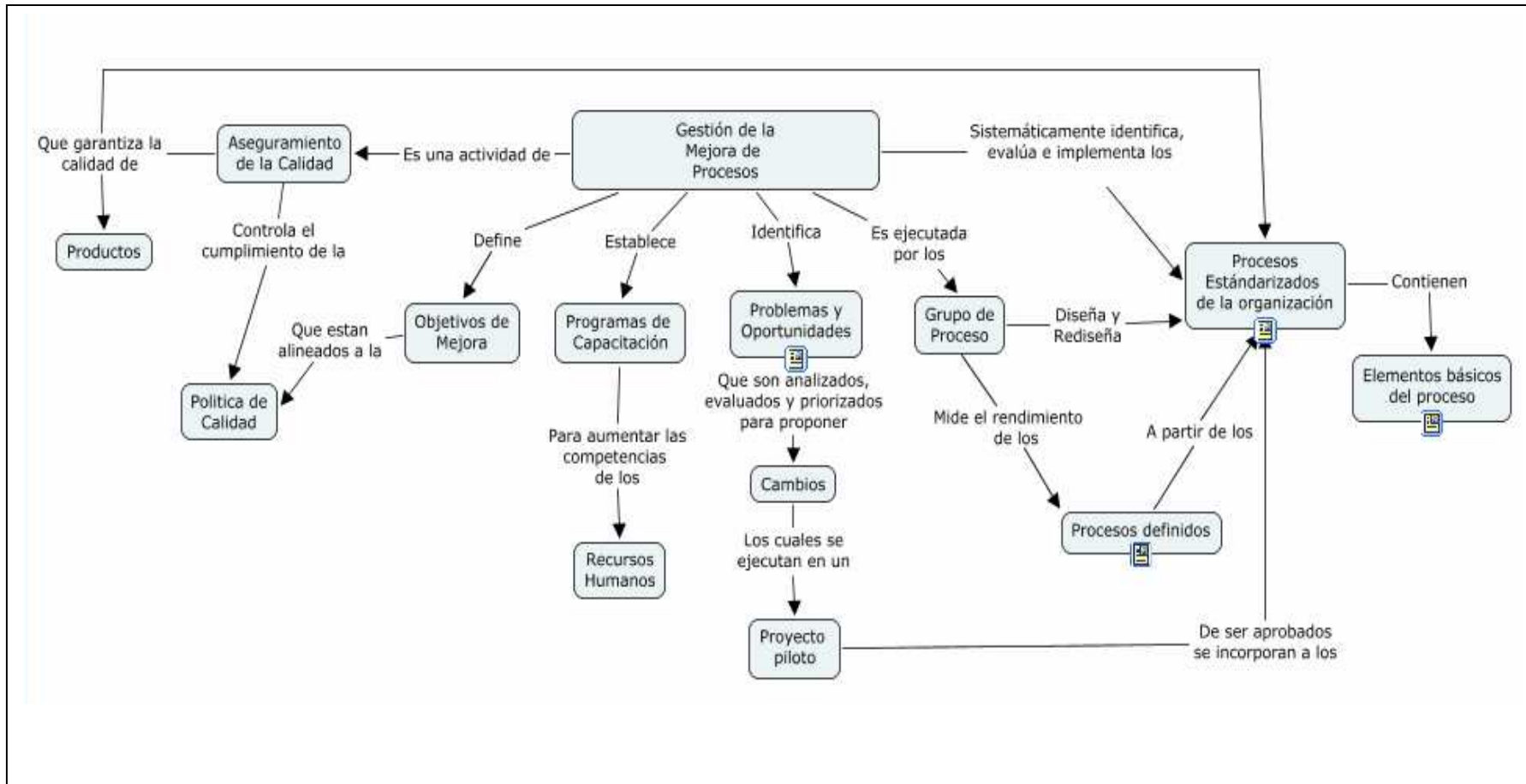


Figura 2.4. Mapa conceptual de la gestión de la mejora de proceso.

A partir del mapa conceptual, se definió un proceso de mejora que tiene en cuenta todos los conceptos que aparecen en el mismo y , además, cumple con los requisitos de la norma NC ISO 9001:2008; pues, para su diseño se consideró el cumplimiento de los 8 principios de la gestión de la calidad:

1. Enfoque al cliente.
2. Liderazgo.
3. Participación del personal.
4. Enfoque basado en procesos.
5. Enfoque de sistema para la gestión.
6. Mejora continua.
7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.
8. Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores.

En el anexo # 3 se detalla como el proceso cumple con estos 8 principios.

2.4.2. Diseño del proceso.

Para la definición del proceso se tomaron las actividades del método IDEAL y se combinaron con las técnicas estadísticas y herramientas de mejora de la metodología Seis Sigma, por lo que el resultado obtenido es un híbrido de estos dos métodos de mejora de proceso.

El proceso diseñado tiene un enfoque iterativo e incremental para realizar la transición del modelo actual del negocio, al modelo “Futuro” o estado deseado, en la figura 2.5 se visualiza este enfoque. Con el se planea satisfacer los siguientes principios:

- Entrega temprana y continua de mejoras.
- Diagnóstico continuo y rápido de procesos.
- Medición básica del rendimiento de los procesos.
- Aprendizaje continuo.

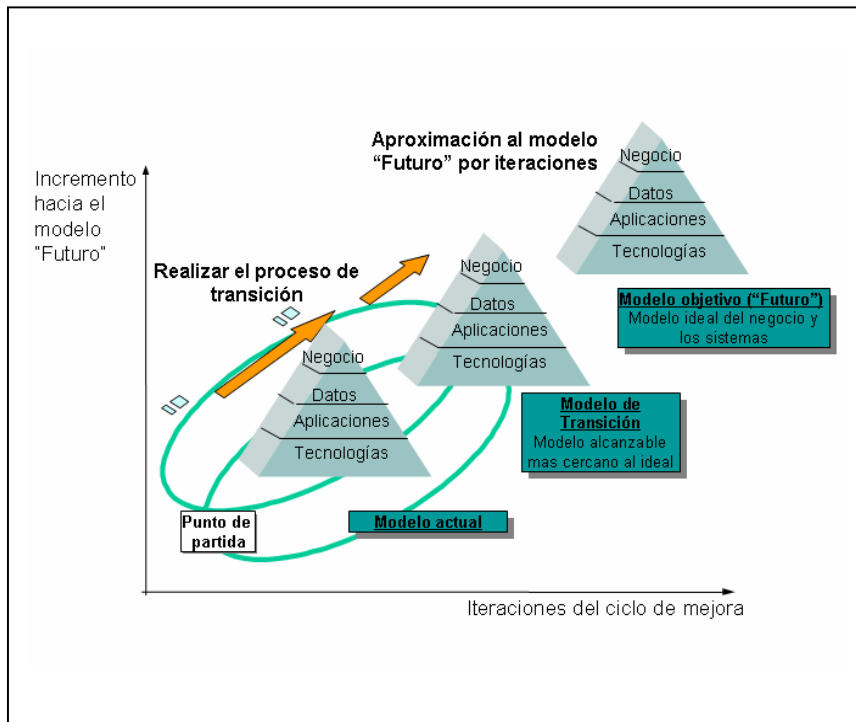


Figura 2.5. Naturaleza iterativa e incremental del proceso.

El proceso tiene un conjunto de actividades cuya ejecución garantiza la organización y gestión del programa de mejora en la empresa. En la figura 2.6 se muestra el flujo básico de este proceso y en la tabla #10 aparecen las actividades que son ejecutadas en el mismo.

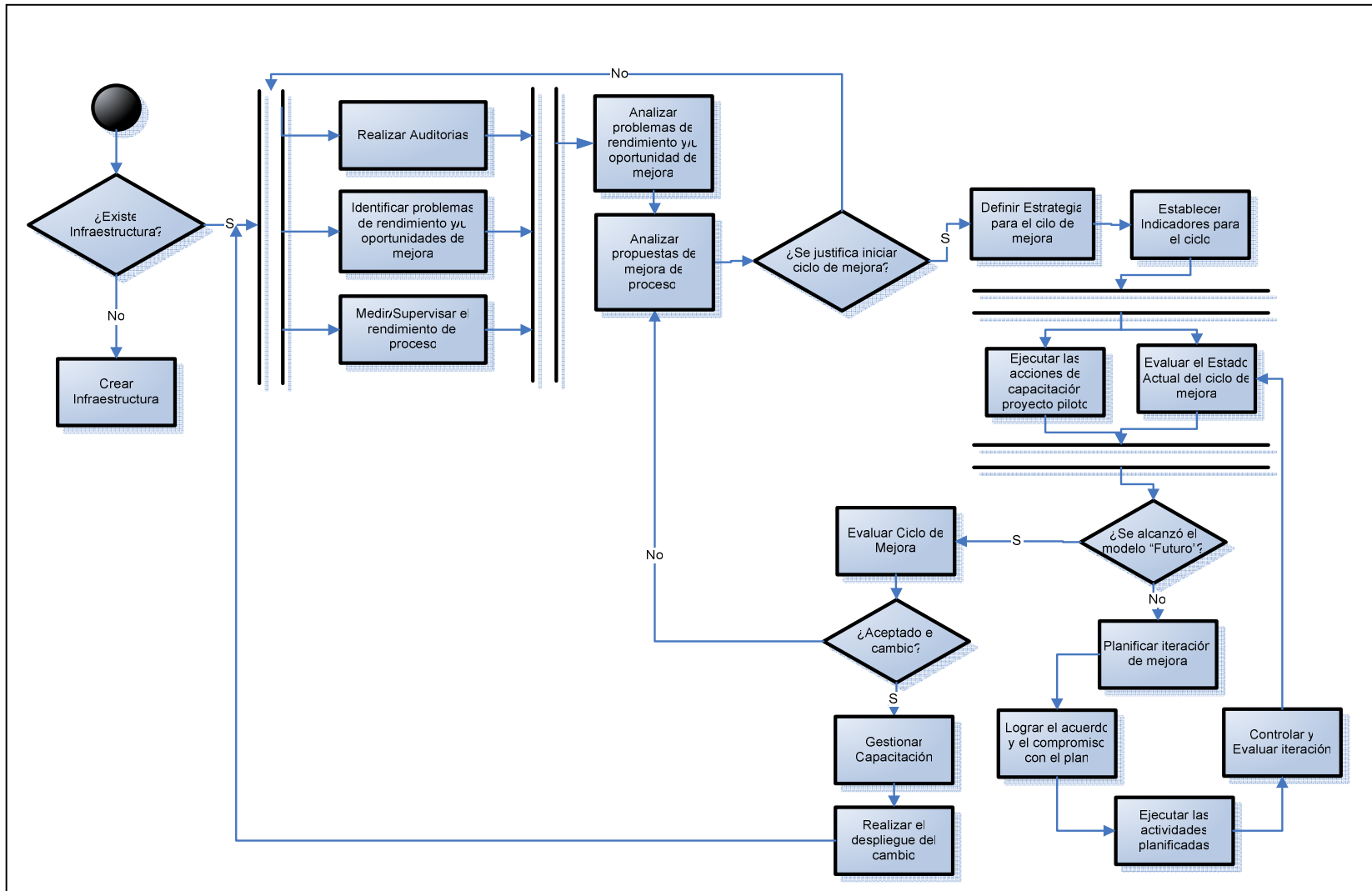


Figura 2.6. Diagrama de flujo básico del proceso de mejora.

Tabla # 10. Actividades del proceso de mejora.

1. Crear infraestructura.	10. Evaluar el estado actual del ciclo de mejora.
2. Realizar auditorías/revisiones/inspecciones.	11. Planificar iteración de mejora.
3. Medir/Supervisar el rendimiento del proceso.	12. Lograr acuerdo y compromiso con el plan.
4. Identificar problemas y/u oportunidades.	13. Ejecutar las actividades planificadas en la iteración.
5. Analizar problemas u oportunidades.	14. Controlar y evaluar la iteración.
6. Analizar propuestas de proyectos de mejora de proceso.	15. Evaluar el ciclo de mejora.
7. Definir estrategia para el ciclo de mejora.	16. Gestionar capacitación.
8. Establecer indicadores para el ciclo.	17. Realizar despliegue del cambio.
9. Ejecutar las acciones de capacitación al equipo del proyecto piloto.	

Para poder ejecutar el proceso definido, la empresa necesita tener implantado su sistema de gestión, es decir, identificado el conjunto de procesos y sus interrelaciones que aseguran la satisfacción de las necesidades y expectativas de sus clientes. Esta identificación consiste en la elaboración del mapa de proceso del sistema, así como la descripción de cada uno de ellos en su correspondiente ficha de proceso. Cada proceso deberá a su vez tener al grupo responsable de su gestión.

Como parte de la gestión empresarial, se deberá realizar, de forma sistemática, actividades de auditorías, revisiones e inspecciones a los procesos del sistema, así como deberán medirse y evaluarse su rendimiento y eficacia. Como resultado de estas actividades se podrán identificar problemas u oportunidades, estos serán debidamente documentados para ser analizados por el grupo de proceso; determinándose las causa y posibles soluciones. El grupo elabora una propuesta de proyecto de mejora en la que detalla el problema u oportunidad, su causa y posible solución; así como se fundamenta su importancia, necesidad, posibles beneficios y la factibilidad y viabilidad de su implementación.

Debido a que en la organización existen varios grupos de procesos, el grupo calidad recibirá las propuestas de mejora de cada uno de los grupos. Estas propuestas son analizadas por un grupo de

expertos que las prioriza y organiza en un programa de mejora coherente, el cual de ser factible y viable, dará inicio a un ciclo de mejora en la organización.

El ciclo de mejora se inicia con la definición de la estrategia. En ella se describe el modelo actual del negocio y se diseña el modelo “futuro” o estado deseado que se quiere alcanzar; se establecen los objetivos e indicadores de mejora para el ciclo y se selecciona el proyecto piloto de desarrollo de software en el que se probará y evaluará el modelo “futuro”.

Antes de comenzar las iteraciones se brindará la capacitación al equipo de proyecto que implementará el cambio. El objetivo fundamental es el de comunicar los objetivos del proyecto de mejora, así como adiestrar a los trabajadores en la nueva forma de trabajo. Paralelamente se realizará un diagnóstico en el proyecto piloto, para determinar la línea base del estado actual. Una vez concluidas ambas actividades, comienzan a ejecutarse las iteraciones del ciclo de mejora hasta llegar incrementalmente al modelo “futuro”.

Cada una de las iteraciones tienen como base el ciclo Deming: Planificar, Hacer, Ejecutar y Controlar cada una de las acciones de mejora. Siempre que concluya una iteración se realizará un diagnóstico, determinándose la brecha existente entre el modelo actual y el “Futuro”. A partir de este análisis se realiza la planificación del alcance y de las acciones para la nueva iteración. Una vez alcanzado el estado deseado o modelo “Futuro”, finalizan las iteraciones, analizándose el resultado del ciclo de mejora para establecer el impacto y los beneficios obtenidos y, por consiguiente, determinar la factibilidad y viabilidad de realizar el despliegue a nivel empresarial.

De ser aprobado el cambio, se ejecuta la gestión de la capacitación de todos los involucrados en la nueva forma de trabajo y se realiza el despliegue a nivel empresarial. En caso de que no sea aprobado, se realizarán nuevos análisis para seleccionar o elaborar otras soluciones al problema u oportunidad.

La descripción detallada de cada una de las actividades del proceso de mejora se encuentra en los anexos: anexo # 4, anexo # 5, anexo # 6, anexo # 7, anexo # 8 y anexo # 9.

2.4.3. Roles, responsabilidades, habilidades y competencia.

Con el propósito de contar con el personal competente y capacitado, capaz de ejecutar las actividades definidas en el proceso de mejora, se definieron los roles y sus responsabilidades, y a

partir de ellas, se establecieron las habilidades y competencias que cada uno necesita. En la tabla # 11 se describe cada rol con sus responsabilidades habilidades y competencias.

Tabla # 11. Roles, responsabilidades y competencia.

Rol	Responsabilidad	Habilidades y Competencias
Consultor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar consultoría para la definición de los procesos y organización de las estructuras funcionales. 2. Realizar consultoría en la aplicación de modelos y estándares de calidad para la gestión de los procesos. 3. Realizar consultoría en el diseño del Sistema de Gestión de la Calidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dominar modelos y estándares de calidad. 2. Dominar técnicas para el diseño y rediseño de procesos. 3. Dominar técnicas para la evaluación de los procesos y del sistema de gestión de la calidad implantado.
Ingeniero Proceso.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participar en la definición del proceso de producción (servicio o producto de software). 2. Coordinar el trabajo de los diferentes grupos de mejora. 3. Gestionar el programa/proyecto de mejora. 4. Evaluar de conjunto con los jefes de proceso la efectividad del programa/proyecto de mejora. 5. Dar soporte a la transferencia de nuevas soluciones o procesos, trabajando con los jefes funcionales y de proceso. 6. Dar soporte para lograr la maximización del rendimiento de los procesos. 7. Documentar y almacenar los resultados finales del programa/proyecto de mejora. 8. Análisis postmortem de los proyectos de mejora con los jefes de proyecto y jefes de procesos, para obtener lecciones aprendidas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dominar las metodologías y procesos de producción de un producto o servicio. 2. Dominar la gestión por proceso. 3. Dominar la definición, análisis y evaluación de métricas de proceso. 4. Dominar herramientas de mejora. 5. Dominar técnicas estadísticas. 6. Dominar técnicas de optimización de procesos. 7. Dominar el Sistema de Gestión de la Calidad implantado.
Jefe de proceso.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mantener la documentación del proceso. 2. Medir y Supervisar el rendimiento del proceso. 3. Identificar problemas y oportunidades de mejora en el proceso. 4. Promover y dirigir los trabajos de diseño o rediseño del proceso. 5. Coordinar y Comunicar con otros procesos y directores funcionales. 6. Maximizar el rendimiento del proceso. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amplios conocimientos y experiencia en el proceso del cual es jefe. 2. Dominio de la Gestión por proceso. 3. Dominio de herramientas de mejora. 4. Dominio de técnicas estadísticas. 5. Dominio de técnicas de optimización de proceso.
SQA.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar y aprobar los planes de mejora. 2. Aprobar y Supervisar el cumplimiento de los objetivos de mejora en los procesos. 3. Controlar la base de datos de los procesos. 4. Analizar de conjunto con el grupo de proceso la oportunidad de mejora. 5. Evaluar de conjunto con el grupo de proceso la factibilidad o no de introducir el cambio. 6. Realizar de conjunto con el grupo de proceso el análisis de causa de los problemas detectados en el proceso. 7. Seleccionar del proyecto piloto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dominio de modelos y estándares de calidad. 2. Amplios conocimientos y experiencia en el proceso de desarrollo de software. 3. Dominio del Sistema de gestión de la calidad implantado en la empresa. 4. Dominio de herramientas de mejora. 5. Dominio de técnicas estadísticas. 6. Dominio en la definición, análisis y evaluación de métricas.

Para ejecutar el proceso de mejora, la empresa, además de poseer personal capacitado y competente en los roles descritos anteriormente, debe crear una estructura funcional de trabajo, mediante la cual la dirección general brinde soporte y controle a los grupos de proceso y de proyectos en las actividades de mejora. Esta estructura funcional está formada por:

1. Consejo de dirección.
2. Grupo de proceso de ingeniería de software.
3. Grupo de proyecto de desarrollo.

En la tabla # 12 se muestra la responsabilidad y autoridad requerida para estos grupos funcionales y en la figura 2.6 se muestra una figura de la relación entre ellas.

Tabla # 12. Responsabilidades y autoridad de las estructuras funcionales.

Estructura Funcional	Responsabilidad
Consejo de dirección.	Dar apoyo y soporte en las acciones de mejora. Definir la estrategia, los objetivos y prioridades del ciclo de mejora. Controlar la ejecución del plan estratégico. Guiar la ejecución de las actividades del programa de mejora. Eliminar las barreras que surjan durante la ejecución del ciclo de mejora. Seleccionar el proyecto piloto. Crear los grupos de proceso. Responsable de alinear el programa de mejora a la visión de la empresa. Evaluar el progreso de las actividades de mejora contra los objetivos propuestos. Revisar las actividades de mejora contra las necesidades actuales del negocio. Monitorear la ejecución del programa de mejora. Tomar acciones correctivas contra las desviaciones en el programa.
Grupo de proceso de ingeniería de software.	Desarrollar el plan estratégico. Coordinar el trabajo con los grupos de proyecto de desarrollo. Proponer al consejo de dirección cambios al proceso. Desarrollar y mantener actualizada la base de datos del proceso. Estandarizar la ejecución del proceso en toda la organización. Medir el rendimiento y controlar el proceso. Realizar evaluaciones de la ejecución del proceso. Da soporte a los jefes de proyecto y desarrolladores (equipo de proyecto) en la ejecución del proceso. Evaluar de conjunto con los jefes de proyecto la introducción de una nueva tecnología al proceso. Dar capacitación de los cambios introducidos. Divulgar las lecciones aprendidas durante la ejecución del proceso en los diferentes proyectos. Determinar la efectividad de la mejora. Desarrollar los planes de capacitación.
Grupo de proyecto de desarrollo.	Ejecutar las actividades de mejora planificadas en el proyecto.

	Recopilar los datos de las actividades de mejora. Recopilar los datos para el cálculo de los indicadores del proceso. Investigar problemas e identificar soluciones. Evaluar el resultado del piloto.
--	--

En la figura 2.7 se muestra como se integra en la organización las estructuras funcionales definidas.

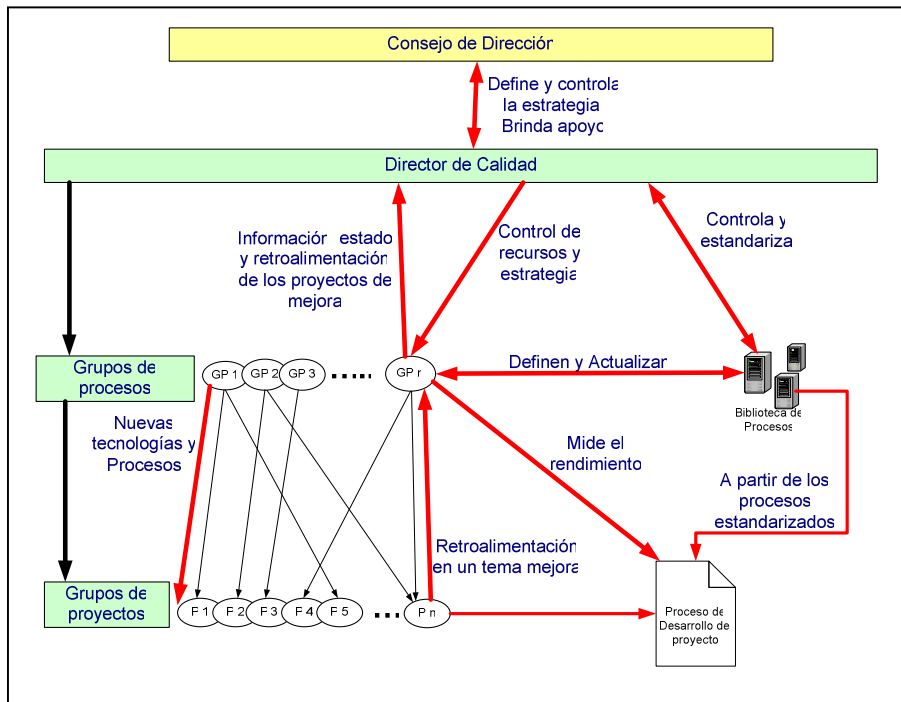


Figura 2.7. Estructura funcional para la organización de las actividades de mejora de proceso.

2.5. Conclusiones parciales.

- El diagnóstico realizado al proceso de mejora en la empresa Softel evidenció que los problemas detectados se debían, entre otros, a una mala organización y gestión del mismo.
- La elaboración del marco teórico de la investigación aportó la base teórica – metodológica para la elaboración del modelo para organizar el programa de mejora en la empresa Softel.
- A partir del estudio realizado se pudo crear un modelo conformado por un mapa conceptual del programa de mejora y de la gestión de la mejora de proceso. En ambos quedaron identificados sus principales conceptos y sus relaciones.
- El mapa conceptual de gestión de la mejora de proceso, concepto difícil de comprender y que no fue encontrado de forma explícita en la literatura científica consultada; fue elaborado a

partir de las definiciones y/o conceptos de estándares internacionales como lo es la familia de norma ISO y el modelo CMMI.

- El mapa conceptual de gestión de la mejora de proceso elaborado, además de servir de guía para la mejora continua en el área de la ingeniería de software; sirve como soporte para la formación y capacitación de los recursos humanos.
- El mapa conceptual del programa de mejora elaborado sirve como punto de partida para continuar investigando y ampliando los conceptos del resto de los elementos que forman parte de un programa de mejora.
- Se definió el proceso de mejora de proceso en la empresa Softel, el mismo contiene un conjunto de actividades y prácticas del modelo CMMI y los métodos IDEAL y Seis Sigma las cuales fueron adaptadas a las características y necesidades de la empresa.

Capítulo III Ejecución de un proyecto piloto de mejora utilizando el modelo.

En el presente capítulo, se aplicó el modelo desarrollado en el capítulo II de este documento, en un proyecto piloto de mejora de proceso, con el objetivo de determinar si el modelo ayuda a realizar una adecuada organización y gestión del mismo, mediante el logro de los objetivos de mejora propuestos. Se detalla como se ejecutó el proyecto, los logros y beneficios obtenidos así como las lecciones aprendidas.

3.1 Ejecución de un proyecto de mejora aplicando el modelo.

Debido a los problemas de calidad que la empresa posee, y que fueron descritos anteriormente, surge la necesidad de cambiar determinadas prácticas de ingeniería de software; de forma tal que puedan ser eliminadas las causas que provocan los mismos.

Como punto de partida para sentar las bases de una estrategia de mejora, se perfiló el mapa de proceso de la empresa Softel, describiéndose además en cada una de las áreas el manual de normas y procedimientos [47]. En estos manuales están descritos los procesos y procedimientos de trabajo actuales. Por otra parte, se crea en la empresa la infraestructura necesaria para guiar y llevar a vías de hecho los cambios tecnológicos necesarios. De forma general se creó el grupo de mejora de proceso, máximo responsable de organizar y gestionar la mejora de proceso a nivel empresarial. El grupo realizó como punto de partida el diagnóstico del estado actual de los procesos de ingeniería de software, documentando todos los procesos existentes y sus principales problemas, utilizando para ello las técnicas de la entrevista y la tormenta de ideas. Este diagnóstico quedó documentado en el documento "Informe del diagnóstico del estado actual en Softel." [48].

Para la identificación de los procesos se realizaron entrevistas a los especialistas de la dirección de servicios y de desarrollo, buscando la siguiente información:

1. Forma actual de trabajo y adherencia al proceso y/o procedimiento descrito en el Manual de normas y procedimientos del área.
2. Información que se necesita para ejecutar sus actividades y de donde provenía dicha información.

3. Información que se produce durante la ejecución de las actividades y quien era el receptor de la misma.
4. Herramientas que se utilizan en el proceso como soporte informatizado.
5. Existencia de procedimientos, guías, normas, etc. que describan como ejecutar determinadas actividades del proceso.
6. Problemas o dificultades que tienen para poder ejecutar sus actividades.

Los problemas identificados se documentaron y en sesiones de tormenta de ideas fueron agrupados con el propósito de relacionarlos con las diferentes áreas de proceso del modelo CMMI. La selección del área de proceso se alineó al objetivo estratégico a mejorar. En la tabla # 13 aparecen los principales problemas y su mapeo a las áreas de proceso del modelo CMMI.

Tabla # 13. Principales problemas y su mapeo a las áreas de proceso del modelo CMMI.

No.	Problema	Área de proceso	Nombre del área del modelo CMMI v1.2
1	Deficiente proceso de liberación.	CM	Configuration Management.
2	Deficiente especificación de requisito.	RD	Requirements Development.
3	Deficiente diseño de la solución.	RD TS	Requirements Development y Technical Solution.
4	Deficiente gestión de proyectos.	PMC PP	Project Monitoring and Control y Project Planning.
5	Deficiente ejecución de pruebas.	VAL VAR	Validation y Verification.
6	Deficiente control de versiones.	CM	Configuration Management.
7	Deficiente gestión del cambio.	CM	Configuration Management.
8	Bajos conocimientos en las tecnologías de desarrollo.	OT	Organizational Training.
9	Deficiente control de la calidad de productos elaborados por terceros.	PPQA SAM	Process and Product Quality Assurance y Supplier Agreement Management.
10	Deficiente gestión de requisitos.	REQM	Requirements Management.
11	Deficiente estimación de los tiempos del proyecto.	PP	Project Planning.
12	No se realizan auditorías a la configuración.	CM	Configuration Management.
13	Deficiente proceso de integración.	PI	Product Integration.

3.2 Selección del proyecto piloto de mejora de proceso.

En la empresa Softel, existen un conjunto de objetivos estratégicos, los cuales tienen asociado un conjunto de objetivos específicos en cada una de las áreas productivas. Para la selección

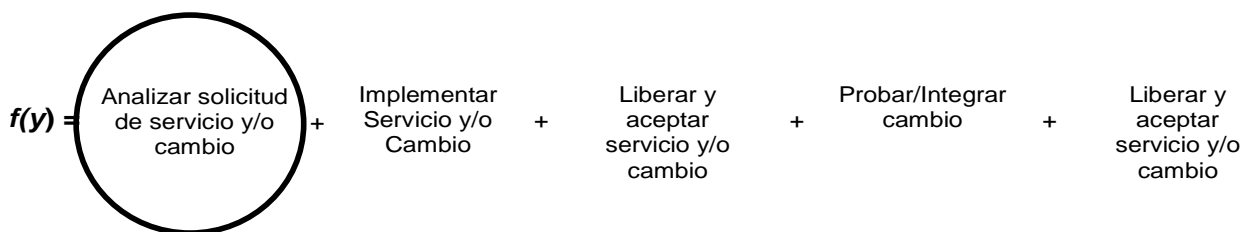
del objetivo a trabajar se realizó la matriz de Objetivos vs. Factores Críticos de Éxito (FCE), cuyo resultado fue la selección del objetivo estratégico **Implementar un sistema de gestión de la calidad que garantice la satisfacción hasta el nivel de usuario final**. Esta misma técnica fue aplicada para la selección del objetivo específico, siendo seleccionado el objetivo **Recepcionar, solucionar y/o canalizar en un plazo entre uno y tres días las solicitudes de los clientes**. En el anexo # 10 se detalla el método utilizado para la selección del objetivo.

Para la selección del proceso a mejorar se empleó el método Seis Sigma, el cual se plantea como una función:

$$f(y) = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$$

Donde $f(y)$, entre otras cosas, es nuestro objetivo estratégico y $x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$, son el conjunto de actividades y/o procesos que deberán ejecutarse para poder cumplir con el objetivo. Una vez identificadas las actividades y/o procesos, se determina cual de ellas es la que mayor aporte brinda al cumplimiento del objetivo.

Dado que el objetivo seleccionado fue: **Recepcionar, solucionar y/o canalizar en un plazo entre uno y tres días las solicitudes de los clientes**, en lo adelante lo denominación $f(y)$ - La función anterior se representa como:



De todas estas actividades la que más le aporta al cumplimiento del objetivo $f(y)$ es "Analizar solicitud de servicio y/o cambio". En el mapeo realizado al modelo CMMI se determinó que esta práctica pertenece al área clave de procesos Gestión de la Configuración del Software (CM), por lo que fue seleccionada como proyecto piloto de mejora, atendiendo además a todos los problemas definidos y asignados a esta área de proceso, y que aparecen descritos en la tabla # 13.

3.3 Diagnóstico del estado actual. Identificación y análisis de problemas.

Definición de la estrategia.

Para identificar el problema y definir la estrategia de mejora del proceso de gestión de las solicitudes de servicio y/o cambio, se establecieron dos momentos:

1. Determinar la forma actual de trabajo, identificando los problemas existentes en ella para establecer el modelo actual.
2. Diseño de la solución y definición de la estrategia para diseñar el modelo "Futuro".

A continuación se describen cada una de ellas.

3.3.1. Forma actual de trabajo y problemas identificados en el proceso gestión de solicitudes de cambio.

Para la identificación de la forma actual de trabajo y los problemas existentes se emplearon las técnicas de entrevista y tormenta de ideas.

Como resultado de esta actividad quedó definido que en la empresa Softel existen soluciones formadas por uno o varios productos. Estas soluciones están instaladas en los clientes y son atendidas por los especialistas del área de servicios informáticos. Cada uno de estos proyectos tiene sus equipos en el área de desarrollo. Regularmente se ejecutan reuniones con los clientes para conocer los problemas y/u oportunidades de mejora que pudieran tener los productos que explotan. Estas solicitudes son documentadas y entregadas al área de desarrollo que es la encargada de analizarlas e implementarlas.

Durante el estudio se estableció que el cambio puede darse de dos formas diferentes:

1. En el desarrollo de un nuevo producto. Es interno al proyecto y no interviene el área de servicio por cuanto el producto aún no ha sido liberado.
2. En Servicio y Desarrollo, en proyectos que forman parte de una solución y que requieren modificaciones en el código. Estas modificaciones pueden ser por errores del producto o por nuevas funcionalidades solicitadas por los clientes, por lo que este proceso no es más que el proceso de mantenimiento de un producto.

Además se determinó la forma actual de trabajo de todos los involucrados en atender una solicitud de los clientes.

Se pudo establecer que en la ejecución del proceso de atención a los clientes, la dirección de servicios informáticos genera solicitudes de servicio, a partir de los problemas y necesidades de los clientes. Estas solicitudes son analizadas por el jefe de la solución quien determina si lo solicitado por el cliente es o no un cambio al software. Si no es un cambio, el jefe de la solución diseña los servicios que son necesarios realizar. Para ello elabora las órdenes de trabajo para dar respuesta a la solicitud del cliente y las planifica; asignándole a los servidores las órdenes elaboradas. El jefe de la solución monitorea el cumplimiento del servicio y recoge la satisfacción del cliente para calcular el índice de calidad percibida (ICP).

Si la solicitud implica un cambio en el software, entonces el jefe de la solución, de acuerdo con el cliente, establece la prioridad, severidad y fecha de entrega de la misma; elaborando una solicitud de cambio y presentándola a desarrollo. La presentación de la solicitud se realiza en ambas áreas de formas diferentes:

1. Correo electrónico (de servicio a desarrollo).
2. Documento escrito (de servicio a desarrollo).
3. Racional ClearQuest (desarrollo)
4. Verbalmente (de servicio a desarrollo y en desarrollo).

Para el seguimiento y control del estado en que se encuentran cada una de las solicitudes de cambio presentadas a desarrollo, el jefe de la solución le solicita un informe de las mismas al jefe de la fábrica.

Una vez que desarrollo libera el producto, el área de servicios informáticos lo entrega al cliente quien lo evalúa, aceptándolo o rechazándolo. Si es rechazado, servicios le vuelve a presentar una solicitud a desarrollo. Una vez concluido el servicio al cliente con la instalación de la nueva versión del producto, el jefe de la solución recoge la satisfacción del cliente para calcular el índice de calidad percibida (ICP).

Como contraparte, en la dirección de desarrollo, el jefe de proyecto al recibir una solicitud de cambio, si esta no está presentada en la herramienta Rational ClearQuest, la presenta y

convoca al comité de control de cambio para su análisis. Como resultado del análisis se define la severidad, prioridad e impacto así como se le asigna un estado; pudiendo estos ser:

1. *Más info*. En caso de no tener suficiente información para analizar la solicitud.
2. *Duplicada*. Si ya fue presentada la solicitud anteriormente, en este caso se cierra y se le comunica a servicios.
3. *Pospuesta*. Cuando no se le brindará atención en ese momento.
4. *Abierta*. Cuando se comenzará su implementación de inmediato.

Las solicitudes de cambio cuyo estado es *abierta*, son implementadas según lo acordado por el comité y planificado por el jefe de proyecto. Una vez terminada la solicitud, los cambios realizados son probados. Si ocurren fallos, el jefe de proyecto le vuelve asignar la solicitud al programador que la implementó, de lo contrario se integra y se crea la nueva versión del producto; liberándola a la dirección de servicios.

Las solicitudes que están en el estado de *más info*, son analizadas por el comité cuando se recibe de servicio, la información necesaria.

Las solicitudes que están en el estado de *pospuestas* son abiertas cuando el comité decide que es factible iniciar su implementación.

Las solicitudes que están en el estado de *duplicada* son cerradas.

A partir del estudio de la forma de trabajo en estas dos áreas productivas se pudo establecer el modelo actual de trabajo, quedando definido:

1. Servicios informáticos recibe las solicitudes de cambio de los clientes, pactando con ellos las fechas.
2. Servicios informáticos envía por diferentes vías las solicitudes de cambio con la fecha y prioridad pactada con el cliente.
3. Desarrollo recibe la solicitud de cambio y la introduce en la herramienta de gestión Rational ClearQuest.

4. Desarrollo convoca al comité de control de cambio, en el cual servicios no tiene representación alguna, analizando la solicitud para establecer: cronograma, estado y prioridad.
5. Cuando es implementado el cambio, se ejecutan pruebas y si no ocurren fallos se integra y genera la nueva versión; liberándose a servicios. Si ocurren fallos, se le reasigna al programador que la trabajó.
6. Servicio recibe la nueva versión y la libera al cliente.

Identificándose, además los siguientes problemas:

1. Las fechas de entrega, pactadas con el cliente, no se realizan sobre una base objetiva, o sea, no se analiza su impacto por lo que no se planifican adecuadamente.
2. Deficiente gestión de las solicitudes de cambio. Poco control del estado en que se encuentran y del cronograma para su implementación.
3. Deficiente descripción técnica de la solicitud de cambio que presenta servicio a desarrollo. En muchas ocasiones son preguntas en lugar de descripción de un problema.
4. Existen diferentes herramientas para llevar el control de las solicitudes de cambio: El Portal de Servicios, herramienta desarrollada internamente por la empresa, Microsoft Excel y el Rational ClearQuest.
5. No se cuenta con personal capacitado para dar respuestas a las solicitudes.
6. El comité de control de cambio no tiene representación de Servicio, siendo estos quienes representan a los clientes dentro de la empresa.
7. En ocasiones se violenta el proceso de realización de pruebas lo que hace que se liberen productos con errores.
8. No existe un proceso formal para la gestión de las solicitudes de cambio.

A partir de este modelo se realizó el diseño de la solución o modelo "Futuro".

3.3.2. Diseño de la solución y definición de la estrategia.

Con el propósito de dar solución a los problemas encontrados se analizó el área de proceso de gestión de la configuración (CM) del modelo CMMI v 1.2; determinándose las prácticas generales y específicas así como los objetivos y prácticas genéricas que tendrán que ser implementadas. Para el caso de que el modelo no sirviera a nuestras necesidades, se definieron soluciones a partir del conocimiento de la organización.

Con el propósito de lograr la implementación de la solución en el menor tiempo posible, su diseño tiene como base las características de la empresa, sus recursos y el entorno en que opera. En la tabla # 14 se muestra el mapeo realizado.

Tabla # 14. Mapeo de los problemas detectados con las prácticas de CMMI en el área de Gestión de la Configuración.

<i>Problemas detectados</i>	<i>Prácticas de CMMI y Solución</i>
Las fechas de entrega, pactadas con el cliente, no se realizan sobre una base objetiva, o sea, no se analiza su impacto, por lo que no se planifican adecuadamente.	Área de proceso Gestión de la configuración SG 2. Seguimiento y control del cambio; sub-práctica 2. Analizar el impacto del cambio. Área de conocimiento de Planificación de Proyectos (PP). GG 2. GP 2.2. Planificar el proceso. Solución: Implementar el Comité de Control de Cambio en el área de servicios informáticos para evaluar el impacto del cambio de conjunto con el área de desarrollo y definir las actividades necesarias para ejecutar el cambio y su cronograma. Obtener el acuerdo de lo planificado con el cliente y definirlo dentro del cronograma del proyecto.
Deficiente gestión de las solicitudes de cambio. Poco control del estado en que se encuentran y del cronograma para su implementación.	CMMI. Área de proceso de Gestión de la Configuración (CM) SG 2. Seguimiento y control de las solicitudes de cambio. Sub-práctica 3. Seguimiento del estado de la solicitud de cambio hasta su cierre. Solución: Introducir la utilización de la herramienta Rational ClearQuest en el área de Servicios Informáticos y realizar la gestión de las solicitudes a través de ella.
Deficiente descripción técnica de la solicitud de cambio que presenta servicio a desarrollo. En muchas ocasiones son preguntas en lugar de descripción de un problema.	Solución: Si la solicitud es la descripción de un error, el serviciador deberá describir bajo que condiciones ocurre y reproducir el mismo antes de presentarlo aclarando con los clientes cualquier duda o dificultad. Si la solicitud es una nueva funcionalidad deberá solicitar apoyo al área de desarrollo para realizar su especificación.

Existen diferentes herramientas para llevar el control de las solicitudes de cambio: El Portal de Servicios, herramienta desarrollada internamente por la empresa, Microsoft Excel y el Rational ClearQuest.	<u>Solución:</u> Unificar la utilización de una sola herramienta para el control de las solicitudes de cambio: El Rational ClearQuest.
No se cuenta con personal capacitado para dar respuestas a las solicitudes.	Problema técnico relacionado a la limitación que se tiene de conocimientos de la aplicación a la que se le realizarán cambios. <u>Solución:</u> Se hace necesario crear los documentos que ayuden a la comprensión de las aplicaciones.
El comité de control de cambio no tiene representación de Servicio, siendo estos quienes representan a los clientes dentro de la empresa.	CMMI v 1.2. Área de proceso Gestión de la Configuración. Integrantes del comité de control de cambio. <u>Solución:</u> El Comité de Control de Cambio deberá tener representación del área de Servicios y de cualquier otra parte interesada.
En ocasiones se violenta el proceso de realización de pruebas lo que hace que se liberen productos con errores.	CMMI v 1.2 Áreas de proceso de Validación (VAL) y Verificación (VER). <u>Solución:</u> Desarrollo ejecuta las pruebas unitarias, de integración y de sistema antes de liberar a Servicios. Servicios ejecuta pruebas de aceptación antes de liberar al cliente.
No existe un proceso formal para la gestión de las solicitudes de cambio así como procedimientos que describa y ayude a realizar este trabajo.	CMMI GG 3. GP 3.1. Establecer un proceso definido. <u>Solución:</u> Definir el proceso, flujo de la solicitud y los procedimientos de trabajo en las actividades que sean necesario.

A partir del resultado del diagnóstico, la identificación de los problemas y su mapeo al modelo CMMI; se definió el plan de mejora. Este contiene la descripción de la estrategia a seguir para alcanzar el estado deseado, es decir, el modelo futuro. En el anexo # 11 aparece detallado el plan de mejora.

3.4. Diseño del modelo “Futuro”.

El diseño del modelo “Futuro” para el proceso de gestión de las solicitudes de cambio se realizó lo más flexible posible, garantizando con ello futuros cambios o mejoras en dicho proceso. Para lograr esta flexibilidad se dividió el proceso en 4 capas:

1. **Sistema de negocio.** En esta capa se realizó el diseño de las actividades del proceso de gestión de las solicitudes de cambio a partir de los objetivos que la empresa se había propuesto: Aumentar la satisfacción de los clientes, internos y externos, mediante la mejora de los tiempos de respuesta de las solicitudes de cambio. Se

estudió la forma actual de trabajo, la cual quedó documentada en el diagnóstico de la empresa. El proceso se modeló utilizando el diagrama de flujo de proceso.

2. **Sistema de datos**. En esta capa se definió la información de entrada y salida al proceso, estableciéndose hacia que sistema de información se dirige la misma.
3. **Sistema de aplicaciones**. En esta capa se estableció la integración del proceso con el resto de los procesos de la organización; determinándose la interrelación que existía. Se pudo determinar la relación directa del proceso de gestión de las solicitudes de cambio con la gestión de proyectos y el control de versiones de los productos.
4. **Tecnologías y soporte**. En esta capa se identificaron las tecnologías de soporte: el sistema de red y hardware que en la actualidad existe en la empresa. En cuanto al software, la herramienta Rational ClearQuest como soporte automatizado del proceso de gestión de las solicitudes de cambio y el SQL-Server como sistema de gestión de bases de datos.

A partir de la determinación de las prácticas que se debían incorporar al proceso, y que fue el resultado del mapeo de los problemas identificados al modelo de referencia CMMI (ver tabla # 14); se diseñó el modelo “Futuro”, el cual posee las siguientes características:

1. Se registran las solicitudes de cambio de los clientes en la herramienta Rational ClearQuest.
2. Se analiza cada una de las solicitudes de cambio presentadas para asignarle un estado e identificar su impacto; determinándose las actividades necesarias para su implementación y estableciendo el tiempo y recursos necesarios.
3. Existe el Comité de Control de Cambio y están definidos los roles y responsabilidades en el proyecto.
4. Se evalúa el impacto del cambio en reunión del Comité de Control de Cambio.
5. El proyecto sigue un proceso formal de cambio y este se encuentra descrito.
6. Se utiliza la herramienta Rational ClearQuest para gestionar las solicitudes de cambio.
7. Está definido los estados de una solicitud de cambio y su flujo.
8. Se registran y controlan todos los cambios que puede tener una solicitud.
9. Se crean paquetes de solicitudes de cambio y se generan las órdenes de trabajo correspondientes.

10. Se ejecutan pruebas para verificar y validar los cambios.
11. Los cambios verificados y validados, son integrados y liberados a la dirección de Servicios.
12. La Dirección de Servicios ejecuta pruebas de aceptación antes de liberar el producto al cliente.
13. La nueva versión del proceso posee toda la documentación actualizada. La nueva documentación es clara y posee todos los elementos que ayudan a la comprensión y futuro mantenimiento del proceso.
14. La dirección de Servicios informáticos obtiene la aceptación y satisfacción del cliente en cuanto al servicio recibido.

3.5. Objetivos e indicadores del ciclo de mejora.

Para la ejecución del proyecto piloto de mejora de proceso, se seleccionó un proyecto de desarrollo de software que cumpliera con los siguientes requisitos:

1. El producto estaba liberado al cliente por lo que la naturaleza de su desarrollo es de mantenimiento.
2. En el proyecto de desarrollo se utiliza la herramienta Rational ClearQuest de forma estable.

Finalmente, el proyecto seleccionado que cumplía ambos requisitos fue el Registro Informatizado de Salud (RIS), al cual se le definieron los siguientes objetivos de mejora:

1. Mejorar el tiempo de respuesta del análisis de las solicitudes de cambio desde 1 y hasta un máximo de 3 días hábiles, coincidiendo este con el objetivo específico seleccionado.
2. Mejorar el rendimiento del proceso de respuesta del análisis de las solicitudes de cambio hasta alcanzar un 85%.

A partir de estos objetivos de mejora se definieron los indicadores, los cuales fueron básicamente las métricas de Seis Sigma. Para ello se identificaron los subprocesos del proceso de gestión de las solicitudes de cambio, estos están definidos en la figura 3.1.

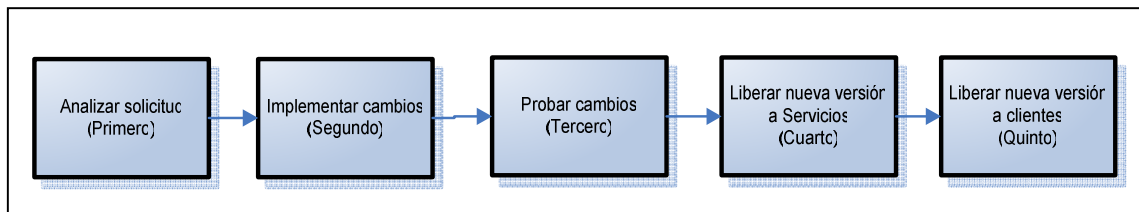


Figura 3.1. División del proceso de gestión de solicitudes de cambio en subprocesos.

Ambos objetivos se centran en mejorar el subproceso “Analizar Solicitud”.

Con el propósito de aplicar las métricas de Seis Sigma se establecieron, para cada uno de los subprocesos, los factores críticos de calidad (FCC). En la tabla # 15, aparecen agrupados los factores críticos de calidad para cada uno de los subprocesos.

Tabla # 15. Factores críticos de calidad por cada uno de los subprocesos del proceso gestión de las solicitudes de cambio.

Subproceso	Factores Críticos de Calidad
Analizar solicitud.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descripción correcta de los requisitos del cliente en la solicitud de cambio. 2. Cumplimiento del plazo para dar respuesta.
Implementar cambios.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplir cronograma de implementación. 2. Implementar el diseño elaborado y aprobado.
Probar cambios.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar las pruebas planificadas 2. Documentar resultados de las pruebas
Liberar nueva versión a servicios.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplimiento del cronograma de entrega. 2. Documentar cambios realizados. 3. Elaboración nota de liberación.
Liberar nueva versión a clientes.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplimiento del cronograma de entrega al cliente. 2. Cumplimiento de los requisitos del cliente.

Debido a que los objetivos de mejora establecidos para este proyecto piloto, están enmarcados en el subproceso “Analizar solicitud”; en lo adelante solo aplicaremos el método de Seis Sigma en él.

Con el propósito de determinar los defectos se estableció el límite superior e inferior del subproceso, el cual está en concordancia con el objetivo de mejora: Revisar las solicitudes presentadas en un plazo no mayor de 3 días hábiles, por lo que los límites de tolerancia para el proceso son:

- Límite inferior: Un día hábil.
- Límite superior: 3 días hábiles a partir de la fecha de presentación de la solicitud.

Para establecer el rendimiento de este subproceso, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Y_{FP} = Y_{LP} = 1 - DPMO,$$

Donde;

Y_{FP} : Rendimiento de primera pasada.

Y_{LP} : Rendimiento de última pasada.

DPMO: Defectos por millón de oportunidades.

Para el cálculo de **DPMO** se siguió el siguiente procedimiento:

1. Cantidad de solicitudes presentadas: En el ClearQuest buscar la cantidad de solicitudes cuyo estado = *presentada*, en el período analizado.
2. Determinar el Total de Defectos Factibles (TDF):
TDF = (Cantidad de FCC)*(Cantidad solicitudes cambio en estado *presentada* en el período)
3. Elaborar el informe de solicitudes de cambio en estado *presentada* en el período seleccionado. Para cada solicitud la descripción de: Fecha de *presentada*, Fecha de análisis por el comité de control de cambio, Fecha comunicación al cliente. De este informe se identifican la cantidad de solicitudes que se revisaron en el período en uno, dos, tres o más de tres días respectivamente. Las solicitudes con más de tres días representan los fallos (TFD).
4. Obtener *DPMO* (Defectos por un millón de oportunidades):

$$DPMO = (TFD/TDF) * 10^6$$

5. Con el valor de *DPMO* se va a la tabla de Seis Sigma (ver anexo # 5) y se obtiene el *nivel de sigma* y el *por ciento de rendimiento* del proceso.

Los cálculos se realizaron trimestralmente para con ello evaluar los indicadores al inicio, medio y final de cada iteración. Además, antes de iniciar cada una de las iteraciones del ciclo de mejora, se realizó un análisis de brecha para establecer la posición en la que nos encontrábamos y determinar cuanto faltaba por hacer.

Tomando como base el modelo "Futuro", se elaboró una encuesta para realizar un análisis de brecha. Cada característica del modelo, se convirtió en una pregunta a responder, positiva o negativamente; en dependencia si existía o no la misma en la forma actual de trabajo. En el anexo # 12 se muestra el diseño de la encuesta para realizar el análisis de brecha.

El análisis de brecha en una herramienta muy útil para establecer la separación del estado actual con el deseado. A partir de sus resultados se planificaron y ejecutaron las acciones de mejora necesarias para reducir o eliminar la brecha.

Estas acciones de mejora se ejecutaron básicamente en 2 iteraciones del ciclo:

Primera Iteración.

1. Crear el comité de control de cambio. Formarán parte del comité personal de ambas áreas, servicio y desarrollo, y cuando sea requerido cualquier otra parte afectada o interesada en el cambio.
2. Definir el flujo de la solicitud de cambio entre servicio y desarrollo.
3. Crear la base de datos en el ClearQuest para introducir las solicitudes de cambio y modificar el flujo de la solicitud en función del diseño realizado.
4. Utilizar el ClearQuest para registrar las solicitudes de cambio de los clientes.
5. Utilizar el ClearQuest para modificar el estado en que se encuentra la solicitud, según avanza esta por el flujo implementado.
6. Analizar en el Comité de Control de Cambio las solicitudes presentadas por el área de servicio.

Segunda Iteración.

1. El comité de control de cambio evalúa el impacto del cambio.
2. Crear paquetes de solicitudes de cambio teniendo en cuenta su relación o posible dependencia.
3. Elaborar las órdenes de trabajo necesarias a las solicitudes que forman parte del paquete para que estas sean implementadas por el grupo de implementación.
4. La dirección de Servicios ejecutará las pruebas de aceptación.
5. Revisar el estado de la documentación, a los efectos que se encuentre actualizada, que sea clara y de fácil comprensión, así como que se corresponda con los cambios implementados.
6. La dirección de servicios informáticos obtiene la aceptación del cambio y la satisfacción del cliente.

3.6. Evaluación del ciclo. Logros alcanzados.

Una vez cumplidos los objetivos establecidos para el ciclo de mejora, se realizó un análisis para determinar los principales beneficios alcanzados, entre ellos podemos citar:

1. Se obtuvo la formalización del proceso de gestión de las solicitudes de cambio, creándose procedimientos y plantillas de trabajo para aquellas actividades que lo necesitaban.
2. Disminución del tiempo de análisis de una solicitud de cambio. Con los cambios se logró atender las solicitudes de los clientes en un plazo de 3 días hábiles cumpliendo así con uno de los objetivos de mejora definido para el ciclo. En la figura 3.1 se muestra una gráfica en la que se observa como fue disminuyendo el indicador de solicitudes fuera de plazo.

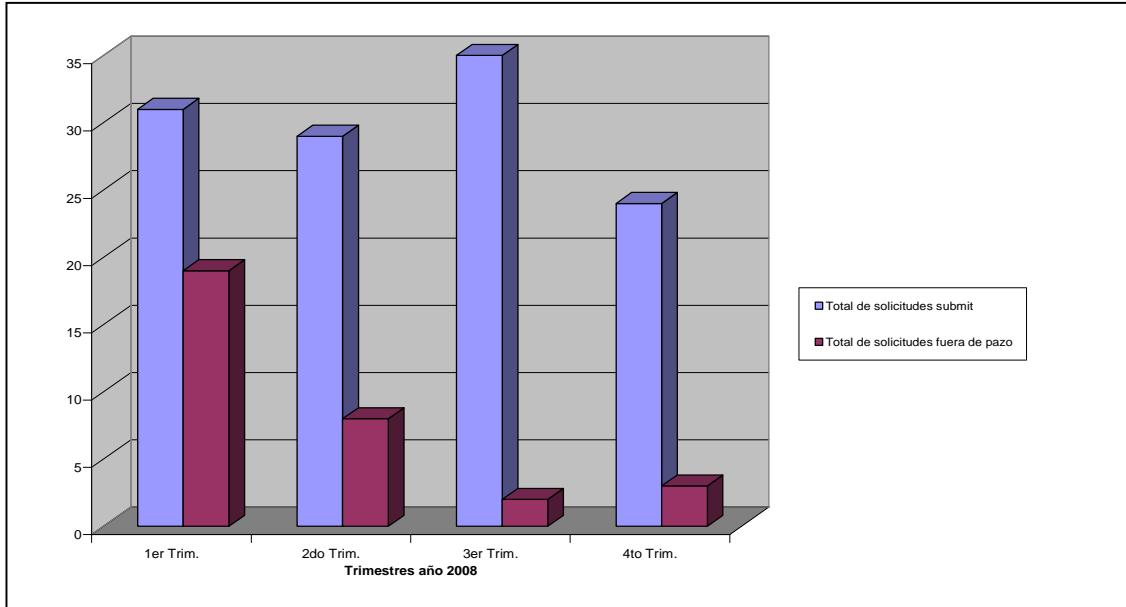


Figura 3.1. Comportamiento del indicador de mejora del tiempo de atención de las solicitudes.

3. Se alcanzó el valor deseado para el rendimiento del proceso de atención a las solicitudes de cambio. En la figura 3.2 se muestra el comportamiento del rendimiento.

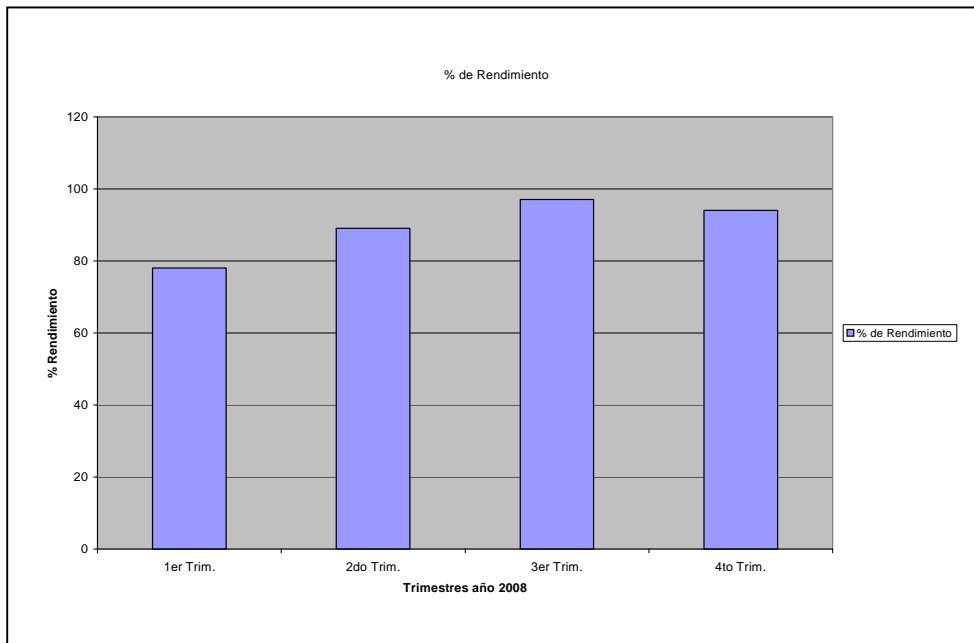


Figura 3.2. Comportamiento del rendimiento del proceso de gestión de solicitudes de cambio.

4. Se estableció el flujo de los estados de una solicitud de cambio. En la figura 3.3 se muestra dicho flujo.

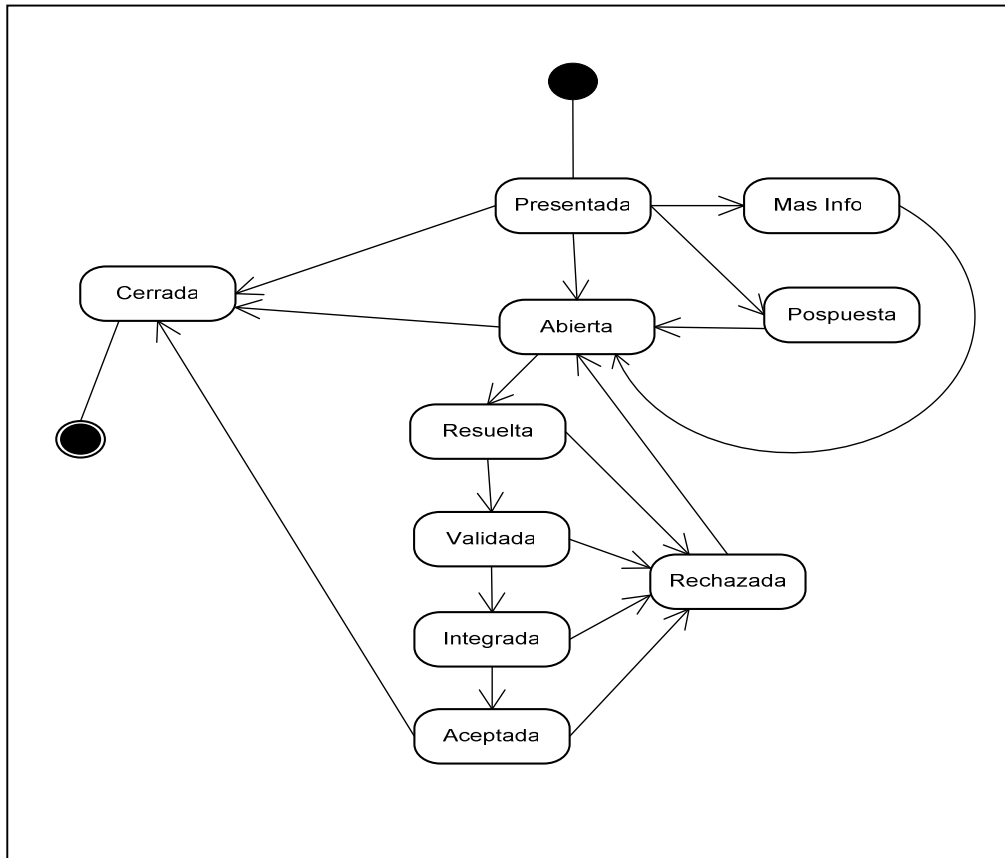


Figura 3.3. Flujo de estados de la solicitud de cambio.

5. Se estableció la interrelación entre la dirección de desarrollo y de servicios informáticos, determinándose las actividades que cada área ejecuta y los estados que tenían derecho a establecer. En la figura 3.4 se muestra el flujo del proceso de gestión de las solicitudes de cambio, y en la tabla # 16 se describen las actividades, los estados y el rol responsable de asignarlo. Todo este flujo de la solicitud de cambio se implementó en la herramienta Rational ClearQuest.

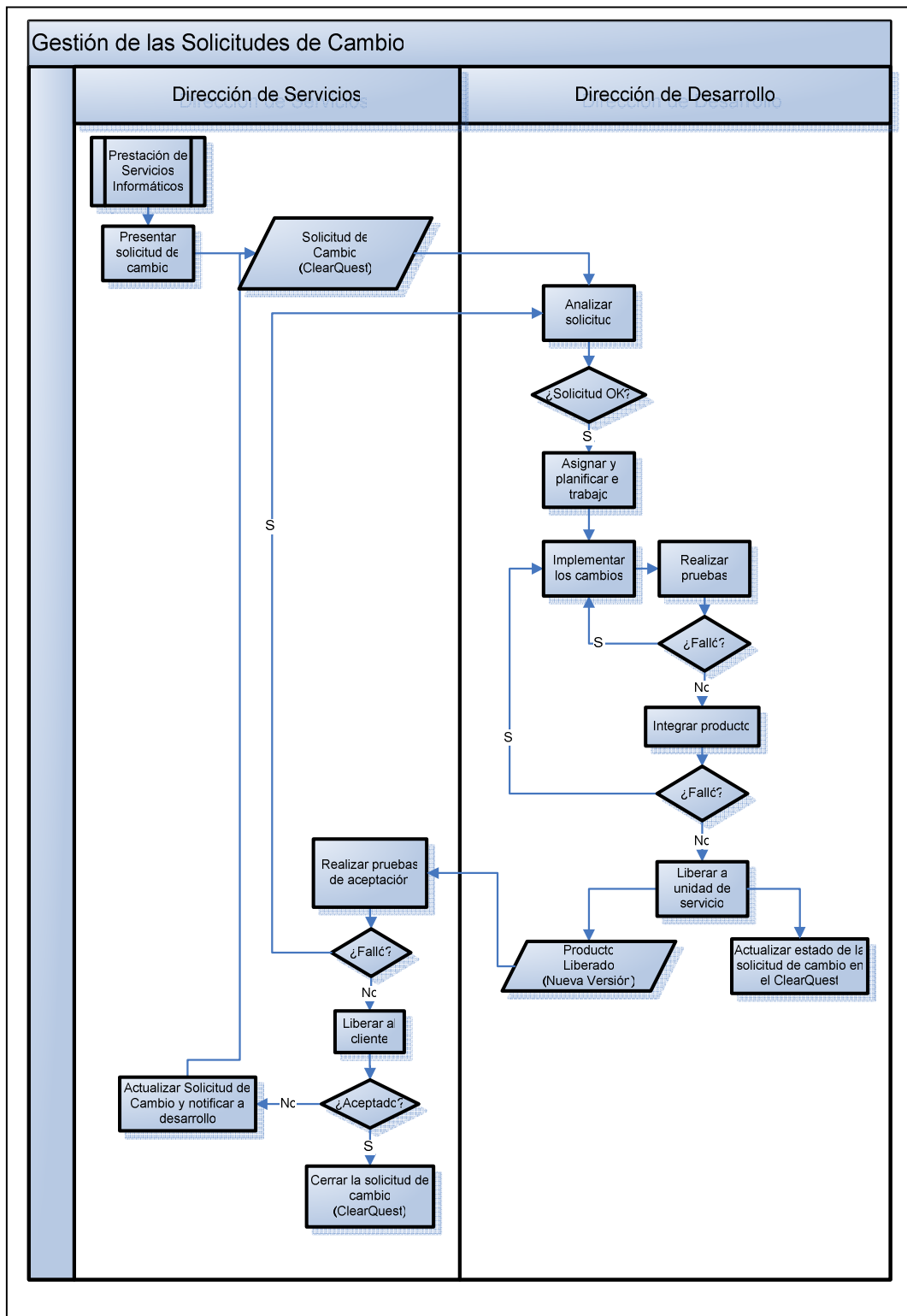


Figura 3.4. Flujo básico del proceso Gestión de las solicitudes de cambio.

Tabla # 16. Descripción de las actividades de la gestión de las solicitudes de cambio, sus estados y roles responsables.

Actividad	Descripción	Responsables
Presentar solicitud de cambio.	Se recibe en servicio una solicitud de cambio de un cliente. Esta solicitud se introduce en la herramienta Rational ClearQuest para gestionarla; automáticamente esta solicitud se coloca en el estado <u>presentada</u> , para ser revisada por el Comité de Control de Cambios (CCC).	Servicios. Jefe Solución.
Revisar solicitud de cambio.	El objetivo de esta actividad es la de revisar todas las solicitudes cuyo estado es <u>presentada</u> para determinar si la misma es válida o no. De serlo se determina su prioridad, planeación, recursos, nivel de esfuerzo, riesgos, severidad y otros criterios que el CCC considere relevante. Se chequea que no esté duplicada la solicitud que se está analizando. Si posee poca información que hace imposible o dificulta su análisis, se solicita más información para una posterior revisión.	Comité de Control de Cambio (CCC).
Asignar y planear trabajo.	Una vez <u>abierta</u> la solicitud, el líder del proyecto asigna el trabajo a un miembro del equipo; dependiendo del tipo de solicitud (por ejemplo: solicitud de un nuevo requisito, defecto, cambio en la documentación, defecto en las pruebas, etc.) y realiza las actualizaciones necesarias en la planeación de las tareas del proyecto.	Jefe del proyecto de desarrollo
Implementar los cambios.	Los trabajadores designados para realizar el trabajo que la solicitud generó, realizan el conjunto de actividades necesarias para resolverla (por ejemplo: análisis y diseño, implementación, realizar materiales de apoyo al usuario, diseñar pruebas, etc.). Una vez concluido el trabajo, la solicitud es marcada como <u>resuelta</u> .	Trabajadores designados.
Realizar pruebas a los cambios.	Después que la solicitud está <u>resuelta</u> por los trabajadores designados, los cambios son enviados al probador para que este realice las pruebas. Si las pruebas son superadas entonces la solicitud pasa a	Probador.

	estado de <u>verificada</u> , de lo contrario se marca como fallo en la prueba y es enviada nuevamente al programador que la implementó.	
Integrar al producto y crear nueva versión.	Las solicitudes <u>verificadas</u> son integradas, conformándose la nueva versión del producto al que se le ejecutan pruebas de integración y regresión. Si ocurren fallos, la integración es rechazada y los errores detectados son asignados para su resolución. Si no ocurren fallos, entonces se prepara y ejecuta la liberación al área de servicios informáticos. Cada una de las solicitudes pasa al estado de <u>integrada</u> .	Integrador de Sistema.
Realizar pruebas de aceptación.	El área de servicios informáticos, ejecuta pruebas de aceptación a la nueva versión del producto; aceptándola o rechazándola. Si es aceptada, las solicitudes que forman parte del paquete liberado; y que se encuentran en estado de <u>integrada</u> , son puestas en estado <u>aceptada</u> . Si por el contrario, la nueva versión es rechazada; las solicitudes del paquete pasan a estado <u>rechazada</u> ; asignándose nuevamente en el área de desarrollo al programador que la implementó.	Jefe de Solución Serviciador.
Liberar producto al cliente y obtener su aceptación.	La nueva versión del producto es desplegado en el cliente, ejecutándose pruebas de aceptación. Si el cliente la acepta, entonces el Jefe de la Solución <u>cierra</u> las solicitudes de cambio cuyo estado es <u>integrada</u> . En caso de no conformidad con algún cambio, el Jefe de Solución vuela a <u>presentar</u> la solicitud.	Serviciador. Jefe de la Solución.

6. Mayor integración y comunicación entre las áreas de desarrollo y servicios informáticos. Esto se debió en lo fundamental al uso de la herramienta Rational ClearQuest para la gestión de las solicitudes y a la representación de servicios en el comité de control de cambio.
7. Mayor visibilidad en los proyectos de mantenimiento de software debido a que se conoce el estado en que se encuentra cada solicitud.

8. Mejoró la comunicación con los clientes, pues los informes que se le presentan tienen una base real, además cualquier solicitud de información puede ser dada sin demora y con una alta confiabilidad.

Por todos los beneficios alcanzados, se decidió desplegar el cambio al resto de los proyectos. Para ello se realizó la capacitación en el nuevo proceso y su herramienta. Esta generalización implicó que se definiera la política para la creación y modificación de la base de datos de solicitudes para cada uno de los proyectos así como el acceso de los usuarios a las mismas.

3.7. Gestión del conocimiento.

Durante la ejecución de este proyecto, se asimiló una gran cantidad de conocimientos que nunca antes había sido aplicado en la empresa. Por tal motivo, se gestionó tanto el conocimiento del proceso de gestión de las solicitudes de cambio como la del proceso de mejora.

Una vez concluida la transferencia del proceso de gestión de las solicitudes de cambio, se formalizó todo el conocimiento adquirido; creándose documentos, plantillas de trabajo, procedimientos, guías para ejecutar el proceso y utilizar la herramienta, lecciones aprendidas, buenas prácticas, resultados del proyecto piloto, etc. Todo este conocimiento explícito fue empaquetado y puesto en la intranet de la empresa para ser reutilizado.

El conocimiento adquirido sobre la mejora de proceso en la ingeniería de software fue organizado alrededor del mapa conceptual para la gestión de la mejora. En su implementación, a cada concepto se le asignaron un conjunto de recursos tales como: la descripción del proceso de mejora, de los roles y sus responsabilidades, la guía para la aplicación de las métricas de Seis Sigma, etc.

Una vez concluido el diseño e implementación del mapa conceptual con sus recursos, se generó un sitio Web; desplegándose en la intranet de la empresa.

Las lecciones aprendidas en la ejecución de este proyecto piloto de mejora de proceso se empaquetaron y se pusieron de igual forma en la intranet. Muchas de ellas se convirtieron en riesgos que deberán gestionarse siempre que se inicie un programa de mejora.

3.8. Lecciones aprendidas en la ejecución de un proyecto piloto de mejora de proceso.

Del análisis postmortem del proyecto de mejora se extrajeron las siguientes lecciones:

1. No se puede considerar que la calidad es responsabilidad de algunos trabajadores encargados de ella. Por el contrario, cada miembro de la empresa debe estar consciente de su aporte a la calidad mediante la mejora continua como forma de alcanzar la excelencia en la gestión de los procesos.
2. Sin el compromiso de la alta dirección, es imposible ejecutar un programa de mejora. En muchas ocasiones se necesita eliminar barreras que obstaculizan el cambio.
3. La mejora de proceso NO es definir un proceso. Por el contrario es un proceso continuo que necesita ser gestionado en todos los niveles de la organización.
4. La mejora de proceso es un proceso estratégico de la organización.
5. Se deben alinear los objetivos del programa de mejora a los objetivos del negocio.
6. La mejora de proceso requiere de una organización funcional que permita la gestión por proceso.
7. Existe mucha ignorancia de lo que es un programa de mejora. De forma general hay muchas interrogantes tales como: ¿Cómo se va a hacer?, ¿Cómo se va medir lo alcanzado?, ¿Quiénes lo van a implementar y mantener?, ¿Cómo se va a mantener?, etc.
8. Se debe tener claro cual es el camino a seguir para ejecutar un proyecto de mejora, por lo que se debe contar con un diseño del proceso de mejora y guías para su ejecución. No existe una receta única para la mejora de procesos en la ingeniería de software. En la actualidad existen un conjunto de estándares y modelos que ayudan a mejorar. Unos trazan el camino como el caso de CMMI y otros dan los requerimientos que debe cumplir el sistema de gestión de la calidad, como el caso de familia de normas ISO, pero la organización puede diseñar su propio sistema a partir de su cultura organizacional y sus necesidades del negocio utilizando, de estos estándares y modelos, lo que le es útil.

9. Se debe sistematizar la capacitación a todos los niveles de la organización para aumentar la cultura de gestión de la calidad.
10. Se debe sistematizar la capacitación a todos los trabajadores en los procesos activos de la organización, mucho más si estos han sufrido cambios debido a la mejora.
11. Se debe sistematizar las actividades de auditorías y revisiones como medio de detección de oportunidades de mejora.

3.9. Conclusiones parciales.

- El modelo de mejora diseñado en el capítulo 2 del presente trabajo, sirvió de guía para ejecutar el proyecto piloto de mejora del proceso de gestión de las solicitudes de cambio.
- Mediante la aplicación del modelo diseñado se realizó un rediseño completo del proceso de gestión de solicitudes de cambio y se introdujo una herramienta automatizada, lográndose alcanzar los objetivos propuestos.
- Se pudo corroborar que la mejora de procesos en la ingeniería de software, utiliza las mismas técnicas y herramientas que otras ramas de la industria han estado utilizando durante muchos años.
- Se logró establecer las competencias y habilidades necesarias para ejecutar proyectos de mejora. A partir de ellas se pudo perfeccionar la estrategia de capacitación definida, agregándole temas de gestión de la calidad, técnicas estadísticas y herramientas de mejora.
- Se pudo corroborar en la práctica que el modelo CMMI ayuda a la organización a definir sus procesos de ingeniería de software. Si bien el modelo es complejo y, en ocasiones, no se comprende bien, puede ser utilizado para mapear los problemas existentes a sus áreas de proceso, para implementar las prácticas que más se ajustan a nuestra realidad y necesidades.
- Se pudo aplicar la filosofía de Seis Sigma y su sistema de métricas. Si bien son complejas y difíciles de alcanzar, nos ayuda a emplear técnicas estadísticas y herramientas de mejora para organizar, analizar, medir y evaluar un programa de mejora.

Conclusiones.

1. La elaboración del marco teórico de la investigación aportó la base teórica – metodológica para la elaboración del modelo.
2. A partir de la elaboración del marco teórico de la investigación, se confeccionó el mapa conceptual para el programa de mejora de proceso en la ingeniería de software, definiéndose a su vez, el mapa conceptual de uno de sus elementos: Gestión de la mejora de proceso.
3. El diagnóstico realizado al proceso de mejora en la empresa Softel evidenció que los problemas detectados se debían, entre otros, a una mala organización y gestión del mismo.
4. El mapa conceptual de gestión de la mejora de proceso elaborado, además de servir de guía para la mejora continua en el área de la ingeniería de software, sirve como soporte para la formación y capacitación de los recursos humanos.
5. El mapa conceptual del programa de mejora, sirve como punto de partida para continuar investigando y ampliando los conceptos del resto de los elementos que forman parte de él.
6. Se definió el proceso de mejora de proceso en la empresa Softel. El mismo contiene un conjunto de actividades y prácticas del modelo CMMI y los métodos IDEAL y Seis Sigma, las cuales fueron adaptadas a las características y necesidades de la empresa.
7. Se cumplió el objetivo de diseñar un modelo que sirviera como marco de referencia para la organización del programa de mejora en la empresa Softel.
8. El modelo diseñado sirvió de guía para ejecutar el proyecto piloto de mejora del proceso de gestión de las solicitudes de cambio.
9. Se demostró la hipótesis de investigación mediante la organización y ejecución de un proyecto piloto de mejora, alcanzándose los objetivos propuestos teniéndose como marco de referencia el modelo diseñado.
10. Mediante la aplicación del modelo diseñado, se realizó un rediseño completo del proceso de gestión de las solicitudes de cambio, introduciéndose una herramienta automatizada para su gestión y obteniéndose la definición e institucionalización del mismo.

Recomendaciones.

1. Aplicar el modelo en un programa de mejora en la empresa Softel y evaluar sus resultados.
2. Enriquecer el proceso de mejora diseñado con técnicas estadísticas y herramientas de mejora.
3. Evaluar la implantación de la herramienta Cuadro de Mando Integral para alinear y enfocar los recursos de la empresa (unidades de negocio, recursos humanos, directivos, tecnología y recursos financieros) en función de la implementación de la estrategia definida.
4. Analizar el uso de gráficos de control para el control del proceso mejorado – gestión de las solicitudes de cambio.
5. Definir indicadores al proceso de mejora diseñado de forma tal que este pueda ser evaluado y mejorado de forma continua.
6. Implementar una herramienta que cumpla con las necesidades actuales del proceso de gestión de las solicitudes de cambio de la empresa, teniendo como condición que sea software libre o código abierto, para con ello cumplir con los objetivos estratégicos del MIC.

Bibliografía.

1. Ojala, P. *Implementing a value-based approach to software assessment and improvement*. 2006 [cited; Available from: <http://herkules.oulu.fi/isbn9514282124/isbn9514282124.pdf>
2. Bjørnson, F.O. *Knowledge Management in Software Process Improvement*. 2007 [cited.
3. Fowler, P. and S. Rifkin, *Software Engineering Process Group Guide*, CMU/SEI-90-TR-0024 and ESD-90-TR-225, Editors. 1990, Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University: Pittsburgh, Pennsylvania. p. 148.
4. ISO, *ISO 9000:2000. Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*. 2000, Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza. p. 42.
5. PhD Peter Capell, *Benefits of Improvement Efforts*. 2004, Carnegie Mellon Software Engineering Institute: Pittsburgh, PA 15213-3890. p. 58.
6. Madriz, G.Q. *Estado de la certificación ISO en el mundo*. 2008 [cited; Available from: <http://www.grupokaizen.com/sig/index.php>.
7. ONN. *Sitio Oficial de la Organización Nacional de Normalización. Cuba*. 2009 [cited 2009; Available from: <http://www.nc.cubaindustria.cu/DECO/DEC/Dir-SG.htm>.
8. Febles, A.E., *Un módulo de referencia para la gestión de configuración en la PYME de software*, in *Centro de Estudios de la Ingeniería de Software*. 2003, ISPJAE: Ciudad de La Habana.
9. Dapena, M.D.D., *Un modelo para la gestión de revisiones en proyectos de software utilizando razonamiento basado en casos*, in *Centro de Estudios de la Ingeniería de Software* 2006, ISPJAE: Ciudad de La Habana.
10. Conton, D.J.R., *Documentación Diplomado Gestión de la Calidad. Empresa de Servicios de Aseguramiento de la Calidad del MIC*. 2008, Empresa de Servicios de Aseguramiento de la Calidad (ESAC). MIC: Ciudad de La Habana. Cuba.
11. ISO, *ISO 10006:2003. Sistemas de gestión de la calidad - Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos*. 2003, ISO copyright office. Ginebra. Suiza. p. 44.
12. Pressman, R.S., *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico* 2004.
13. IEEE, C.S.P.P.C., *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)*. 2004, Los Alamitos, California. EEUU.: IEEE Computer Society.
14. Software Engineering Institute, C.M.U., *CMMI for Development, version 1.2* 2006: Pittsburgh, Pennsylvania 15213.
15. Project Management Institute, A.P., *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Tercera edición ed. 2004, Pennsylvania: Project Management Institute Inc. Four Campus Boulevard. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EEUU.
16. Peter S. Pande, R.P.N., Roland R. Cavanagh, *Las claves de Seis Sigma. La implantación con éxito de una Cultura que Revoluciona el Mundo Empresarial*. 2002: McGraw Hill - Interamericana de España, S.A.U. 360.
17. Beth, L., *Implementing an Organizational Software Process Improvement Program*. IEEE Software Engineering, 2005. **Volume 2**.
18. Komi-Sirviö, S., *Development and Evaluation of Software Process Improvement Methods*, V.T.R.C.o. Finland, Editor. 2004, VTT Technical Research Center of Finland.
19. UCI, *Proceso de Mejora*. 2009, Intranet UCI. Dirección de Calidad de Software. <http://calidadsoft.prod.uci.cu/>.
20. Castro, D.H.A., et al., *Selección de Lecturas Temas de Gestión de la Calidad*, U.d.L.H.C.d.E. Turísticos., Editor. 2005.

21. Manuel de la Villa, M.R., Isabel Ramos. *Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo*. 2004 [cited; Available from: <http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/remis/docs/DelaVillaadis2004.doc>
22. SEI, C. *FAQ ISO-IEC 15504*. 2007 [cited 2007; Available from: <http://www.sei.cmu.edu/cmml/faq/15504-faq.html>.
23. ISO/IEC, *Information Technology – Software Process Assessment – Part 1: Concepts and Introductory Guide*. 2004.
24. Rolando Armas Andrade, A.C.G., Maité Montes Beobides, José A. Gutierrez de Mesa, *Desde ISO 9001 hacia CMMI, pasos para la mejora de los procesos y métricas*. Revista de Procesos y Métricas de las tecnologías de la información, 2007. **Volumen 4, No.1**.
25. ISO/IEC, *ISO/IEC 90003:2004. Software engineering - Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software*. 2004, ISO copyright office in Switzerland. p. 62.
26. Boris Mutafelija, H.S., *Systematic Process Improvement Using ISO 9001:2000 and CMMI*. 2003: Artech House.
27. DIAC, D.o.D.I.A.C.W., *Software Acquisition Gold Practice™ Goal-Question-Metric (GQM) Approach* 2005.
28. Official Site of PSM: Practical Software & Systems Measurement, s.b.t.D.o.D.a.t.U.A. *Practical Software and Systems Measurement (PSM). Methods of Operation*. 2006 [cited; Available from: <http://www.psm.com/>.
29. Florac, W.A. *Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement*. 1997 [cited 2007].
30. Norton, R.S.K.y.D.P., *The strategy-focused organization: How balanced scorecard companies thrive in new business environment*. 2001: Harvard Business Scholl Publishing Corporation.
31. Devadason, D., *Establishing Metrics using Balanced Scored and Goal Question Metrics Technique For Organizational Prosperity*. 2004, Satyam Computer Services, USA.
32. Basili, V., *The Experience Factory*. 1994, Istitute for Advanced Computer Studies. Department of Computer Science. Unerversity of Maryland.
33. Sanz, J.B., *Guía para una gestión basada en procesos*, I.A.d. Tecnología, Editor. 2003, Centro Andaluz para la Exelencia en la Gestión.
34. Jeannine Siviy, M.L.P., Erin Harper, *Relationships Between CMMI and Six Sigma*, C.M. University, Editor. 2005, SEI, CMU: Pittsburgh, Pennsylvania 15213.
35. McFeeley, B., *IDEALSM: A User's Guide for Software Process Improvement*. CMU/SEI-96-HB-001. 1996: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania. 234.
36. Dave Kitson, J.K., Terry Rout, Pedro Sousa. *The CMMI Product Suite and International Standards*. in *SEPLA*. 2006. Brasil.
37. Division, A.S., *Improving Performance Through Statistical Thinking*, A.Q. Press, Editor. 2000, ASQ Statistics Division: Milwaukee, WI.
38. American Statistical Association, Q.P.S., *Enabling Broad Application of Statistical Thinking*. , in *American Statistical Association, Quality & Productivity Section*. 2001.
39. Jeannine Siviy, S. *Six Sigma. Software Technology Roadmap*. [Sitio Web] 2001 [cited; Available from: http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/sigma6_body.html.
40. Mark C. Paul, M.B., *The 2001 High Maturity Workshop*, CMU/SEI-2001-SR-014, Editor. 2002, SEI. Carnegie Mellon University.
41. John, V. *Process Improvement in Restrospective* in *SEPG* 2005. Seatle, Washington: SEI.
42. ISO, *Norma Internacional ISO 9004:2000. Sistema de gestión de la calidad - Directrices para la mejora del desempeño*. 2000, ISO.

43. Spaulding, D.R. *CMMI - ISO "Can't we all just get along?"* 2007 [cited 2008].
44. Basili, V., *The Goal Question Metric Approach*. 1999.
45. Boris Mutafelija, H.S., *Mapping: ISO 9001:2000 to CMMI*, C. SEI, Editor. 2003. p. 31.
46. Covatti, A. *Dell Case - Integrating Six Sigma and CMMI. Practical Result*. in *SEPGSM LA Conferencia 2006*.
47. Softel, *Manual de normas y procedimientos de la empresa Softel*. 2007.
48. Softel, *Informe del diagnóstico del estado actual en Softel*. 2008, SOFTEL. p. 99.

Anexos.

Índice de Anexos

ANEXO # 1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA SOFTEL.

ANEXO # 2. ESTRUCTURA DE LA ENTREVISTA REALIZADA EN LA EMPRESA SOFTEL.

ANEXO # 3. IMPLEMENTACIÓN DE LOS 8 PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD.

ANEXO # 4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCESO DE MEJORA.

ANEXO # 5. GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS MEDIDAS DE SEIS SIGMA.

ANEXO # 6. PLANTILLA DE ESTRUCTURA DE DEFINICIÓN DE PROBLEMAS Y/U OPORTUNIDADES.

ANEXO # 7. PLANTILLA DE PLAN DE MEJORA.

ANEXO # 8. MÉTODO PARA DEFINIR LOS INDICADORES. GOAL QUESTION METRIC (GQM).

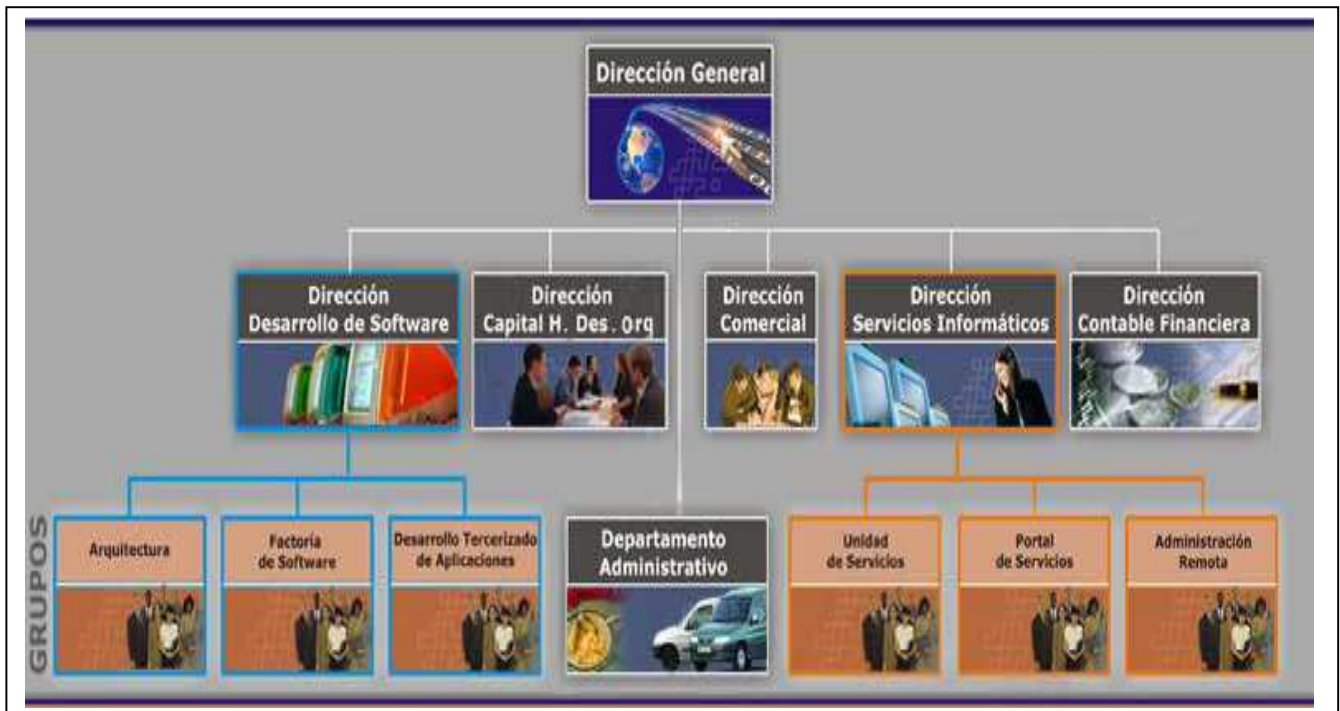
ANEXO # 9. GUÍA PARA REALIZAR UN ANÁLISIS DE BRECHA.

ANEXO # 10. SELECCIÓN DEL OBJETIVO ESTRATÉGICO PARA LA MEJORA.

ANEXO # 11. PLAN DE MEJORA DEL PROCESO “GESTIÓN DE LAS SOLICITUDES DE CAMBIO”

ANEXO # 12. ANÁLISIS DE BRECHA DEL PROYECTO PILOTO

Anexo # 1. Organigrama de la Empresa Softel.



Anexo # 2. Estructura de la entrevista realizada en la Empresa Softel.

Enfoque organizacional de gestión de proceso.

1. ¿Cómo aplica la dirección, el enfoque basado en proceso para conseguir el control eficaz y eficiente de los mismos, resultando en la mejora del desempeño?
2. ¿Uno o más individuos en su organización tienen la responsabilidad, a tiempo completo o parcial, para las actividades de gestión de procesos de software?
3. ¿Las actividades de desarrollo y de mejora de procesos son coordinadas en la organización a través de los grupos de proceso?
4. ¿Es evaluado periódicamente los procesos de software en su organización?
5. ¿Su organización sigue una política escrita tanto para el desarrollo como para el mantenimiento de sus procesos estandarizados y las evaluaciones relacionadas? (por ejemplo descripciones del ciclo de vida del software aprobada).

Estándar de calidad de proceso y su método de evaluación.

1. ¿Posee la organización un proceso estandarizado de software?, Si existe ¿le da mantenimiento?
2. ¿Qué norma o modelo sigue?
3. ¿Tiene establecido o aplica algún modelo de evaluación para medir el cumplimiento con el estándar o modelo? ¿Cuál?
4. ¿Conoce que es CMMI?, ¿Para qué le serviría en su negocio? ¿Cómo lo utilizaría?
5. ¿Conoce usted qué es un SCAMPI? ¿Para qué le sirve?
6. ¿Conoce usted la norma ISO 9000:2000? ¿Considera que le es de gran utilidad en el software? ¿Cómo la utilizaría?

Sistema de métricas.

1. ¿Se utilizan métricas para evaluar las actividades productivas ejecutadas?, ¿Utiliza la información para realizar mejoras?
2. ¿Son usadas las mediciones para evaluar el proceso de mejora? ¿Utiliza la información para realizar mejoras?
3. ¿Son utilizadas métricas para determinar el estado de las actividades de la organización para la gestión de los cambios tecnológicos?
4. ¿Son utilizadas métricas para determinar el estado en el que se encuentra el proyecto de desarrollo de un producto o servicio de software?
5. ¿Utiliza mediciones para evaluar el desarrollo de un producto o servicio de forma tal que pueda ejecutar acciones correctivas?

Estándar de calidad de producto.

1. ¿Posee su organización la definición de la política de calidad para los productos de software?
2. ¿Utiliza la organización alguna norma o modelo de calidad para el producto? ¿Cuál?
3. ¿Cómo se establecen los requisitos de calidad en el desarrollo de un producto o servicio? ¿Cómo verifica su conformidad?

Gestión de la mejora.

1. ¿En su organización se sigue un plan documentado para el desarrollo y mejora de los procesos de software?
2. ¿La Dirección General patrocina las actividades para el desarrollo y mejora de los procesos de software?

3. ¿Las actividades y productos del trabajo para el desarrollo y mantenimiento de los procesos estandarizados de la organización, están sujetos a revisiones y auditorías de aseguramiento de la calidad?
4. ¿La organización sigue un plan para la gestión de los cambios tecnológicos?
5. ¿Las nuevas tecnologías son evaluadas para determinar su efecto en la calidad y productividad?
6. ¿La dirección general apoya las actividades de la organización para la gestión del cambio tecnológico?
7. ¿Las actividades de gestión del cambio de tecnología son revisadas por la dirección general regularmente?
8. ¿Participa todo el personal requerido, en las actividades de mejora de proceso?
9. ¿La organización sigue una política escrita para implementar la mejora de los procesos de software?
10. ¿El esfuerzo de la mejora de la ingeniería de software es revisado por la alta dirección frecuentemente?

Capacitación.

1. ¿Los individuos que desarrollan y mantienen los procesos estandarizados de software reciben el entrenamiento necesario para ejecutar estas actividades?
2. ¿Son planificadas las actividades de capacitación?
3. ¿La capacitación es brindada para desarrollar las habilidades y conocimientos de los roles técnicos y administrativos?
4. ¿La organización se guía por una política de capacitación organizacional, para determinar sus necesidades de capacitación?
5. ¿Son proporcionados los recursos adecuados para ejecutar el programa de capacitación de la organización?
6. ¿Son utilizadas métricas para determinar la calidad del programa de capacitación?
7. ¿Las actividades de capacitación son revisadas periódicamente por la dirección general?

Anexo # 3. Implementación de los 8 principios de la gestión de la calidad.

En la siguiente tabla se describe como el modelo elaborado satisface los 8 principios de la gestión de la calidad.

Principio	Descripción de su implementación en el modelo
Enfoque al cliente.	En el modelo se plantea como punto de partida para iniciar un ciclo de mejora, la identificación de las necesidades y/o expectativas de los clientes. Por otra parte, el objetivo del modelo es organizar la mejora continua en la empresa de forma tal que el sistema de gestión de la calidad logre niveles superiores de excelencia que satisfaga las necesidades y expectativas de sus clientes.
Liderazgo.	El modelo asegura en varias de sus actividades el liderazgo. Es el Consejo de Dirección (los líderes), responsable de asignar la autoridad necesaria, eliminar las barreras, definir la estrategia, medir y evaluar los resultados. Además, tienen la responsabilidad de crear el ambiente para que el personal se involucre en el logro de los objetivos de la empresa.
Participación del personal.	Con la obtención del compromiso para la mejora, el personal, independientemente del nivel de la organización en el que se encuentre, acepta y se involucra de forma activa, contribuyendo al logro de los objetivos propuestos.
Enfoque basado en procesos.	El modelo tiene como base la gestión por proceso, lo cual quiere decir que los procesos están identificados, se conoce la interrelación de los mismos y cada uno tiene asignado un grupo con su responsable encargado de gestionarlo y mejorarlo.
Enfoque de sistema para la gestión.	En la empresa, está identificado y se gestiona un sistema de procesos interrelacionados. El objetivo del modelo diseñado es precisamente mejorarlo para lograr una mayor eficacia en la gestión de la empresa.
Mejora continua.	El objetivo del modelo es el de organizar la mejora continua del sistema de gestión, de forma tal que esta forme parte de la cultura organizacional.
Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.	La toma de decisiones en el modelo está basada sobre las mediciones realizadas a los procesos y la aplicación de técnicas estadísticas y herramientas de mejora.
Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores.	El modelo está concebido para la mejora del sistema de gestión por lo que de forma implícita mejora las relaciones con los proveedores, mejorando los procesos relacionados con este.

Anexo # 4. Descripción de las actividades del proceso de mejora.

Nombre	Crear infraestructura.
Propósito	Establecer la infraestructura organizativa que garantice el trabajo de los involucrados en la mejora de proceso. Organizar el sistema para la gestión por proceso. Asignar responsabilidades y definir los roles involucrados en la mejora de proceso. Garantizar la existencia en la organización de un sistema de gestión de la calidad.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los procesos (Elaborar la ficha de los procesos). 2. Crear los grupos de proceso de ingeniería de software. 3. Definir la metodología de medición del rendimiento del proceso. 4. Establecer la ficha para la descripción de los procesos. 5. Establecer una metodología para definir los procesos. 6. Crear el repositorio de procesos activos de la organización y las normas para su uso. 7. Definir la política de la calidad. 8. Crear el repositorio de problemas/oportunidades de la organización y las normas para su uso. 9. Realizar un diagnóstico para determinar el estado actual.
Entradas	Entrevistas, Tormentas de idea. Manual de normas y procedimientos vigente. Diagrama de flujo básico.
Salidas	Política de la calidad. Fichas de procesos. Repositorio de procesos activos y las normas para su uso. Repositorio de problemas/oportunidades y las normas para su uso.
Rol Responsable	SQA (Grupo de Aseguramiento de la Calidad).

Nombre	Realizar auditorías/revisiones/inspecciones.
Propósito	Detectar las no conformidades y oportunidades de mejora.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar las auditorías/revisión/inspección, según los planes. 2. Documentar las no conformidades, problemas potenciales y las oportunidades de mejora. 3. Comunicar el resultado de la auditoría/revisión/inspección a las partes interesadas.
Entradas	Plan de aseguramiento de la calidad de los proyectos con la planificación de las actividades de revisión e inspección. Plan de auditorías. Ficha de proceso.

Salidas	Informe de Auditoría. No conformidades y oportunidades de mejora. Informe de revisiones o inspecciones.
Rol Responsable	Auditor interno. Especialista de aseguramiento de la calidad (Solo para las revisiones e inspecciones).

Nombre	Medir/Supervisar el rendimiento del proceso.
Propósito	Evaluar la ejecución del proceso y el cumplimiento de sus objetivos.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilar los datos para el cálculo del rendimiento. 2. Calcular el rendimiento del proceso. En el anexo # 5 se detalla una guía para realizar el cálculo de las métricas de Seis Sigma. 3. Análisis e interpretación de los datos obtenidos. 4. Elaborar informe del rendimiento del proceso. 5. Analizar necesidades de capacitación de los trabajadores.
Entradas	Plan de mediciones. Ficha del proceso.
Salidas	Informe de rendimiento del proceso.
Rol Responsable	Jefe del proceso.

Nombre	Identificar problemas/oportunidades.
Propósito	Definir los problemas y/o las oportunidades.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Describir el problema o la oportunidad que se identificó. Para ello se puede utilizar la plantilla de estructura de definición de problemas descrita en el anexo # 6. 2. Recopilar datos para evidenciar los fundamentos y exactitud del problema sobre la base de la selección de métricas adecuadas o los resultados del proceso. 3. Definir quien es el cliente al que sirve, o sobre quien impacta este proceso, así como su problema u oportunidad. 4. Definir el objetivo, o sea, que resultados se quieren alcanzar y cuando. 5. Identificar las necesidades y expectativas de los clientes que impliquen una oportunidad de mejora.
Entradas	Informe de rendimiento del proceso. Informe de auditoría/visión/inspección. Solicitudes de los clientes.
Salidas	Documento Definición de problema/oportunidades (anexo # 6).
Rol Responsable	Jefe de proceso.

Nombre	Analizar problemas/oportunidades.
Propósito	Determinar la causa principal que provoca un problema para definir las acciones a seguir, o determinar la presencia de una oportunidad de mejora y fundamentar su viabilidad.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el análisis de los datos para establecer patrones de comportamiento del problema, su tendencia y otros factores. 2. Realizar el análisis del proceso para identificar incoherencias, desconexiones o áreas problemáticas que pueden contribuir al problema. 3. Desarrollar hipótesis de causas. 4. Analizar y seleccionar las causas fundamentales. 5. Confirmar la causa mediante su observación y consultas a los involucrados (clientes y trabajadores) en el proceso. 6. Definir las posibles acciones a tomar. 7. Seleccionar las acciones más viables y establecer como medir su eficacia. 8. Determinar la viabilidad de una oportunidad de mejora. 9. Elaborar la propuesta del proyecto de mejora del proceso mediante el establecimiento del alcance del proyecto, los objetivos, los beneficios y una aproximación del cálculo del esfuerzo de la mejora.
Entradas	<p>Documento Definición de problema/oportunidades.</p> <p>Ficha del Proceso.</p> <p>Solicitudes de los clientes.</p> <p>Informe del rendimiento del proceso.</p>
Salidas	Documento propuesta de proyecto de mejora de proceso.
Rol Responsable	Jefe de proceso.

Nombre	Analizar propuestas de mejora de proceso.
Propósito	Evaluar la factibilidad de iniciar o no un ciclo de mejora a partir de las propuestas de proyectos presentadas por los grupos de proceso.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar y evaluar las propuestas de proyectos de mejora de proceso. 2. Determinar si las propuestas constituyen una innovación. 3. Analizar y establecer el orden y prioridades de las propuestas presentadas. 4. Elaborar programa de mejora. 5. Identificar los riesgos del programa. 6. Determinar los costos beneficios de implementar las propuestas. 7. Determinar el inicio o no de un nuevo ciclo de mejora.
Entradas	Propuestas de proyectos de mejora de proceso.
Salidas	Programa de mejora de proceso para el ciclo (Plantilla Plan de mejora de proceso en el anexo # 7).

Rol Responsable	SQA, Jefes de proceso.
------------------------	------------------------

Nombre	Definir la estrategia para el ciclo de mejora.
Propósito	Definir y comunicar la estrategia para el cambio deseado.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar el Modelo actual del negocio. 2. Describir la motivación para la mejora. 3. Definir el modelo "Futuro" al cual se quiere llegar. 4. Establecer roles y responsabilidades. 5. Seleccionar el proyecto piloto. 6. Establecer los objetivos del ciclo de mejora. 7. Definir el plan de mejora para el ciclo. 8. Comunicar la estrategia a las partes interesadas. 9. Priorizar las acciones y describirlas en el plan de mejora del ciclo. 10. Definir plan de capacitación al equipo del proyecto piloto sobre los cambios a introducir.
Entradas	Fichas de procesos. Programa de mejora de proceso para el ciclo.
Salidas	Plan de mejora del ciclo: detallado con el modelo futuro, objetivos del ciclo, asignación de roles y responsabilidades, procesos involucrados, proyecto piloto, acciones de mejora, capacitación.
Rol Responsable	Grupo de Aseguramiento de la Calidad, Jefes de proceso, Jefe de proyecto.

Nombre	Establecer los indicadores para el ciclo de mejora.
Propósito	Establecer para cada objetivo del ciclo de mejora, qué indicador o conjunto de indicadores evaluará su cumplimiento. Definir la interpretación de los resultados.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir para cada objetivo los indicadores que lo evalúan. Se podrá utilizar el método Goal-Question-Metrics (GQM), descrito en el anexo # 8. 2. Establecer para cada indicador establecido su método de análisis e interpretación. 3. Definir y establecer el procedimiento de recolección de datos que permita realizar el cálculo de los indicadores definidos. 4. Concluir la definición del plan de mejora del ciclo con los indicadores establecidos.
Entradas	Plan de mejora del ciclo.
Salidas	Plan de mejora del ciclo actualizado con los indicadores, su método de cálculo e interpretación así como el procedimiento de recopilación de datos.
Rol Responsable	Grupo de Aseguramiento de la Calidad, Jefes de proceso, Jefe de proyecto de desarrollo piloto.

Nombre	Ejecutar las acciones de capacitación al equipo del proyecto piloto.
Propósito	Preparar al equipo del proyecto piloto en los nuevos cambios que serán introducidos.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar los conocimientos y competencias del equipo de proyecto en las áreas del cambio. 2. Ejecutar las actividades de capacitación planificadas. 3. Contratar capacitación a terceros. 4. Realizar la capacitación. 5. Evaluar la capacitación realizada mediante la reevaluación de los conocimientos y competencias del equipo de proyecto. 6. Almacenar materiales preparados y/o adquiridos para la capacitación.
Entradas	Plan de mejora del ciclo.
Salidas	Informe resultado de la capacitación. Materiales de la capacitación.
Rol Responsable	Capital humano.

Nombre	Evaluar el estado actual del ciclo de mejora.
Propósito	Establecer el punto de partida para iniciar o no una nueva iteración del ciclo de mejora.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la forma en que se trabaja. 2. Evaluar el cumplimiento de los objetivos del ciclo. 3. Realizar un análisis de brecha para establecer la posición actual con relación al cumplimiento de los objetivos del ciclo de mejora. En el anexo # 9 se describe el método para realizar el análisis de brecha. 4. Determinar lo que falta aún por hacer para alcanzar el modelo "Futuro".
Entradas	Plan de mejora del ciclo. Modelo "Futuro".
Salidas	Informe resultado de la iteración de mejora.
Rol Responsable	Grupo de Aseguramiento de la Calidad, Jefes de proceso, Jefe de proyecto de desarrollo piloto.

Nombre	Planificar iteración del ciclo de mejora.
Propósito	Definir las acciones que serán ejecutadas en una iteración para avanzar hacia el modelo "Futuro".
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer el alcance de la iteración. 2. Definir objetivos e indicadores de la iteración.

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Definir las acciones a ejecutar para cumplir con el alcance. 4. Planificar las actividades a ejecutar para implementar las acciones. 5. Estimar los recursos necesarios para el cumplimiento de las actividades establecidas. 6. Diseñar el cronograma de las actividades determinando el tiempo y asignando los recursos necesarios.
Entradas	Plan de mejora del ciclo. Documentación análisis de brecha. Informe resultado de la última iteración de mejora.
Salidas	Plan de la nueva iteración de mejora.
Rol Responsable	Grupo de Aseguramiento de la Calidad, Jefes de proceso, Jefe de proyecto de desarrollo piloto.

Nombre	Lograr el acuerdo y compromiso con el plan.
Propósito	Lograr el compromiso de los involucrados y partes interesadas con el plan definido.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 2. Preparar para los directivos una presentación sobre los cambios que se introducirán en la iteración. 3. Presentar la solución a introducir a los directivos para su aprobación. 4. Presentar la solución a todos los afectados una vez que esta ha sido aprobada por los directivos.
Entradas	Plan de mejora del ciclo. Plan de la nueva iteración del ciclo de mejora.
Salidas	Presentación.
Rol Responsable	Grupo de Aseguramiento de la Calidad, Jefes de proceso.

Nombre	Ejecutar las actividades planificadas en la iteración.
Propósito	Iniciar la ejecución de las actividades planificadas una vez que se haya obtenido el compromiso de todas las partes interesadas.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 2. Ejecutar las actividades. 3. Gestionar consultoría externa, en caso de no existir personal capacitado para ejecutarla. 4. Gestionar capacitación para aumentar las competencias de los trabajadores. 5. Recopilar datos sobre la ejecución de las actividades para el cálculo de las métricas.
Entradas	Plan de la nueva iteración del ciclo de mejora.
Salidas	Cumplimiento del plan.

Rol Responsable	Jefe de proyecto de desarrollo piloto, Trabajadores con las actividades asignadas.
------------------------	--

Nombre	Controlar y evaluar la iteración.
Propósito	Controlar que se están ejecutando las actividades planificadas, y evaluar la ejecución de la iteración con el objetivo de realizar los ajustes necesarios al plan.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chequear el cumplimiento de las actividades. 2. Implementar acciones correctivas cuando existan desviaciones en el plan. 3. Evaluar si se está alcanzando el modelo "Futuro" mediante la ejecución del plan. 4. Realizar ajustes al plan si no se está alcanzando el modelo "Futuro". 5. Realizar un análisis de brecha para determinar la posición con relación al cumplimiento de los objetivos del ciclo. En el anexo # 9 se describe el método para realizar el análisis de brecha 6. Realizar cálculo de indicadores del ciclo.
Entradas	Plan de mejora del ciclo. Plan de la nueva iteración del ciclo de mejora.
Salidas	Plan con los ajustes necesarios. Acciones correctivas. Informe de evaluación de la introducción de los cambios. Cálculo de los indicadores del ciclo.
Rol Responsable	Jefes de proceso, Jefe de proyecto de desarrollo que ejecuta el proyecto piloto de mejora.

Nombre	Evaluar ciclo de mejora.
Propósito	Determinar los beneficios de los cambios, su factibilidad y viabilidad para desplegarlo, o no, en toda la organización.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el cumplimiento de los objetivos del ciclo de mejora mediante la realización de un análisis de brecha. En el anexo # 9 se describe el método para realizar el análisis de brecha. 2. Analizar y evaluar el impacto del cambio realizado. 3. Evaluar la ejecución del proceso de mejora. 4. Determinar la factibilidad del despliegue en la organización del cambio realizado. 5. Elaborar plan de transferencia tecnológica.
Entradas	Plan de mejora del ciclo. Informes de evaluación de las iteraciones. Informe de evaluación del cambio realizado. Datos de los indicadores del ciclo de mejora.
Salidas	Informe de evaluación del ciclo de mejora.

	Plan de transferencia tecnológica.
Rol Responsable	Grupo de Aseguramiento de la Calidad, Jefes de proceso, Jefe de proyecto de desarrollo que ejecuta el proyecto piloto de mejora.

Nombre	Gestionar capacitación de los recursos humanos.
Propósito	Aumentar las competencias de los trabajadores en la ejecución de las actividades de ingeniería de software. Capacitar a los trabajadores en los cambios realizados.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer plan de capacitación organizacional. 2. Buscar y contratar servicios de capacitación. 3. Verificar el resultado de la capacitación recibida. 4. Registrar los resultados de la capacitación.
Entradas	Plan de transferencia tecnológica.
Salidas	Evaluación de la capacitación.
Rol Responsable	Capital humano.

Nombre	Realizar despliegue del cambio.
Propósito	Generalizar el cambio realizado en el proyecto piloto, al resto de los proyectos de la organización.
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actualizar la documentación del proceso con los cambios realizados. 2. Elaborar materiales para transferir los cambios realizados. 3. Ejecutar el Plan de transferencia de la nueva tecnología al resto de los proyectos. 4. Ejecutar la transferencia al resto de la organización. 5. Evaluar la transferencia. 6. Revisar y evaluar la ejecución del nuevo proceso. 7. Realizar reuniones para análisis postmortem. 8. Compilar y empaquetar el conocimiento adquirido. 9. Desarrollar y ejecutar un plan de acción para solucionar los temas pendientes y concluir las acciones que faltan.
Entradas	Informe de resultados del proyecto de mejora. Documentación del procesos y de sus elementos Plan de transferencia tecnológica.
Salidas	Estado de cumplimiento del Plan de transferencia tecnológica. Materiales de capacitación del nuevo proceso. Informe de evaluación de la ejecución de la transferencia. Documentación del proceso y de sus elementos actualizada con los cambios aprobados.

	Paquete de conocimientos.
<i>Rol Responsable</i>	Grupo de Aseguramiento de la Calidad, Jefes de proceso, Jefe de proyecto de desarrollo que ejecuta el proyecto piloto de mejora.

Anexo # 5. Guía para el cálculo de las medidas de Seis Sigma.

Seis Sigma es utilizada para representar la distribución o dispersión alrededor de la media de cualquier proceso.

Seis Sigma es una filosofía de administración enfocada a la mejora de los procesos, manteniéndolos en el valor objetivo y reduciendo la variación.

Definiciones básicas:

1. **Factores críticos de calidad (FCC):** Los FCC no son más que los requerimientos y expectativas de los clientes.
2. **Unidad:** Es un elemento que se procesa, pudiendo ser un producto o servicio que se entrega al cliente.
3. **Defecto:** Es un fallo en el cumplimiento de los requisitos del cliente.
4. **Defectuoso:** Cualquier unidad que contenga un defecto o fallo.
5. **Oportunidad de defecto:** Debido a que la mayoría de los productos o servicios tienen numerosos requisitos del cliente, estos no son más que la cantidad total de FCC.

Medidas de unidades defectuosas y de rendimiento.

Estas medidas están dirigidas a las unidades que contienen defectos. Estas son importantes en empresas o productos para los que cualquier defecto es serio. Las siguientes expresiones son medidas de la imperfección.

1. **Porcentaje de unidades defectuosas:** Se refiere a la fracción o porcentaje de muestras del elemento que tienen uno o más defecto. Su fórmula es: número de unidades defectuosa entre número de unidades. Ejemplo:

Se desea conocer el porcentaje de solicitudes de cambio presentada por los clientes que son defectuosos.

De 50 solicitudes presentadas, 9 contienen defectos por lo tanto:

$$\text{Porcentaje de unidades defectuosas} = \frac{\# \text{ de unidades defectuosa}}{\# \text{ de unidades}}$$

$$\text{Porcentaje de unidades defectuosas} = \frac{9}{50} = 0,18 = 18,0 \% \text{ de imperfección}$$

2. **Rendimiento final (Y_{final}):** Se calcula como 1 menos la proporción de imperfección. Indica la fracción sobre el total de unidades producidas y/o entregadas sin defectos. Multiplicando el rendimiento final por 100 da el porcentaje "bueno". Aplicándolo al mismo ejemplo del punto 1, tenemos:

$$Y_{\text{final}} = 1 - \text{Porcentaje de unidades defectuosas.}$$

$$Y_{\text{final}} = 1 - 0,18 = 0,82 = 82\% \text{ de rendimiento.}$$

Medidas de defectos.

1. **Defectos por unidad (DPU):** Refleja la cantidad promedio de defectos, de todos los tipos; sobre la cantidad total de unidades de la muestra.

$$\text{DPU} = \frac{\# \text{ de defectos}}{\# \text{ de unidades}}$$

Siguiendo el mismo ejemplo de las solicitudes tenemos que se detectaron 12 defectos en las 9 solicitudes defectuosas por lo que calcularemos el DPU:

$$\text{DPU} = \frac{12}{50} = 0,24 = 24\%.$$

Un DPU igual a 1 indica la probabilidad de que todas las unidades tengan un defecto; aun cuando algunas unidades pudieran no tener ninguno y otras más de uno. Un DPU de 0,25 indica la probabilidad de que una de cada cuatro unidades tenga un defecto.

Determinación de las oportunidades de defecto.

El propósito de esta medida es el de ajustar los niveles de complejidad para poder realizar comparaciones del rendimiento de un producto o servicio complejo con uno más simple.

En las medidas de Seis Sigma *complejo* significa más oportunidades de fallo o defectos, por lo que el reto radica en poder identificar un número realista de oportunidades de defectos para cada producto o servicio. Se recomiendan los siguientes pasos para su correcta identificación:

1. Elaborar una lista preliminar de tipos de defectos. Por ejemplo siguiendo el caso de las solicitudes una lista preliminar de tipos de defectos podría ser:
 - b. Deficiente descripción de la solicitud. No se entiende que es lo que el cliente desea debido a una mala redacción o para el caso de reportes de fallas en el producto, la descripción que permite reproducir el fallo detectado no se puede realizar, es decir, no se puede reproducir el error.
 - c. No se brindó respuesta en el término de los 3 días hábiles según está descrito en el objetivo estratégico de la empresa.
 - d. No se especificó el cliente.
 - e. No se cumplió el cronograma acordado para trabajar en la implementación de la solicitud (Retrasos).
 - f. No se cumplió con lo que el cliente solicitó.
2. Determinar de la lista cuales son los defectos específicos reales, es decir, los críticos para el cliente. Se puede, si se desea, tomar la lista completa; aunque es recomendable analizar la misma pues incluir muchos, hará que nuestro rendimiento parezca mejor. De la lista anterior, y a modo de ejemplo, tomaremos todos los defectos pues en realidad el proceso de atender una solicitud del cliente es mucho más complejo que lo que se ha descrito hasta este momento.
3. Comprobar el número de oportunidades propuesto frente a otros estándares.

A continuación se brindan un conjunto de pautas para estimar las oportunidades de los productos o servicios:

1. Diríjase a áreas problemáticas. Los defectos que son raros no deben considerarse como oportunidades.
2. Agrupe todos los defectos relativos a una oportunidad. Esto simplifica el trabajo y asegura que no inflará artificialmente el número de oportunidades.
3. Asegúrese de que el defecto es importante para el cliente. Si se centra en estándares válidos de requisitos o de rendimiento será mejor.
4. Sea coherente. Si se planifica utilizar medidas basadas en oportunidades, debe considerar establecer normas para definir las.
5. Cambie solamente cuando sea necesario. Cada vez que cambie el número de oportunidades, cambiará el denominador para la medida Sigma y eso supone que la comparación con el resultado anterior ya no es válida. Debe cambiar las reglas solamente cuando sea necesario.

Cálculo de las medidas basadas en oportunidades.

Existen varias formas de calcular y expresar medidas basadas en oportunidades de defectos:

1. **Defecto por oportunidad o DPO:** Expresa la proporción de defectos sobre el número total de oportunidades de un grupo. Siguiendo el ejemplo de las solicitudes:

$$DPO = \frac{\# \text{ de defectos}}{\# \text{ de unidades} \times \# \text{ de oportunidades}}$$

$$DPO = \frac{12}{50 \times 5} = 0,048 \text{ DPO}$$

Lo anterior significa que existe un 4,8% de posibilidades de tener un defecto en las solicitudes.

2. **Defectos por millón de oportunidades o DPMO:** Esta medida indica el número de defectos que podrían producirse si hubiera un millón de oportunidades

$$DPMO = DPO \times 1\,000\,000$$

Aplicándolo al ejemplo que estamos desarrollando:

$$DPMO = 0,048 \times 1\,000\,000$$

$$DPMO = 48\,000 \text{ DPMO}$$

3. **Rendimiento Sigma:** Con el valor obtenido en DPMO se entra en la tabla de conversión y se busca el valor aproximado, obteniéndose el rendimiento y el nivel sigma.

Medidas del rendimiento total del proceso.

Los cálculos de defectos y de Sigma que se han descrito hasta este momento se basan en resultados o medidas al final del proceso.

Si la necesidad actual es la de realizar evaluaciones para medir la efectividad de los procesos en la satisfacción de las necesidades del cliente, estas medidas (unidades defectuosas, DPU, DPMO, Sigma) serán suficientes, pero ellas no nos brindan una información real de lo bien que funciona un proceso. Para ello será necesario concentrarse en los defectos internos que cuantifican el rendimiento o los retrabajos durante el proceso.

Un proceso puede tener un conjunto de subprocesos por lo que a cada uno se le mide su rendimiento.

1. **Rendimiento de primera pasada Y_{FP} :** Es la medida del rendimiento del primer subproceso de un proceso.
2. **Rendimiento de última pasada Y_{LP} :** Es la medida del rendimiento del último subproceso de un proceso.

Esto nos permitirá determinar en que etapa del proceso hay que prestar mayor atención.

$$Y_{FP} = Y_{LP} = 1 - DPMO$$

3. **Rendimiento real Y_{RT} :** Mide la probabilidad de pasar por todos los subprocesos sin un defecto.

$$Y_{RT} = Y_{FP1} \times Y_{FP2} \times Y_{FP3} \times \dots \times Y_{FPn}$$

4. **Rendimiento normal Y_N :** El rendimiento normal mide el promedio de rendimientos por los pasos del proceso. Es el promedio exponencial basado en el número de pasos del proceso, no es un promedio aritmético.

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

Donde, n es el número de pasos en el proceso.

Tabla de conversión: nivel en sigma a partir de los DPMO

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

Por ejemplo, para un *DPMO* cuyo valor es de 48 000, entramos en la tabla por la columna de *DPMO* y buscamos su valor aproximado, siendo:

Nivel en sigma **≈ 3, 13**

Rendimiento **≈ 94,79 %**

Anexo # 6. Plantilla de Estructura de definición de problemas y/u oportunidades.

ESTRUCTURA DE DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	
¿Qué?	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué proceso está implicado? • ¿Qué está mal? • ¿Cuál es la deficiencia u oportunidad?
¿Dónde/cuándo?	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Dónde se observa el problema/deficiencia? <ul style="list-style-type: none"> ○ Dirección. ○ Área. ○ Grupo de trabajo. • ¿Cuándo se observa el problema/deficiencia? <ul style="list-style-type: none"> ○ Antes/después de. ○ Cuando pasa que.
¿De qué envergadura?	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué envergadura tiene el problema/deficiencia/oportunidad? • ¿Cómo medirlo?
¿Impacto?	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el impacto del problema/oportunidad? • ¿Cuáles son los beneficios de actuar o las consecuencias de no actuar?

Anexo # 7. Plantilla de Plan de Mejora.

1. Introducción.

Describir el propósito del presente documento.

2. Alcance.

Definir el o los procesos involucrados en la mejora.

3. Objetivos.

Definir cuáles son los objetivos a alcanzar con el presente plan. Se deberán redactar de forma clara y medible, los objetivos del proyecto de mejora para el cual se está elaborando el plan.

4. Beneficios esperados.

Describir cuales son los beneficios que se esperan una vez estén implementados los cambios. Establecer el impacto de la mejora y la viabilidad de ejecutarla.

5. Declaración del problema u oportunidades.

Definir de forma clara, el problema o la oportunidad.

Si se trata de un problema, describir el análisis de causa realizado.

Si es una oportunidad, definir las bases sobre las que se sustenta.

6. Diseño de la solución.

Describir cuál es la solución y que características deberá tener el modelo futuro al que se quiere llegar.

7. Roles y responsabilidades.

Definir los roles del proyecto así como sus responsabilidades.

8. Recursos.

Establecer los recursos humanos, financieros, materiales, tecnológicos e informáticos necesarios; para llevar a cabo el proyecto de mejora.

9. Riesgos del proyecto.

Identificar los riesgos que pudieran impedir la ejecución del proyecto. Establecer como mitigarlos y un plan de contingencia.

10. Indicadores.

Establecer los indicadores necesarios para medir el desempeño y el impacto que va teniendo la ejecución del proyecto de mejora en la organización.

11. Acciones de mejora.

Definir, de forma ordenada, un conjunto de acciones que me llevaran del estado actual al deseado. Las acciones de mejoras constituyen el diseño ordenado y secuenciado de la solución.

12. Cronograma de actividades del proyecto.

Establecer el cronograma de actividades con la asignación de responsabilidades y tiempo para ejecutar las tareas del proyecto de mejora.

Anexo # 8. Método para definir los indicadores. Goal Question Metric (GQM).

Establecer los objetivos constituye un proceso crítico para la aplicación exitosa de GQM. La siguiente guía da soporte al establecimiento de los mismos.

Guía para definir los objetivos.

Un objetivo posee 3 dimensiones:

1. Asunto.
2. Objeto
3. Punto de vista

Además posee un propósito.

Por otra parte el desarrollo de un objetivo está basado en tres fuentes básicas de información:

1. La primera fuente es la política y la estrategia de la organización que aplica GQM. Del análisis de la política organizacional, los planes estratégicos y por las entrevistas a personas importantes de la organización; se deriva tanto el asunto como el propósito del objetivo.
2. La segunda fuente es la descripción de los procesos y productos de la organización, o de al menos, la descripción de aquellos que están dentro del alcance de las mediciones que deseamos ejecutar.
Por ejemplo, si deseamos evaluar un proceso, necesitamos el modelo de él y de sus componentes (sub-procesos).
De esta fuente, derivamos el objeto, el cual pudiera ser un proceso o componente del mismo (subproceso).
3. La tercera fuente es el modelo de la organización, el cual nos brinda, el punto de vista del objetivo. No todos los asuntos y procesos son relevantes para todos los puntos de vista en una organización. Los puntos de vista pudieran verse como los roles en una organización.
Por ejemplo: Mejorar el tiempo de respuesta de las solicitudes de cambio desde el punto de vista del *jefe de proyecto* (pudiera haber sido también desde el punto de vista del *serviciador*)

A partir de la especificación de cada uno de los objetivos podemos derivar preguntas que caractericen de forma cuantificable al objetivo. De forma general podremos realizar tres grupos de preguntas:

1. Grupo uno: ¿Cómo podemos caracterizar al objeto (producto, proceso o recurso) con respecto al conjunto de objetivos del modelo GQM?
Por ejemplo:
¿Cómo es la velocidad actual de procesamiento de las solicitudes de cambio?
¿El proceso de solicitud de cambio que se está ejecutando es el mismo que está documentado?
2. Grupo dos: ¿Cómo podemos caracterizar los atributos del objeto que es relevante con relación al asunto del modelo GQM?
Por ejemplo:
¿Qué desviación existe entre el tiempo de procesamiento actual de las solicitudes de cambio y su tiempo estimado?
¿Se está ejecutando la mejora del proceso?
3. Grupo tres: ¿Cómo evaluamos las características del objeto que es relevante con respecto al asunto del modelo GQM?
Por ejemplo:
¿Es la actual ejecución satisfactoria desde el punto de vista del jefe de proyecto?

¿Está visible la ejecución de la mejora?

Una vez concluido el desarrollo de las preguntas se procede a asociar las preguntas con las métricas apropiadas. Los factores a considerar son, entre otros:

1. Cantidad y calidad de los datos existentes. Debemos tratar de maximizar el uso de datos existentes, en caso de que estén disponibles y sean confiables.
2. La madurez de los objetos de medición. Aplicaremos los objetivos de medición a objetos de medición más maduros y utilizaremos más evaluaciones subjetivas cuando contemos con objetos informales e inestables.
3. Proceso de aprendizaje. El modelo GQM necesita siempre de refinamiento y adaptación, además las medidas que definamos tienen que ayudarnos a evaluar, no solo el objeto de medición; sino también la fiabilidad del modelo utilizado para evaluarlo.

Teniendo en cuenta estas ideas, a continuación se muestra un ejemplo completo.

Objetivo	
Propósito	Mejorar
Asunto	El tiempo de
Objeto	Proceso de procesamiento de las solicitudes de cambio.
Punto de vista	Jefe de proyecto.

Pregunta 1	¿Cómo es la velocidad actual de procesamiento de las solicitudes de cambio?
Métrica 1	Promedio del ciclo de tiempo
Métrica 2	Desviación estándar
Métrica 3	% de casos fuera del límite superior.

Pregunta 2	¿El proceso de solicitud de cambio que se está ejecutando es el mismo que está documentado?
Métrica 4	Puntuación subjetiva del jefe del proyecto.
Métrica 5	% de excepciones identificadas durante las revisiones.

Pregunta 3	¿Qué desviación existe entre el tiempo de procesamiento actual de las solicitudes de cambio y su tiempo estimado?
Métrica 6	$\frac{\text{Promedio actual del ciclo de tiempo} - \text{Promedio estimado del ciclo del tiempo}}{\text{Promedio actual del ciclo de tiempo}} \times 100$
Métrica 7	Desviación estándar

Pregunta 4	¿Se está ejecutando la mejora del proceso?
Métrica 8	$\frac{\text{Promedio actual del ciclo de tiempo}}{\text{Promedio de la línea base del ciclo de tiempo}} \times 100$

Pregunta 5	¿Es la actual ejecución satisfactoria desde el punto de vista del jefe de proyecto?
Métrica 7	Evaluación subjetiva por el jefe del proyecto.

Pregunta 6	¿Está la ejecución de la mejora visible?
Métrica 8	$\frac{\text{Promedio actual del ciclo de tiempo}}{\text{Promedio de la línea base del ciclo de tiempo}} \times 100$

Anexo # 9. Guía para realizar un análisis de brecha.

El análisis de brecha es una herramienta para determinar la distancia que existe entre el estado actual y el futuro. La identificación de la brecha existente implica la realización de un análisis profundo de los factores que han creado el estado actual. El análisis garantizará que el proceso de mejora no caiga de la identificación de las áreas con problemas a la proposición de la solución sin comprender las condiciones que propiciaron la creación del estado actual. A continuación se brindan un conjunto de principios para realizar un análisis de brecha:

1. Explicar a todos los involucrados que la identificación de la brecha no significa que los trabajadores están cometiendo errores, por el contrario, significa que se está realizando un examen sistemático de los factores que contribuyeron al estado actual.
2. Crear indicadores que evalúen el logro del modelo futuro de modo que el análisis de la brecha se realice sobre la evaluación sistemática de estos indicadores. Elabore, para cada objetivo, gráficos de barra para visualizar la brecha que existe entre el estado actual y el futuro de sus indicadores.
3. Toda la información recopilada durante el proceso de análisis de brecha deberá quedar documentada para ser revisada por todos los involucrados en la mejora.
4. Como resultado de la identificación de la brecha entre el estado actual y el futuro, el problema deberá quedar documentado para realizar posteriormente un análisis de causa, de forma tal, que se determinen los factores que son cruciales para alcanzar el modelo futuro.
5. Los factores identificados son utilizados en el desarrollo de los objetivos e indicadores de la próxima iteración de mejora.

Anexo # 10. Selección del objetivo estratégico para la mejora.

Misión.

Proporcionar Soluciones Informáticas que eleven la eficiencia y eficacia del Sistema de Salud cubano con personal y tecnologías de avanzadas.

Visión.

Somos gestores de tecnologías y conocimientos de una gran comunidad donde los clientes se sienten parte de ella.

Objetivos Estratégicos de la empresa:

1. Garantizar un elevado nivel de seguridad e invulnerabilidad en las soluciones informáticas que se oferten.
2. Establecer un sistema productivo que garantice la soberanía tecnológica de las producciones con la calidad requerida.
3. Implementar un sistema de gestión de la calidad que garantice la satisfacción hasta el nivel de usuario final.
4. Establecer e implementar un sistema de gestión del conocimiento que satisfaga las necesidades de la empresa.
5. Implementar un sistema de evaluación del desempeño de los trabajadores basado en las competencias y resultados obtenidos.
6. Definir un esquema de I+D+I que contribuya a elevar la eficiencia y eficacia de la empresa.
7. Definir una estrategia de exportación para cartera de productos y servicios de la empresa.

Objetivos específicos de la Dirección de Servicios Informáticos.

1. Implementar un sistema de gestión de la calidad en los servicios que garantice la satisfacción hasta el nivel de usuario final.
 - a. Definir e implementar procedimientos de gestión de la calidad de productos y servicios de acuerdo al modelo definido por la empresa.
 - b. Definir los indicadores de satisfacción del cliente y mantenerlos en niveles de excelencia.
 - c. Definir los procesos que se ejecutan en la prestación de servicios informáticos y realizar actualizaciones semestrales de los mismos.
 - d. Generalizar en el primer semestre del año 2008 la utilización del Portal de Gestión de Servicios.
2. Establecer e implementar un sistema de gestión del conocimiento que satisfaga las necesidades de la empresa.
 - a. Establecer espacios mensuales para el intercambio técnico, exposición de resultados, de solución de problemas, etc.
 - b. Publicar al concluir cada proyecto los nuevos casos de estudio, respuestas a preguntas más frecuentes, informaciones técnicas, etc. en las carpetas compartidas en la red para estos fines.
 - c. Crear la Biblioteca (repositorio) de procesos activos de la empresa.
 - d. Definir las categorías de los servidores y gestores de acuerdo a las competencias que cada rol debe cumplir.
3. Implementar un sistema de evaluación del desempeño de los trabajadores basado en las competencias y resultados obtenidos.
 - a. Definir las competencias de cada rol en la Dirección en el segundo trimestre del año 2008.
 - b. Definir por cronograma las tareas a cumplir por cada trabajador mensualmente.

- c. Definir el sistema de evaluación de acuerdo a las competencias y el cumplimiento de las tareas planificadas, así como la satisfacción de los clientes en el primer trimestre 2008.
- d. Implementar el sistema de evaluación durante todo el año.
- e. Determinar las necesidades de capacitación para que cada trabajador pase a ocupar una categoría superior.
- 4. Definir un esquema de I+D+I que contribuya a elevar la eficiencia y eficacia de la empresa.
 - a. Confeccionar Plan de Gestión de Riesgos para el despliegue de las soluciones.

Objetivos específicos de la Dirección de Desarrollo de Software.

1. Garantizar un elevado nivel de seguridad e invulnerabilidad en las soluciones informáticas que se oferten.
 - a. Normar el desarrollo y la evolución de los componentes que aseguran la seguridad e invulnerabilidad de las aplicaciones de Softel (componente Autenticación, Autorización y Auditoría, etc.) manteniendo durante todo el año el desarrollo evolutivo y correctivo de las nuevas solicitudes de cambio a dichos componentes.
 - b. Exigir como requisito, cada vez que se inicie un nuevo desarrollo, el uso de los componentes desarrollados por la empresa para asegurar la seguridad e invulnerabilidad de las aplicaciones de Softel (componente Autenticación, Autorización y Auditoría, etc.).
 - c. La información del cliente utilizada en el proceso de desarrollo de pruebas y/o integración de aplicaciones de un producto de software, deberá estar protegida.
 - d. Utilizar la herramienta desarrollada por la empresa para ofuscar la información sensible, no permitiendo que se publique información sensible al cliente en servidores que se instalen.
 - e. Realizar un reporte semestral con el resultado de la vigilancia tecnológica sobre las tecnologías utilizadas en el proceso de desarrollo tecnológico.
 - f. Proponer nuevos cambios tecnológicos a partir de los reportes resultantes de la vigilancia tecnológica que se realice.
2. Establecer un sistema productivo que garantice la soberanía tecnológica de las producciones con la calidad requerida.
 - a. Normar el desarrollo y la evolución de los componentes que aseguran la soberanía tecnológica de las aplicaciones de Softel.
3. Implementar un sistema de gestión de la calidad que garantice la satisfacción hasta el nivel de usuario final.
 - a. Obtener en el primer semestre del año la definición de los procesos internos y externos a la Dirección de Desarrollo, que son para uso general e impactan en la producción.
 - b. Estabilizar, al concluir el primer trimestre, el proceso de gestión de cambios establecido en la empresa en todos los proyectos de la Dirección.
 - c. Obtener en el primer semestre del año los procesos de cada uno de los Grupos de Trabajo y mantener durante el resto del año un proceso de mejora continua.
 - d. Cumplir con el sistema de gestión de la calidad establecido en la empresa y contribuir a su mejora continua.
 - e. Implementar el control permanente de versiones de todos los sistemas que se desarrollan en la empresa.
4. Establecer e implementar un sistema de gestión del conocimiento que satisfaga las necesidades de la empresa.
 - a. Establecer espacios mensuales para el intercambio técnico, exposición de resultados, de solución de problemas, etc.
 - b. Publicar al concluir cada proyecto los nuevos casos de estudio, respuestas a preguntas más frecuentes, informaciones técnicas, etc. en las carpetas compartidas en la red para estos fines.
 - c. Crear la Biblioteca (repositorio) de procesos activos de la empresa.

5. Implementar un sistema de evaluación del desempeño de los trabajadores basado en las competencias y resultados obtenidos.
 - a. Obtener, al finalizar el primer semestre, el Mapa de Procesos de cada Grupo de Trabajo para llegar a la definición detallada de los roles y competencias para cumplir con cada actividad y obtener el perfil de competencias de cada puesto de trabajo.
 - b. Evaluar mensualmente el cumplimiento de los planes establecidos, determinando el avance de las tareas, su comportamiento real e introduciendo los cambios necesarios para la corrección a tiempo de las desviaciones ocurridas y/o inclusión de nuevas prioridades.
 - c. Lograr que al finalizar el primer semestre del año cada trabajador conozca el contenido de su puesto de trabajo.
 - d. Realizar mensualmente las evaluaciones de desempeño de cada trabajador, basado en las competencias y resultados obtenidos.
 - e. Analizar mensualmente con cada trabajador las mejoras que puede obtener en su desempeño a partir de nuevas competencias y resultados que pudiera alcanzar.
6. Definir un esquema de I+D+I que contribuya a elevar la eficiencia y eficacia de la empresa.
 - a. Promover anualmente la superación de los trabajadores en Maestrías y Doctorados cuyos temas tengan impacto en la producción.
 - b. Promover anualmente la superación de técnicos medios para que realicen y/o concluyan estudios superiores, contribuyendo así a su mejor preparación técnica y a un mayor impacto en la producción.
 - c. Analizar anualmente los resultados obtenidos por cada trabajador involucrado en Maestrías, Doctorados y estudios universitarios con el fin de lograr que dichos estudios concluyan y tengan el impacto esperado.

Factores Críticos de Éxito para las áreas de servicios informáticos y desarrollo de software.

No.	Descripción
1	Atención rápida al cliente.
2	Satisfacción del cliente.
3	Capacitación.
4	Cumplimiento de las buenas prácticas en el desarrollo del producto y/o servicio.
5	Cumplimiento de las especificaciones del servicio.
6	Cumplimiento de las especificaciones del producto.

Escala para la evaluación del nivel de impacto del factor crítico de éxito en el objetivo.

1	No impacta.
2	Bajo.
3	Medio.
4	Alto.
5	Muy Alto.

Descripción del método.

La matriz de Objetivo vs. Factores críticos de éxito (FCE) es ampliamente utilizada con el propósito de establecer el orden de prioridades. En nuestro proyecto, se utilizará para seleccionar el orden de atención de los objetivos estratégicos. El método en cuestión es sencillo y consta de los siguientes pasos:

1. Determinación de los factores críticos de éxito.

2. Elaboración de la escala de valoración.
3. Elaboración de la matriz de impacto del factor sobre el objetivo. Esta valoración se realiza mediante la técnica de tormenta de ideas.
4. Sumar las filas y ordenar de forma descendente.

El resultado final se muestra en las siguientes matrices.

1. Selección del objetivo estratégico.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS \ FCE	Atención rápida al cliente	Satisfacción del cliente	Capacitación	Cumplimiento de las buenas prácticas en el desarrollo del producto y/o servicio	Cumplimiento de las especificaciones del servicio	Cumplimiento de las especificaciones del producto	Total
Garantizar un elevado nivel de seguridad e invulnerabilidad en las soluciones informáticas que se oferten.	1	3	5	5	3	5	22
Establecer un sistema productivo que garantice la soberanía tecnológica de las producciones con la calidad requerida	1	2	5	5	4	5	22
Implementar un sistema de gestión de la calidad que garantice la satisfacción hasta el nivel de usuario final.	5	5	5	5	5	5	30
Establecer e implementar un sistema de gestión del conocimiento que satisfaga las necesidades de la empresa.	4	3	5	4	4	4	24
Implementar un sistema de evaluación del desempeño de los trabajadores basado en las competencias y resultados obtenidos.	2	3	4	4	3	3	19
Definir un esquema de I+D+I que contribuya a elevar la eficiencia y eficacia de la empresa.	4	3	5	4	5	5	26
Definir una estrategia de exportación para cartera de productos y servicios de la empresa.	4	4	4	4	5	5	26
Total	21	23	33	31	29	32	

2. Selección del objetivo específico de las áreas productivas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS \ FCE	Atención rápida al cliente	Satisfacción del cliente	Capacitación	Cumplimiento de las buenas prácticas en el desarrollo del producto y/o servicio	Cumplimiento de las especificaciones del servicio	Cumplimiento de las especificaciones del producto	Total
Identificar en el primer trimestre del año los procesos que se ejecutan en la prestación de servicios informáticos.	5	5	5	4	1	3	23
Generalizar en el primer semestre del año 2009 la utilización del Portal de Gestión de Servicios.	5	5	5	2	1	1	19
Definir en el primer semestre del año los indicadores de satisfacción del cliente.	5	5	5	4	4	4	27
Recepcionar, solucionar y/o canalizar en un plazo entre uno y tres días hábiles las solicitudes de los clientes.	5	5	5	5	5	1	26
Obtener en el primer semestre del año la identificación de los procesos de la Dirección de Desarrollo.	4	5	5	4	1	5	24
Evaluar, al concluir el primer trimestre, el proceso de gestión de cambios establecido en la empresa en todos los proyectos de la Dirección de Desarrollo.	4	5	4	5	1	4	23
Total	28	30	29	24	13	18	

Anexo # 11. Plan de mejora del proceso “Gestión de las solicitudes de cambio.”

1. Introducción.

1.1 Propósito

El propósito del presente documento es el de definir las actividades de mejora del proceso gestión de las solicitudes de cambio en el proyecto de desarrollo Registro Informatizado de Salud (RIS).

1.2. Visión General.

El proceso de gestión de las solicitudes de cambio es clave para la organización, pues de su rápido análisis y valoración se podrá brindar un mejor servicio a nuestros clientes.

Durante el proceso de prestación de servicios informáticos, los serviciadores, reciben un conjunto de solicitudes que pueden o no representar cambios en el software. Ambos tipos de solicitudes tienen la misma importancia pero no el mismo impacto. Las solicitudes de cambio implica modificaciones en el producto mientras que las solicitudes de servicios representan servicios de postventa, pudiendo ser, entre otros: una asistencia técnica, capacitación, script de base de dato para obtener información y/o arreglar algún problema con la misma.

2. Alcance.

Este plan se aplica a la mejora del proceso de gestión de las solicitudes de cambio en el proyecto Registro Informatizado de Salud.

3. Objetivos.

Los objetivos a alcanzar con la ejecución del proyecto de mejora son:

3. Mejorar el tiempo de respuesta del análisis de las solicitudes de cambio desde 1 y hasta un máximo de 3 días hábiles.
4. Mejorar el rendimiento del proceso de respuesta del análisis de las solicitudes de cambio hasta alcanzar un 85%.

4. Beneficios esperados.

Los beneficios esperados una vez implementados los cambios son:

1. Documentación del proceso de gestión de las solicitudes de cambio con guías y ejemplos de ayuda
2. Mejorar la satisfacción y comunicación con los clientes.
3. Utilizar la herramienta Rational ClearQuest para la gestión de las solicitudes de cambio.
4. Mejorar la comunicación entre las direcciones de Servicios y Desarrollo en relación al estado en que se encuentra cada solicitud de los clientes.
5. Aumentar la integración de las áreas mediante el uso de la herramienta automatizada para la gestión de las solicitudes de cambio.

5. Declaración del problema u oportunidades.

ESTRUCTURA DE DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	
¿Qué?	<ul style="list-style-type: none">• Proceso implicado: Gestión de las solicitudes de cambio.• Se encontraron las siguientes deficiencias:<ul style="list-style-type: none">○ No se analiza el cambio solicitado de conjunto por todos los involucrados y/o partes interesadas.○ No se determina el impacto del cambio.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ No se estima el esfuerzo y el costo del cambio. ○ No se coordinan adecuadamente los tiempos planificados por servicio para la entrega del cambio.
¿Dónde/cuándo?	<ul style="list-style-type: none"> • El problema se observa en el proyecto Registro Informatizado de Salud del grupo de trabajo Desarrollo Tercerizado de Aplicaciones. • El problema se observa cuando: <ul style="list-style-type: none"> ○ Se solicitan cambios al software. ○ No se cumplen los cronogramas establecidos.
¿De qué envergadura?	<ul style="list-style-type: none"> • Se considera de gran envergadura pues no se está asegurando la atención a nuestros clientes. Se puede medir: <ul style="list-style-type: none"> ○ Determinación del impacto del cambio mediante la realización de matrices de trazabilidad. ○ Evaluación y aprobación de los cambios mediante el comité de control del cambio. ○ Implementación del cambio aprobado. ○ Cumplimiento de las fechas acordadas con el cliente para la entrega del cambio. ○ Cantidad de fallos detectados en un cambio cuya causa fue por no determinar el impacto.
¿Impacto?	<ul style="list-style-type: none"> • El impacto es alto debido a que no se le brinda en el tiempo establecido una respuesta al cliente. • Los beneficios de actuar es poseer una buena imagen de seriedad y profesionalidad ante nuestros clientes. • Las consecuencias de no actuar serían las de perder tanto el cliente como ganar una mala reputación.

6. Diseño de la solución.

Se desea alcanzar un estado en el que se ejecute un proceso de gestión de las solicitudes de cambio con las siguientes características:

1. Se registran las solicitudes de cambio de los clientes en la herramienta Rational ClearQuest.
2. Se analiza cada una de las solicitudes de cambio presentadas para asignarle un estado e identificar su impacto; determinándose las actividades necesarias para su implementación y estableciendo el tiempo y recursos necesarios.
3. Existe el Comité de Control de Cambio y están definidos los roles y responsabilidades en el proyecto.
4. Se evalúa el impacto del cambio en reunión del Comité de Control de Cambio.
5. El proyecto sigue un proceso formal de cambio y este se encuentra descrito.
6. Se utiliza la herramienta Rational ClearQuest para gestionar las solicitudes de cambio.
7. Está definido los estados de una solicitud de cambio y su flujo.
8. Se registran y controlan todos los cambios que puede tener una solicitud.
9. Se crean paquetes de solicitudes de cambio y se generan las órdenes de trabajo correspondientes.
10. Se ejecutan pruebas para verificar y validar los cambios.
11. Los cambios verificados y validados, son integrados y liberados a la dirección de Servicios.
12. La Dirección de Servicios ejecuta pruebas de aceptación antes de liberar el producto al cliente.
13. La nueva versión del proceso posee toda la documentación actualizada. La nueva documentación es clara y posee todos los elementos que ayudan a la comprensión y futuro mantenimiento del proceso.
14. La dirección de Servicios informáticos obtiene la aceptación y satisfacción del cliente en cuanto al servicio recibido.

7. Roles y Responsabilidades.

Rol	Responsabilidad
Jefe proyecto mejora. Grupo de mejora de proceso.	Consultoría y Auditoría del proceso de GCS. Implantación del proceso. Administrador y Diseñador de la herramienta Rational ClearQuest.
Jefe del proceso de Gestión de las solicitudes de cambio.	Responsable de coordinar la implantación del proceso en el proyecto Registro Informatizado de Salud (RIS). Medir el proceso en el proyecto RIS. Proponer cambios en el proceso. Definir en la ficha del proceso la descripción del mismo.
Trabajador del proceso. (Trabajador del proyecto)	Ejecutar las actividades del proceso. Recoger los datos para calcular las métricas del proceso.
Jefe del proyecto piloto Registro Informatizado de Salud.	Planificar las actividades de mejora del proceso dentro del cronograma de trabajo del proyecto. Controlar la ejecución de las actividades planificadas.

8. Recursos.

Recursos Humanos
Grupo de mejora de proceso.
Grupo de proceso de gestión de las solicitudes de cambio.
Grupo de proyecto RIS.
Recursos de Hardware.
Servidor para el Rational ClearCase.
Servidor SQL.
Una PC para cada trabajador del proyecto.
Una impresora láser.
Conexión de red.
Mobiliario de oficina para cada trabajador.
Licencia de uso del Rational ClearCase.
Licencia de uso del Rational ClearQuest.
Licencia de uso del SQL Server.

9. Riesgos del proyecto.

A continuación se muestra una lista de riesgos. El plan para su mitigación se detalla en el plan de riesgos del proyecto Registro Informatizado de Salud.

1. Falta de compromiso de la alta dirección.
2. Falta de capacitación de los trabajadores en temas de mejora de proceso.
3. Utilización de herramientas propietarias para ejecutar el piloto.
4. Escasos conocimientos en temas de gestión de la calidad y ejecución de un proyecto de mejora de proceso.
5. Escasa comprensión del enfoque de gestión basado en procesos.
6. No alineación del proyecto de mejora a los objetivos estratégicos de la empresa.

10. Indicadores.

Se utilizarán las medidas de Seis Sigma para evaluar el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento.

Procedimiento para evaluar los objetivos:

1. Dividir el proceso de gestión de las solicitudes de cambio en subprocesos.
2. Determinar los factores críticos de calidad para cada uno de los subprocesos.

3. Extraer de la Herramienta Rational ClearQuest la siguiente información:
 - ✓ Cantidad de solicitudes presentadas: En el ClearQuest buscar la cantidad de solicitudes cuyo estado = *presentada* en el período analizado.
 - ✓ Determinar el Total de Defectos Factibles (TDF):
 - ✓ $TDF = (Cantidad\ de\ FCC) * (Cantidad\ solicitudes\ cambio\ en\ estado\ presentada\ en\ el\ período)$
 - ✓ Informe de solicitudes de cambio en estado *presentada* en el período. Para cada solicitud: Fecha de *presentada*, Fecha de análisis por el comité de control de cambio, Fecha de comunicación al cliente. De este informe se identifican la cantidad de solicitudes que se revisaron en el período de uno, dos, tres y más de tres días. Las solicitudes atendidas en un plazo de más de tres días representan los fallos (TFD).
4. Aplicar las fórmulas de Seis Sigma para el cálculo del rendimiento del primer subproceso "Analizar las solicitudes de servicio y/o cambio"
5. Evaluar el comportamiento en cuanto al cumplimiento del rango de 1 a 3 días y la tendencia a disminuirlo.
6. Una vez determinado el rendimiento actual del subproceso, compararlo con el del objetivo, si no se ha alcanzado, realizar un análisis de las causas y posible solución.

Nota: Las fórmulas y tablas aparecen el anexo # 5 del presente trabajo.

11. Acciones de mejora

Acciones
1. CAPACITACIÓN
Conferencias teóricas sobre el proceso de gestión de la configuración.
Adiestramiento en la elaboración del documento DD-09-00 Plan de Gestión de la Configuración de Software.
Adiestramiento en la realización del proceso de control de cambio.
Estudio de la herramienta ConfigCase.
Estudio de la herramienta Rational ClearQuest.
Estudio de la herramienta Rational ClearCase.
2. Infraestructura
Instalación del SQL-Server.
Instalación del Rational ClearQuest.
Instalación del servidor Rational ClearCase.
Configuración del servidor Rational ClearCase para el proyecto de Atención Primaria de Salud.
3. Proyecto
Selección de la herramienta.
Diseño e implementación del flujo de la solicitud de cambio en la herramienta Rational ClearQuest.
Creación de la base de dato SQL y conexión al Schquema del Rational ClearQuest.
Definir los usuarios y política de acceso a la base de datos creada en el Rational ClearQuest para el proyecto.
Capacitación al equipo de proyecto en la herramienta Rational ClearQuest.
Creación del Comité de Control de Cambio.
4. Evaluaciones y Revisiones
Revisar y evaluar la realización de las actividades definidas en el modelo "Futuro" a través de análisis de brecha para establecer el estado actual.

12. Cronograma de actividades del proyecto.

Tareas	Fecha Inicio	Responsable
1ra Iteración.		
Crear la infraestructura para la gestión de las solicitudes de cambio en Softel.	01/01/2006	
Estudio de la herramienta ConfigCase.	01/01/2006	
Comité técnico de Gestión de la configuración. 1. Conferencia de capacitación.	14/02/2006	
Estudio de la herramienta Rational ClearCase y Rational ClearQuest	24/03/2006	
Creación de BD en SQL Server para el estudio de los esquemas del ClearQuest: 1. DefectTracking. 2. TestStudio. 3. Enterprise.	05/09/2006	
Creación de BD de pruebas para proyecto RIS con el esquema de DefectTracking para evaluar el envío por email a los programadores de los defectos detectados en las pruebas.	09/10/2006 01/11/2006	
Creación de BD con schema DefectTracking para el RIS.	01/10/2006	
Adiestramiento Herramienta ClearQuest.		
Integración de la Dirección de Servicios y la Dirección de Desarrollo en el tratamiento de las solicitudes de cambio.	02/11/2006	
Implementación de un nuevo schema en el Rational ClearQuest para la gestión de las solicitudes de servicio.	01/02/2007	
Estudio de la Instalación del ClearQuest Web.	01/10/2007	
Instalación y configuración del servidor Web del ClearQuest.	01/10/2007	
Instalación de los paquetes AMBaseActivity y AMWorkActivitySchedule a la BD FSw para vincularla con el MS Project.	12/02/2008	
Elaboración del modelo futuro para la gestión de las solicitudes de cambio.	12/02/2007	
Comité técnico de GCS 1. Conferencia de capacitación herramienta Rational ClearQuest.	13/02/2007	
Creación del CCC. En el proyecto Registro Informatizado de Salud.	06/06/2007	
Reuniones del CCC para analizar y evaluar las solicitudes de cambio.	Según sea convocado	
Documentar las solicitudes de cambio. Introducción en el ClearQuest.	Todos los días	
2da Iteración.		
Generar las órdenes de trabajo.	Todos los días	
Ejecutar pruebas de aceptación en la dirección de servicios informáticos.	Siempre que se reciba una nueva versión del producto.	
Verificar el estado de la documentación técnica del proyecto.		
Evaluación del ciclo.		
Evaluar el ciclo de mejora.	20/08/07	
Definir ficha del nuevo proceso de gestión de las solicitudes de cambio	03/09/07	
Definir los objetivos e indicadores del nuevo proceso.	03/09/07	

Anexo # 12. Análisis de brecha del proyecto piloto.

Análisis de Brecha		Respuesta (Si/No)
1	Se registran las solicitudes de cambio en la herramienta ClearQuest.	
2	Se analizan cada una de las solicitudes de cambio presentadas para realizar: 1. Su clasificación y correcta identificación, 2. Determinar las actividades necesarias para su implementación 3. Estimar tiempo y recursos necesarios.	
3	Existe el Comité de Control de Cambio y está definido los roles y responsabilidades en el proyecto.	
4	Se evalúa el impacto del cambio en reunión del Comité de Control de Cambio.	
5	El proyecto sigue un proceso formal de cambio y posee la descripción del mismo.	
6	Se utiliza la herramienta ClearQuest para establecer el estado en el que se encuentra cada solicitud.	
7	Está definido el flujo de la solicitud de cambio.	
8	Se registran y controlan todos los cambios que puede tener una solicitud.	
9	Se crean paquetes de solicitudes de cambio y se generan las órdenes de trabajo correspondientes.	
10	Se ejecutan pruebas para verificar y validar los cambios.	
11	Los cambios aprobados son integrados y liberados a la dirección de Servicios.	
12	La Dirección de Servicios ejecuta pruebas de aceptación antes de liberar el producto al cliente.	
13	La nueva versión del proceso posee toda la documentación actualizada. La nueva documentación es clara y posee todos los elementos que ayudan a la comprensión y futuro mantenimiento del proceso	
14	La dirección de Servicios informáticos obtiene la aceptación y satisfacción del cliente en cuanto al servicio recibido.	

Resultado del análisis de brecha de la primera iteración del proyecto de mejora del proceso “gestión de las solicitudes de cambio”.

En el gráfico se puede observar la brecha existente entre el modelo actual y el “Futuro”.

